

Техника и технология пищевых производств

Food Processing: Techniques and Technology

№ 2'17



**ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ
ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ
№ 2 (45), 2017**

**Научно-технический
журнал**

Издается с 1998 года

Главный редактор

А.Ю. Просеков, доктор техниче-
ских наук, профессор РАН, лау-
реат премии Правительства РФ в
области науки и техники;

Зам. главного редактора

Е.А. Жидкова, кандидат эконо-
мических 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, лау-
реат премии Правительства РФ в
области науки и техники;

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

<i>Бакин И.А., Мустафина А.С., Вечтомова Е.А., Колбина А.Ю.</i> Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий.....	5
<i>Бутов А.В., Мандрова А.А.</i> Урожай, качество и сохранность картофеля при использовании регуляторов роста растений.....	13
<i>Винограй Э.Г., Захарова Л.М., Плосконосова Е.А.</i> Системные и экономические аспекты разработки технологии кисломолочного продукта функционального назначения.....	20
<i>Гревцова Т.А., Григорян Л.Ф., Храмова В.Н., Горлов И.Ф., Короткова А.А., Животова Т.Ю.</i> Биотехнологический подход в производстве запеченного изделия из свинины.....	28
<i>Губаненко Г.А., Пушкарева Е.А., Речкина Е.А., Иванец Г.Е.</i> Разработка рецептуры и оценка качества обогащенного кекса.....	34
<i>Крикунова Л.Н., Песчанская В.А., Дубинина Е.В.</i> Некоторые аспекты производства дистиллята из клубней топинамбура. Часть 2. Баланс распределения летучих компонентов по фракциям.....	41
<i>Левчук Т.В., Чеснокова Н.Ю., Левочкина Л.В., Ганзюк М.А.</i> Разработка сахаристых кондитерских изделий с использованием экстрактов околоплодника ореха маньчжурского.....	48
<i>Майоров А.А., Сиденко Ю.А., Мусина О.Н.</i> Новые наукоемкие приемы оценки реологических свойств в сыроделии: изучение процессов свертывания молока и формирования структуры сгустка.....	55
<i>Мясищева Н.В., Артемова Е.Н., Макаркина М.А.</i> Желирующая способность пектинов свежих и замороженных ягод красной смородины.....	62
<i>Смирнова И.А., Гутов Н.Ю., Юрташкина А.В.</i> Изучение фракционного состава молочно-белковых концентратов с целью их применения в производстве молочных продуктов.....	69
<i>Танашкина Т.В., Семенюта А.А., Троценко А.С., Клыков А.Г.</i> Безглютеновые слабоалкогольные напитки из светлого и томленого гречишного солода....	74
<i>Цырендоржиева С.В., Хамаганова И.В.</i> Использование черных листьев бадана в производстве пищевых продуктов.....	81

ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

<i>Гущин А.А.</i> Анализ процессов криоконцентрирования молочной сыворотки в нескольких последовательных ступенях.....	87
<i>Сорокопуд А.Ф., Плотников И.Б., Плотникова Л.В.</i> Совершенствование способа переработки замороженных ягод в аппарате с вибрационной тарелкой.....	93
<i>Старшов Д.Г., Седелкин В.М., Старшов Г.И.</i> Исследование и разработка вакуумной тестомесильной машины.....	99

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

<i>Трихина В.В., Австриевских А.Н.</i> Специализированный продукт для коррекции водно-солевого баланса в организме рабочих горячих цехов металлургических предприятий.....	106
<i>Шеметова Е.В., Бойцова Т.М.</i> Питание школьников Приморского края: современное состояние, качество и мониторинг.....	112

Ответственный за выпуск

А.И. Лосева

Литературный редактор

О.Б. Глушкова

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

Адрес редакции:

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

Адрес издателя:

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

Адрес типографии:

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

Журнал включен в международные базы данных: AGRIS, FSTA (на платформах Thomson Reuters Web of Science, EBSCOhost и т.д.), ProQuest, CAB International, EBSCOhost (Food Science Source), AGRICOLA, Ulrich's Periodicals Directory.

Журнал считается включенным в Перечень рецензируемых научных изданий в соответствии с приказом Минобрнауки России от 25 июля 2014 г. № 793 с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 03 июня 2015 г. № 560.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-61609 от 30 апреля 2015 г. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Подписано в печать 23.06.2017.
Дата выхода в свет 23.06.2017.
Усл. п. л. 24,0. Уч.-изд. л. 24,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 74.
Цена свободная.

Подписной индекс по объединенному каталогу «Пресса России» – 41672

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

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)
г. Кемерово, б-р Строителей, 47
© КемТИПП, 2017

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ

Глебова С.Ю., Голуб О.В., Ратникова Л.Б., Давыденко Н.И. Исследование пригодности к замораживанию и длительному хранению черешков ревеня 119
Голубцова Ю.В. Оценка качества и подлинности плодово-ягодного сырья методом ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения..... 126

ЭКОНОМИКА

Дружкова В.Н., Грязнова Н.Л. Анализ и оценка состояния трудовых ресурсов, определяющих кадровую безопасность, как составляющую экономической безопасности организации..... 133
Мизанбекова С.К., Богомолова И.П., Богомоллов А.В. Инновационные технологии как фактор повышения качества продукции хлебопекарной промышленности..... 142
Резниченко И.Ю., Рензеева Т.В., Табаторович А.Н., Сурков И.В., Чистяков А.М. Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности..... 149

ИНФОРМАЦИЯ

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей..... 163
Требования к оформлению статьи..... 163

CONTENTS

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

FOOD PROCESSING: TECHNIQUES AND TECHNOLOGY No. 2, Vol. 45, 2017

Scientific technical
Journal
Issued since 1998

Editor-in-Chief

A.Yu. Prosekov, Doctor of technical sciences, professor RAS, 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. Mayurnikova, 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. Poznyakovskiy, Doctor of biological sciences, professor, Honoured Scientist, Honorary Worker of Higher Vocational Education of RF;

V.A. Pomozova, Doctor of technical sciences, professor;

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

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

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

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

<i>Bakin I.A., Mustafina A.S., Vechtomova E.A., Kolbina A.Yu.</i> The use of secondary resources of fruit raw material in technology of confectionery and bakery products.....	5
<i>Butov A.V., Mandrova A.A.</i> Yield, quality and preservation of potatoes when using plant growth regulators.....	13
<i>Vinogray E.G., Zakharova L.M., Ploskonosova E.A.</i> System and economic aspects for development of functional fermented milk product technology.....	20
<i>Grevtsova T.A., Grigoryan L.F., Khramova V.N., Gorlov I.F., Korotkova A.A., Zhivotova T.Yu.</i> Biotechnological approach in production of baked product from pork.....	28
<i>Gubanenko G.A., Pushkareva E.A., Rechkina E.A., Ivanets G.E.</i> Formulation development and quality evaluation of enriched cake.....	34
<i>Krikunova L.N., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V.</i> Some aspects of distillate production from jerusalem artichoke tubers. Part 2. Balance of distribution of volatile compounds between fractions.....	41
<i>Levchuk T.V., Chesnokova N.Yu., Levochkina L.V., Ganzyuk M.A.</i> Development of sugar confectionery using extracts of manchurian walnut pericarp.....	48
<i>Mayorov A.A., Sidenko Yu.A., Musina O.N.</i> New high-tech methods of rheological properties evaluation in cheesemaking: study of milk coagulation and formation of cheese curd structure.....	55
<i>Myasisheva N.V., Artiomova E.N., Makarkina M.A.</i> Jelly-forming ability of pectins of fresh and frozen red currant berries.....	62
<i>Smirnova I.A., Gutov N.Yu., Yurtashkina A.V.</i> Studying of fractional composition of milk-protein concentrates for the purpose of their application in production of dairy products.....	69
<i>Tanashkina T.V., Semenyuta A.A., Trotsenko A.S., Klykov A.G.</i> Gluten-free low-alcohol beverages fermented from light and scalding buckwheat malt.....	74
<i>Tsyrendorzhieva S.V., Khamaganova I.V.</i> The use of black leaves of bergenia in food production.....	81

PROCESSES, EQUIPMENT, AND APPARATUS FOR FOOD PRODUCTION

<i>Gushchin A.A.</i> Analysis of whey cryoconcentration at several successive stages.....	87
<i>Sorokopud A.F., Plotnikov I.B., Plotnikova L.V.</i> Improving the method of frozen berry processing in the device with vibrating plate.....	93
<i>Starshov D.G., Sedelkin V.M., Starshov G.I.</i> Research and development of a vacuum dough mixer.....	99

FOOD HYGIENE

<i>Trihina V.V., Avstrievskikh A.N.</i> Specialized product for water-salt balance improvement in the body of workers of hot work shops of metallurgical enterprises.....	106
<i>Shemetova E.V., Boytsova T.M.</i> Schoolchildren nutrition of Primorsky Krai: current situation, quality, monitoring.....	112

Publishing editor
A.I. Loseva
Script editor
O.B. Glushkova
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 vocational 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 International Databases: AGRIS, FSTA (on platforms Thomson Reuters Web of Science, EBSCOhost, etc.), ProQuest, CABI, EBSCOhost (Food Science Source), AGRICOLA, Ulrich's Periodicals Directory.

The journal is included in the SQC list of leading peer-reviewed journals

The certificate of mass media registration is PI № FS 77-61609 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 23.06.2017.
Date of issue 23.06.2017.
Printed sheet 24,0.
Conventional printed sheet 24.
Circulation 100 cop. Order № 74.
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
© 2017, KemIFST

STANDARDIZATION, CERTIFICATION, QUALITY AND SAFETY

- Glebova S.Yu., Golub O.V., Ratnikova L.B., Davydenko N.I.* Suitability of rhubarb petioles for freezing and long-term storage..... 119
Golubtsova Yu.V. Evaluation of quality and authenticity of fruit raw material using ftr spectroscopy of frustrated total internal reflection..... 126

ECONOMICS

- Droujkova V.N., Gryaznova N.L.* Analysis and assessment of labour resources that determine personnel security as a component of economic security..... 133
Mizanbekova S.K., Bogomolova I.P., Bogomolov A.V. Innovation technologies as a factor for increasing the quality of baking industry goods..... 142
Reznichenko I.Yu., Renzyaeva T.V., Tabatorovich A.N., Surkov I.V., Chistyakov A.M. Formation of a range of functional flour confectionery products..... 149

INFORMATION

- Order of consideration, approval and rejection of articles..... 163
Requirements for the article formatting..... 163

УДК 664.64:664.143

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ЯГОДНОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ КОНДИТЕРСКИХ И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

И.А. Бакин*, А.С. Мустафина, Е.А. Вечтомова, А.Ю. Колбина

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

*e-mail: bakin@kemtipp.ru

Дата поступления в редакцию: 10.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по совершенствованию технологии мучных кондитерских и хлебобулочных изделий, обогащенных компонентами вторичных ресурсов ягодного сырья, позволяющих повысить их пищевую ценность. Целью исследования являлось обоснование производства мучных кондитерских и хлебобулочных изделий с повышенной пищевой ценностью при использовании вторичных ресурсов ягодного сырья на основе исследований показателей качества полуфабриката и продукта. Проанализированы различные образцы вторичного ягодного сырья в виде жмыха и шрота. Вторичный продукт получен после операций прессования ягод, либо экстрагирования водными и водно-спиртовыми растворителями. Предложено для улучшения технологических свойств вторичные продукты в виде жмыха и шрота высушивать в конвективной сушилке при температуре 40 °С до влажности 20 %. Изучена возможность применения дополнительного сырья в тесто для сдобного печенья и хлебобулочных изделий. Установлено, что хлебобулочные изделия с внесением высушенного жмыха черной смородины имели худшие потребительские характеристики, чем контрольные образцы. По результатам экспериментальных исследований выявлено, что внесение высушенного жмыха ягод черной смородины в тесто для сдобного печенья не оказывает влияния на свойства теста и физико-химические показатели готового продукта. Установлена оптимальная дозировка дополнительного сырья в количестве 15 % от массы муки, при которой не происходит ухудшения органолептических показателей готовых изделий. Представлены данные анализа химического состава сдобного печенья с добавлением жмыха ягод черной смородины. Установлено, что в продукте содержание пищевых волокон увеличилось на 33,5 %, по сравнению с контрольным образцом. Полученное печенье обогащено микроэлементами и минеральными веществами (железом, калием, кальцием, магнием, хлором), Р-активными веществами и антоцианами. Экспериментальные и расчетные данные показали возможность использования жмыха ягод черной смородины в производстве сдобного печенья с повышенной пищевой ценностью.

Ключевые слова. Мучные кондитерские изделия, хлебобулочные изделия, дополнительное сырье, черная смородина, жмых, шрот

THE USE OF SECONDARY RESOURCES OF FRUIT RAW MATERIAL IN TECHNOLOGY OF CONFECTIONERY AND BAKERY PRODUCTS

I.A. Bakin*, A.S. Mustafina, E.A. Vechtomova, A.Yu. Kolbina

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

*e-mail: bakin@kemtipp.ru

Received: 10.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. The results of research on improving the technology of flour confectionery and bakery products enriched with components of secondary resources of fruit raw material to increase their nutritional value are given in the article. The purpose of the study is to substantiate the production of flour confectionery and bakery products with increased nutritional value when using secondary resources of fruit raw material on the basis of studies of quality indices of semi-finished and finished products. Different samples of secondary fruit raw material in the form of cake and meal have been analyzed. A secondary product is obtained after pressing the berries or after the extraction with water and water-alcohol solvents. It is suggested to dry up secondary products in the form of cake and meal in the convective dryer at the temperature of 40°C to the humidity of 20 % to improve their technological properties. The possibility of adding extra raw material into the dough for producing butter biscuits and bakery goods has been studied. It has been established that consumer characteristics of bakery goods with added dried-up blackcurrant cake are worse than those of check samples. By results of research it has been determined that introduction of the dried-up cake of blackcurrant berries into dough for producing butter biscuits doesn't influence its properties and physical and chemical properties of a finished product. It has been found that the optimum dosage of the additive is 15% of the flour mass which doesn't lead to the worsening of organoleptic factors of finished products. The data on the analysis of the chemical composition of butter biscuits with added cake of blackcurrant berries is

presented. It has been found that the content of food fiber in the product increases by 33.5% compared to the check sample. Produced biscuits are enriched with trace elements and mineral substances (ferrum, potassium, calcium, magnesium, chlorine), P-active substances and antocyanins. Experimental and calculated data prove the possibility of using the cake of blackcurrant berries for the production of butter biscuits with increased nutritional value.

Keywords. Flour confectionery, bakery goods, extra raw material, blackcurrant, cake, meal

Введение

В Сибирском регионе хорошо районирована такая ягодная культура, как черная смородина (*Ribes nigrum L.*) – многолетний разветвленный кустарник высотой до двух метров, имеющий разные сроки созревания и высокоурожайные сорта. Извлечение биологически активных веществ из этой культуры позволяет при правильно подобранных способах переработки получать продукты с высоким составом активных веществ [1]. В ягодах черной смородины содержится широкий спектр фенольных соединений, таких как флавоноиды, фенольные кислоты, дубильные вещества, лигнаны и стильбены. Наличие фенольных соединений характеризует горечь и терпкость, цвет и аромат, а также степень устойчивости к окислению продукта. В ягодах смородины содержатся антоцианы, производные фенольных кислот (гидроксibenзойная кислота), флавонолы (гликозиды мирицетина, кверцетина, кемпферола, изорамнетина), а также проантоцианидины. Спектр флавонолов в ягодах представлен высоким уровнем мирицетина и относительно высоким количеством кверцетина, обладающих нейрозащитной активностью. Кроме того, известно [2], что кверцетин и изорамнетин снижают артериальное давление и улучшают кровоток. Результаты современных исследований показали, что фенольные соединения, содержащиеся в черной смородине способны затормаживать развитие некоторых видов онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний, воспалительных процессов [5]. Немаловажной функцией полифенольных веществ является способность к выведению из организма ионов тяжелых металлов и их антиоксидантное действие [3–7].

В результате ранее проведенных исследований [1], в ходе которых изучено изменение химического состава ягод черной смородины, выявлена перспективность комплексной переработки ягодного сырья. Установлено, что в ягодах черной смородины сорта «Дачница» содержится в среднем 16 % сухих веществ, представленных сахарами. Кроме того ягоды имеют высокое содержание витамина С – до 800 мг на 100 г сырья, включают витамины В₂, В₆, Р, витамины группы К, провитамин А (каротин до 3 мг%), токоферолы, микроэлементы (В, Мп, Zn, Мо, Со, Си, Fe, I) [8]. Содержание органических кислот (до 6 % в пересчете на яблочную кислоту) возбуждают секрецию поджелудочной железы, стимулируют перистальтику кишечника, обладают бактерицидным действием, обуславливают кислый вкус получаемого продукта. Таким образом, благодаря уникальному химическому составу ягод черной смородины возможность их применения в пищевой промышленности является перспективным направлением.

Традиционные способы переработки ягодного сырья на предприятиях сопровождаются образова-

нием большого количества вторичных продуктов (жмыха и шрота ягод), которые, в лучшем случае, идут на корм животным [9], что экономически невыгодно. Существуют два технологических способа выделения биологически активных веществ из ягодного сырья: прессование и экстрагирование. Вторичное сырье, оставшееся после прессования принято называть жмыхом, а после экстрагирования – шротом, по аналогии с отходами маслозаводского производства [9]. Жмых и шрот состоят из неоднородной смеси кожуры, семян и пульпы, которые в целом представляют собой около 20–40 % от веса обработанных ягод, в зависимости от технологии, используемой в производстве сока или экстракта. При этом жмых и шрот ягод черной смородины являются ценным источником полифенольных веществ и неусвояемых углеводов.

Вторичные продукты переработки ягод черной смородины содержат неусвояемые углеводы, представленные полисахаридами: целлюлозой, гемицеллюлозой, пектиновыми веществами; олигосахаридами, образуют группу балластных веществ. Традиционно в технологии получения экстрактов стремятся от них избавиться [10] с целью получения более «рафинированного» продукта. Однако, известно, что присутствие пищевых волокон в рационе питания человека улучшает функционирование желудочно-кишечного тракта, способствует лечению атеросклероза и диабета. В организме человека пищевые волокна приобретают способность сорбировать и удалять вредные вещества (токсины), катионы тяжелых металлов, радионуклиды, т.е. выполнять функцию сорбента. Кроме того, пищевые волокна нормализуют обмен холестерина, способствуют нормальному развитию полезной кишечной микрофлоры. В исследованиях Food and Nutrition Board of the Inst. of Medicine (США) сформулированы рекомендации по суточной норме потребления клетчатки – 25–38 г для взрослых мужчин и женщин [11]. Рассматривая ягоды черной смородины с этой точки зрения, следует отметить относительно высокое содержание в них пищевых волокон (до 2,1 %), и перспективность их использования в качестве сырья для непосредственного обогащения продукции пищевыми волокнами [11].

Таким образом, химический состав ягод черной смородины и вторичных продуктов ее переработки, в частности высокое содержание полифенольных веществ и неусвояемых углеводов определяет перспективность использования этого сырья в пищевой промышленности. Практический интерес представляет изучение возможности использования жмыха ягод в технологии продуктов массового питания, например, кондитерских изделий. Актуальность исследований обуславливает разработка технологии и получение продуктов массового потребления, обогащенных ценными компонентами вто-

ричных ресурсов ягодного сырья, позволяющих повысить пищевую ценность изделий для основных групп населения и обогатить рацион природными биологически активными ингредиентами.

Целью исследования являлось обоснование производства мучных кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью при использовании вторичных ресурсов ягодного сырья на основе исследования показателей качества полуфабриката и продукта.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись: вторичное ягодное сырье, оставшееся после извлечения основного продукта (сока или экстракта), а именно шрот и жмых ягод черной смородины; полуфабрикаты – тесто булочное и сдобное; продукты – сдобное печенье и хлебулочные изделия.

Исследовались следующие образцы вторичного ягодного сырья, полученные после основной технологической стадии:

- жмых после прессования ягод (быстрозамороженная ягода, хранившаяся при температуре -18 °С, размораживалась при комнатной температуре и прессовалась);

- шрот после водного экстрагирования ягод (экстрагирование ягодного сырья водным растворителем при температуре 25 °С, гидромодуль 1:2, при продолжительности 24 часа);

- шрот после водно-спиртового экстрагирования ягод (экстрагирование ягодного сырья водно-спиртовым растворителем при температуре 25 °С, гидромодуль 1:2, при продолжительности 24 часа);

- шрот после водного экстрагирования жмыха (экстрагирование водным растворителем жмыха, оставшегося после прессования ягод, при температуре 25 °С, гидромодуль 1:2, при продолжительности 24 часа);

- шрот водно-спиртового экстрагирования жмыха (экстрагирование жмыха, оставшегося после прессования ягод, водно-спиртовым растворителем при температуре 25 °С, гидромодуль 1:2, при продолжительности 24 часа).

В качестве экстрагентов в исследованиях использовались вода и водно-спиртовый раствор с концентрацией этилового спирта 40 об. % [10].

Массовая доля растворимых сухих веществ определялась по ГОСТ 5900-73 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ». Содержание титруемых кислот определялось методом титрования в пересчете на яблочную кислоту по ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские.

Методы определения кислотности и щелочности». Метод основан на титровании исследуемого раствора раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/дм³ в присутствии индикатора фенолфталеина. Общее содержание фенольных соединений определялось методом прямой спектрометрии с использованием реактива Фолина – Дениса [1]. Измерялась оптическая плотность окрашенных продуктов реакции, образованных в результате окисления фенольных соединений вольфрамовой кислотой в щелочной среде. Концентрация полифенольного комплекса черной смородины находилась с помощью калибровочного графика. Влажность определялась методом высушивания в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы (ГОСТ 5900-73). Содержание пектиновых веществ находилось объемным методом, основанным на осаждении пектиновых кислот сильными минеральными кислотами в условиях повышенного тяготения (ГОСТ 29059-91). Пористость хлебулочных изделий определялась путем взвешивания и расчета выемок (ГОСТ 5669-96). Пористость для сдобного печенья определялась по ГОСТ 15810-2014. Намокаемость готовых изделий определялась по ГОСТ 10114-80 «Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости».

Результаты и их обсуждение

Вторичные продукты производства, полученные после отделения сока и экстракта, не подлежат хранению и технологическому использованию. Для решения задачи использования продуктов переработки в качестве дополнительного сырья в мучные полуфабрикаты предложено высушивать жмых и шрот ягод в конвективной сушилке при температуре 40 °С до постоянной влажности 20 %. После сушки значительно увеличивается срок хранения сырья, а также упрощается процесс его дальнейшего использования при введении в мучные смеси и полуфабрикаты.

Проведен анализ данных о химическом составе анализируемого сырья, в пересчете на абсолютное сухое вещество. Это позволило сравнивать образцы одного и того же материала, имеющие различную влажность. Сущность пересчета на абсолютное сухое вещество заключалась в том, что содержание отдельных компонентов исследуемого материала выражается к сухому веществу этой пробы. Результаты исследования химического состава анализируемых вторичных продуктов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав дополнительного сырья в пересчете на абсолютно сухое вещество

Наименование образца	Показатели			
	Содержание растворимых сухих веществ, %	Кислотность, в пересчете на яблочную кислоту, %	Содержание фенольных соединений, мг/100г	Содержание пектиновых веществ, %
Шрот после водно-спиртового экстрагирования жмыха	21,7	0,73	7463,8	1,27
Шрот после водного экстрагирования жмыха	25,4	0,67	10464,6	1,60

Наименование образца	Показатели			
	Содержание растворимых сухих веществ, %	Кислотность, в пересчете на яблочную кислоту, %	Содержание фенольных соединений, мг/100г	Содержание пектиновых веществ, %
Шрот после водно-спиртового экстрагирования ягод	32,7	0,79	6710,5	1,47
Шрот после водного экстрагирования ягод	33,2	0,70	10993,7	1,55
Жмых после прессования ягод	53,5	0,81	12013,8	2,41

Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что вторичные продукты переработки ягодного сырья содержат сахара, органические кислоты (яблочную), фенольные соединения, пектиновые вещества. Вещества, содержащиеся в продуктах переработки ягод, могут использоваться для повышения пищевой ценности продуктов массового питания, не имеющих в своем составе таких компонентов.

Установлено, что в жмыхе содержится на 59,4 % больше сухих растворимых веществ, 9,9 % яблочной кислоты, на 37,8 % фенольных соединений, на 47,3 % пектиновых веществ, чем в шроте после экстрагирования жмыха водно-спиртовым растворителем. Анализ данных показывает, что при экстрагировании водно-спиртовым растворителем жмыха достигается более глубокая переработка ягод черной смородины. Водно-спиртовый экстрагент позволяет извлечь больше сухих растворимых, полифенольных, пектиновых веществ из ягод и жмыха, чем при экстрагировании водным растворителем. Кроме того, полученные результаты свидетельствуют о том, что в жмыхе после прессования ягод остается больше половины биологически активных веществ. Таким образом, после переработки ягодного сырья прессованием и отделением сока, остается вторичный продукт в виде жмыха, являющегося дополнительным сырьем, содержащим ценные компоненты, в том числе такие, как фенольные соединения и пектиновые вещества.

Одной из групп продуктов, обогащенных клетчаткой, являются хлебобулочные и мучные конди-

терские изделия [12, 13]. В связи с этим изучалась возможность повышения пищевой ценности сдобного печенья и хлебобулочных изделий. В качестве добавок вводился высушенный после прессования ягод жмых, в котором выявлено (табл. 1) наибольшее содержание биологически активных веществ, по сравнению с остальными продуктами переработки.

Булочное тесто готовилось по унифицированной рецептуре булочки «Детской». В тестомесильную машину дозировались все компоненты по рецептуре, а также высушенный жмых ягод черной смородины. Готовый полуфабрикат подлежал формованию в округлительно-делительном автомате и расстойке в течение 70 минут при температуре 35–40 °С. Выпечка производилась в течение 20 минут при температуре 220–240 °С.

Для замешивания сдобного теста готовилась эмульсия, состоящая из сахара-песка, разрыхлителя и жирового компонента. В готовую эмульсию добавлялась мука и высушенный жмых ягод черной смородины. Продолжительность замеса теста – 10 минут, влажность теста – 15 %, температура 28 °С. Для изучения влияния добавки рецептурных ингредиентов (высушенного жмыха) на качество готовых изделий и полуфабриката были исследованы их органолептические и физико-химические свойства. Оптимальная дозировка жмыха определялась для готовых изделий органолептическим способом. В исследуемые образцы добавлялось 10, 15 и 20 % высушенного жмыха от массы муки (рис.1).



Рис. 1. Печенье с добавлением жмыха ягод черной смородины
Примечание. 10 %, 15 %, 20 % высушенного жмыха от массы муки.

Оценка вкуса и запаха показали, что образцы с добавкой 15 % имеют ягодный вкус и запах, свойственный черной смородине. Добавка в 20 % от массы муки придает печенью кислый вкус. По результатам органолептических показателей определен оптимальный образец с дозировкой добавки 15 % жмыха черной смородины.

Органолептическая оценка показателей качества проводилась методом дегустации. Дегустационная комиссия состояла из сотрудников и студентов ФГБОУ ВО «КемТИПП». Дегустационная оценка проводилась по пятибалльной шкале: где диапазон от 2,5 до 3,5 баллов соответствовал оценке удовлетворительно; от 4,0 до 4,5 баллов –

хорошо; 5 баллов – отлично. Высшая максимальная оценка – 35 баллов. Органолептическая оценка показателей качества готовых изделий и полуфабриката опытных образцов, изготовленных с добавлением высушенного жмыха ягод черной смородины, проводилась в сравнении с контрольными образцами. В качестве контроля использовались изделия без добавок, сделанные

по той же рецептуре, что и опытные. Выводы, сделанные комиссией при органолептическом испытании, заносились в дегустационные листы. Проведена оценка физико-химических показателей качества сдобного печенья и булочки. Органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий и полуфабрикатов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические и физико-химические показатели качества полуфабрикатов и готовых изделий

Наименование показателя	Контрольный образец булочки	Опытный образец булочки	Контрольный образец сдобного печенья	Опытный образец сдобного печенья
Свойства теста				
Однородность	однородное	однородное	однородное	однородное
Консистенция и его способность к формованию	пластичная, хорошо формуется	пластичное, формование затруднено	пластичная, хорошо формуется	пластичная, хорошо формуется
Способность прилипать к рабочим поверхностям	не прилипает	прилипает	не прилипает	не прилипает
Влажность, %	43,5	43,5	15	15
Органолептические показатели качества				
Форма	5	3,5	5	5
Состояние поверхности	5	4	5	4
Вид на разрезе	5	3	5	5
Цвет	5	2	5	5
Аромат	5	5	5	5
Вкус	5	2	5	5
Текстура (консистенция)	5	3	5	5
Сумма баллов	35	22,5	35	34
Физико-химические показатели качества				
Пористость, %	75,5	76,1	-	-
Влажность, %	42,5	42,5	8	8
Кислотность, град	2,2	2,4	-	-
Намокаемость, %	-	-	236	242
Плотность, г/см ³	-	-	0,47	0,53

Анализ данных табл. 2 показывает, что добавление высушенного жмыха черной смородины в булочное тесто приводит к ухудшению органолептических свойств, как полуфабриката, так и готовых изделий. Балльная оценка полуфабриката и готовых изделий опытного образца значительно ниже контрольного. Установлено, что тесто плохо формуется, мякиш готового изделия липкий, заминующийся. Добавление высушенного жмыха окрашивает булочное тесто в фиолетовый цвет, что вызывало негативную реакцию дегустаторов. Вкусовые характеристики булочки со жмыхом значительно ухудшились, по сравнению с контрольным. Кроме того, изменялась форма готового опытного изделия, которая охарактеризована как неправильная. Исходя из этого, вследствие ухудшения потребительских свойств, сделан вывод о нецелесообразности добавления высушенного жмыха ягод черной смородины в тесто для булочных изделий.

При анализе показателей качества контрольного и опытного образцов сдобного печенья установлено, что добавление высушенного жмыха ягод черной смородины оказывает положительное влияние на органолептические оценки показателей качества

полуфабриката и готовых изделий. Полученное тесто с добавками охарактеризовано как однородное, пластичное, хорошо формуемое, не прилипает к рабочим поверхностям. Готовые изделия имеют выпуклую форму. Вкус и аромат печенья с добавлением жмыха характерный для ягод черной смородины. Балльная оценка показателей качества контрольного и опытного образца максимальна для сдобного печенья.

Из данных табл. 2 следует, что добавление жмыха ягод черной смородины практически не оказывает влияния на физико-химические показатели качества готовых изделий. Все изменения показателей качества готовых изделий находятся в пределах норм, установленных стандартом качества ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Общие технические условия».

Для подтверждения целесообразности введения добавки в сдобное печенье с целью повышения пищевой ценности, проведен расчёт пищевой ценности и химического состава для контрольного образца сдобного печенья и с добавлением жмыха ягод черной смородины в количестве 15 % от массы муки. Результаты расчета представлены в табл. 3.

Пищевая ценность сдобного печенья с добавлением жмыха ягод черной смородины

Показатель	Содержание в 100 г		Изменение химического состава, %
	Контроль	С добавкой	
Химический состав			
Белки, г	6,38	6,40	0,3
Жиры, г в т.ч.:	14,58	14,58	-
- сумма насыщенных жирных кислот, г	8,38	8,38	-
- сумма ненасыщенных жирных кислот, г	5,74	5,74	-
- сумма полиненасыщенных жирных кислот, г	0,46	0,46	-
Углеводы, г в т.ч.:	71,04	71,13	0,13
- моно- и дисахариды, г	26,71	26,73	0,07
- крахмал, г	42,18	42,18	-
- пищевые волокна, г	2,15	2,22	3,3
Минеральные вещества, мг:			
натрий	115,77	115,77	-
калий	100,19	152,69	52,4
кальций	27,37	32,77	19,7
магний	11,77	16,42	39,5
фосфор	77,27	82,22	6,4
железо	1,05	3	185,7
хлор	-	2,1	100
сера	-	0,3	100
Витамины:			
витамин А, мкг	128,40	130,95	1,99
витамин В ₁ , мг	0,11	0,11	-
витамин В ₂ , мг	0,09	0,09	-
витамин РР, мг	0,76	0,805	5,92
витамин Е, мг	1,16	1,17	0,86
витамин Н, мг	-	0,36	100
витамин С, мг	-	30	100
витамин В ₅ , мг	-	0,06	100
Полифенольные вещества, мг	-	2402,76	100
Энергетическая ценность, ккал	465,29	470	1,01

Как следует из данных табл. 3, в образце с добавлением жмыха черной смородины значительно увеличивается содержание магния и кальция по сравнению с контрольным образцом. Кроме того, повышается содержание железа на 185,7 %. В опытном образце отмечается содержание витаминов и минералов, которые отсутствуют в контрольном образце. Сдобное печенье с добавлением жмыха черной смородины благодаря полифенольным веществам обладает Р-витаминной активностью.

Таким образом, на основе проведенных исследований установлена перспективность повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий путем добавления вторичных ресурсов ягодного сырья. Приведено обоснование использования

дополнительного сырья растительного происхождения в виде высушенного жмыха и шрота ягод черной смородины как наполнителя в тесто для сдобного печенья и хлебобулочных изделий. Экспериментальные и расчетные данные показали возможность повышения пищевой ценности продуктов массового потребления для основных групп населения за счет использования дополнительного сырья в виде вторичных продуктов переработки ягод, позволяющих обогатить рацион природными биологически активными ингредиентами. Анализ полученных данных подтвердил возможность использования жмыха ягод черной смородины в производстве обогащенного сдобного печенья.

Список литературы

1. Бакин, И.А. Изучение химического состава ягод черной смородины в процессе переработки / И.А. Бакин, А.С. Мустафина, П.Н. Лукин // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 159–162.
2. Fröhling, B. Anthocyanins, total phenolics and antioxidant capacities of commercial red grape juices, black currant and sour cherry nectars / B. Fröhling, C.-D. Patz, H. Dietrich, F. Will // Fruit processing. – May/June 2012. – pp. 100–104.
3. ВЭЖХ в контроле антоцианового состава плодов черной смородины / Л.А. Дейнека, Е.И. Шапошник, Д.А. Гостищев, В.И. Дейнека, В.Н. Сорокопудов // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2009. – Т. 9. – Вып. 4. – С. 529–536.
4. Стрельцина, С.А. Питательные и биологически активные вещества ягод и листьев смородины черной (*Ribes nigrum L.*) в условиях Северо-Запада России / С.А.Стрельцина, О.А. Тихонова // Аграрная Россия. – 2010. – № 1. – С. 24–31.

5. Vagiri, M. Black currant (*Ribes nigrum L.*) – An insight into the crop / Michael Vagrili // SLU. – 2012. – № 2. – Pp 58.
6. Тараховский, Ю.С. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю.С.Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С. Абдралилов, Е.Н. Музафаров; отв. ред. Е.И. Маевский. – Пушино: Synchronbook, 2013. – 310 с.
7. Петрова, С.Н. Состав плодов и листьев смородины черной *Ribes nigrum* (обзор) / С.Н. Петрова, А.Л. Кузнецова // Химия растительного сырья. – 2014. – № 4. – С. 43–50.
8. Применение метода ультразвукового экстрагирования в приготовлении напитка направленного действия из ягод чёрной смородины / Н.С. Родионова, М.В. Мануковская, А.Е. Небольсин, М.В. Серченя // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 2. – С. 162–169.
9. Рециклинг отходов в АПК: справочник / И.Г. Голубев, И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко, М.В. Лопатников. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 296 с.
10. Исследование технологических процессов получения экстрактов ягод черной смородины / И.А. Бакин, А.С. Муштафина, Л.А. Алексеев, П.Н. Лунин // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 12. – С. 227–230.
11. Precooked bran – enriched wheat flour using extrusion: dietary fiber profile and sensory characteristics // H. Gajula, S. Alavi, K. Adhikari, T Herald // JFS: sensory and food quality. – 2008. – Vol. 73.– Pp. 173–179.
12. Выявление предпосылок комплексной переработки плодово-ягодного сырья Сибирского региона / Т.Ф. Киселева, И.С. Зайцева, Д.Б. Пеков, Н.В. Бабий // Техника и технология пищевых производств. – Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2009. – № 3. – С. 7–11.
13. Lauková, M. Effect of hydrated apple powder on dough rheology and cookies quality / M. Lauková, Z. Kohajdová, J. Karovičová // Potravinarstvo scientific journal for food industry. – 2016. – Vol. 10. – Pp. 506–511.

References

1. Bakin I.A., Mustafina A.S., Lunin P.N. Izuchenie khimicheskogo sostava yagod chernoy smorodiny v protsesse pererabotki [The study of the black currant berry chemical composition in the processing]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2015, vol. 6, pp. 159–162.
2. Fröhling B., Patz C.-D., Dietrich H., Will F. Anthocyanins, total phenolics and antioxidant capacities of commercial red grape juices, black currant and sour cherry nectars. *Fruit processing*, 2012, May/June, pp. 100–104.
3. Deyneka L.A., Shaposhnik E.I., Gostishchev D.A., Deyneka V.I., Sorokopudov V.N. VEZhKh v kontrole antotsianovogo sostava plodov chernoy smorodiny [HPLC in the control of the anthocyanin composition of black currant fruits]. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy* [Sorption and chromatographic processes], 2009, vol. 9, no. 4, pp. 529–536.
4. Strel'tsina S.A., Tikhonova O.A. Pitatel'nye i biologicheski aktivnye veshchestva yagod i list'ev smorodiny chernoy (*Ribes nigrum L.*) v usloviyakh Severo-Zapada Rossii [Nutritious and biologically active substances of berries and black currant leaves (*Ribes nigrum L.*) in the North-West of Russia]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], 2010, no. 1, pp. 24–31.
5. Vagiri M. *Black currant (Ribes nigrum L.) – An insight into the crop*. Uppsala SWEDEN: SLU publ., 2012, 58 p.
6. Tarakhovskiy Yu.S., Kim Yu.A., Abdrasilov B.S., Muzafarov E.N., Maevskiy E.I. (ed.) *Flavonoidy: biokhimiya, biofizika, meditsina* [Flavonoids: biochemistry, biophysics, medicine]. Pushchino: Synchronbook Publ., 2013. 310 p.
7. Petrova S.N., Kuznetsova A.L. Sostav plodov i list'ev smorodiny chernoy *Ribes nigrum* (obzor) [Composition of fruits and black currant leaves *Ribes nigrum* (review)]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2014, no. 4, pp. 43–50.
8. Rodionova N.S., Manukovskaya M.V., Nebol'sin A.E., Serchenya M.V. Primenenie metoda ul'trazvukovogo ekstragirovaniya v prigotovlenii napitka napravlenno deystviya iz yagod chernoy smorodiny [Application of ultrasonic extraction method in the preparation of the directive action beverage from black currant]. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the VSUET], 2016, no. 2, pp. 162–169. DOI: 10.20914/2310-1202-2016-2-162-169.
9. Golubev I.G., Shvanskaya I.A., Konovalenko L.Yu., Lopatnikov M.V. *Retsikling otkhodov v APK: spravochnik* [Recycling of waste in the agroindustrial complex: reference book]. Moscow: FGBNU Rocinformagrotekh Publ., 2011. 296 p.
10. Bakin I.A., Mustafina A.S., Aleksenko L.A., Lunin P.N. Issledovanie tekhnologicheskikh protsessov polucheniya ekstraktov yagod chernoy smorodiny [Research of technological processes for extracting blackberry berries extracts]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], 2014, no. 12, pp. 227–230.
11. Gajula H., Alavi S., Adhikari K., Herald T. Precooked bran – enriched wheat flour using extrusion: dietary fiber profile and sensory characteristics. *JFS: sensory and food quality*. 2008, vol. 73, no. 4, pp. 173–179. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00715.x
12. Kiseleva T.F., Zaytseva I.S., Pekov D.B., Babiy N.V. Vyyavlenie predposylok kompleksnoy pererabotki plodovo-yagodnogo syr'ya Sibirskogo regiona [Identification of the preconditions for the complex processing of fruit and berry raw materials of the Siberian region. Technique and technology of food production]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2009, no. 3, pp. 7–11.
13. Lauková, M, Kohajdová Z., Karovičová J. Effect of hydrated apple powder on dough rheology and cookies quality. *Potravinarstvo scientific journal for food industry*, 2016, vol. 10, no. 1, pp. 506–511.

Дополнительная информация / Additional Information

Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий / И.А. Бакин, А.С. Муштафина, Е.А. Вечтомова, А.Ю. Колбина // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 5–12.

Bakin I.A., Mustafina A.S., Vechtomova E.A., Kolbina A.Yu. The use of secondary resources of fruit raw material in technology of confectionery and bakery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 5–12 (In Russ.).

Бакин Игорь Алексеевич

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (923) 491-96-00, e-mail: bakin@kemtipp.ru

Мустафина Анна Сабирдяновна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры организации и экономики предприятий пищевой промышленности, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (908) 941-50-48, e-mail: mustafina_as@mail.ru

Вечтомова Елена Александровна

канд. техн. наук, ассистент кафедры технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: bp@kemtipp.ru

Колбина Анастасия Юрьевна

магистрант кафедры технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

Igor A. Bakin

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of process engineering of food production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (923) 491-96-00, e-mail: bakin@kemtipp.ru

Anna S. Mustafina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of organization and economics of food industry, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (908) 941-50-48, e-mail: mustafina_as@mail.ru

Elena A. Vechtomova

Cand.Sci.(Eng.), Assistant of the Department of Fermentation Technology and canning, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: bp@kemtipp.ru

Anastasia Yu. Kolbina

Undergraduate of the Department process engineering of food production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia



УДК 633.491

УРОЖАЙ, КАЧЕСТВО И СОХРАННОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

А.В. Бутов¹, А.А. Мандрова^{2,*}

¹ФГБОУ ВО «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: 14.03.2017

Дата принятия в печать: 10.05.2017

Аннотация. В статье приведены результаты исследований действия современных регуляторов роста растений (РРР) на урожай, качество и сохранность картофеля. Полевые опыты выполнены в 2012–2014 гг. (по хранению 2012–2015 гг.) в учебно-опытном хозяйстве Елецкого госуниверситета им. И.А. Бунина на выщелоченных черноземах ЦЧР (Липецкая область). Изучали следующие РРР: Эпин-Экстра, Экопин, Экогель, Новосил, Циркон, Гумат N/K, включая контроли без обработок препаратами. Испытание РРР осуществляли на двух фонах минеральных удобрений – N₆₀P₉₀K₆₀ и N₉₀P₁₅₀K₁₂₀. Сорт картофеля Удача. Из изучаемых нами РРР наиболее эффективными оказались варианты 3,10 – Экопин и 5,12 – Новосил. Так, по фону N₆₀P₉₀K₆₀ урожайность картофеля от их применения составила соответственно 30,2 и 29,1 т/га, против 22,9 т/га на 1-ом контрольном варианте, повысилась крахмалистость клубней до 15,4 и 14,9 % при 14,2 % на контроле. Снизилась общие потери массы на 1,1–1,0 % и уменьшилась заболеваемость продукции в период хранения до 1,4–1,5 %, против 1,9 % на контроле. На повышенном фоне удобрений N₉₀P₁₅₀K₁₂₀ урожайность картофеля на 10 и 12 вариантах с применением Экопина и Новосила повысилась до 33,2–32,2 т/га, против 26,8 т/га на 8 контрольном варианте. При этом прибавка урожая на фоне более высоких доз удобрений оказалась меньше и составила 23,0–20,1 %, против 31,9 и 27,1 % по фону N₆₀P₉₀K₆₀. Установлена достоверная прибавка урожая на обоих фонах удобрений от применения РРР Циркон и Экогель. В крупном производстве картофеля целесообразно применять наиболее эффективные РРР Экопин в дозе 60 г/га и Новосил в дозе 200 мг/га в соответствии с рекомендованными для обработок сроками. Использование лучших препаратов увеличивает урожайность картофеля на 27,1–31,9 % и 20,1–23,0 % повышает крахмалистость клубней, существенно снижает общие потери при хранении.

Ключевые слова. Картофель, регуляторы роста, урожай, качество, сохранность клубней

YIELD, QUALITY AND PRESERVATION OF POTATOES WHEN USING PLANT GROWTH REGULATORS

A.V. Butov¹, A.A. Mandrova^{2,*}

¹Bunin Yelets State University,
28, Communarov Str., Yelets, Lipetsk region, 399770, Russia

²The Board of Deputies of the city Yelets Lipetsk region,
127, Oktyabrskaya Str., Yelets, Lipetsk region, 399740, Russia

* e-mail: annaelets@yandex.ru

Received: 14.03.2017

Accepted: 10.05.2017

Abstract. The article deals with the results of researches on the effect of modern plant growth regulators (PGR) on yield, quality and preservation of potatoes. Field experiments were performed in 2012–2014 (storage 2012–2015) in the educational-experimental farm of the Yelets State University after I. A. Bunin, on leached chernozems of the Central Black Earth Region (Lipetskaya oblast). Studied have been the following RGR: Epin-Extra, Ecopin, Ecogel, Novosil, Zircon, Humate N/K including the controls free of drug treatment. The PGP test has been performed on two backgrounds of mineral fertilizers, namely, N₆₀P₉₀K₆₀ and N₉₀P₁₅₀K₁₂₀. The “Udacha” variety of potato has been used. The most effective PGR options appeared to be 3.10 – Ecopin and 5.12 – Novosil. According to the background of N₆₀P₉₀K₆₀ the yield of potatoes as the result of their use amounted to 30.2 and 29.1 t/ha, respectively, against 22.9 t/ha for the 1st control variant. The starch content of the tubers has increased to 15.4 and 14.9% against 14.2% of the control. Total weight losses have decreased by of 1.1–1.0% and the incidence of the products during storage has reduced up to 1.4–1.5%, against 1.9% in the control. Advanced background of N₉₀P₁₅₀K₁₂₀ fertilizer has led to the increase of potato yield in the 10 and 12 versions to 33.2–32.2 t/ha when using Ecopin and Novosil against 26.8 t/ha in the 8 control variant. The yield increase against the background of higher doses of fertilizers appeared to be less amounting to 23.0 – 20.1%, compared to 31.9 and 27.1% for N₆₀P₉₀K₆₀ background. A significant yield increase for both fertilizer backgrounds when using Zircon and Ecogel PGRs has been demonstrated. In major potato production it is expedient to apply the most effective PGRs Ecopin at the dose of 60

g/ha and Novosil at the dose of 200 ml/ha at recommended treatment time. The use of effective drugs leads to the increase of the yield of potatoes by 27.1–31.9% and 20.1–23.0%, increases starch content of tubers and significantly reduces losses during storage.

Keywords. Potato, growth regulators, yield, quality, keeping quality of tubers

Введение

Повышение урожайности, улучшение качества и сохранности клубней – важная задача при возделывании картофеля. В настоящее время для повышения урожая сельскохозяйственных культур все больше внимания уделяется недорогому способу – применению регуляторов роста растений (РРР). Это органические соединения, стимулирующие или тормозящие процессы роста и развития растений (природные вещества и синтетические препараты, применяемые при обработке сельскохозяйственных культур). Природные регуляторы представлены в растениях фитогормонами и ингибиторами роста, а также веществами типа витаминов. Так ауксины активируют рост стеблей, листьев и корней. Гиббереллины индуцируют или активируют рост стеблей растений, вызывают прорастание некоторых семян и образование партенокарпических плодов, а также нарушают период покоя у ряда растений. Цитокинины стимулируют клеточное деление, заложение и рост стеблевых почек [1].

Помимо природных регуляторов роста существуют и синтетические, которые были впервые получены голландским физиологом растений Ф. Кеглем в 1934 году. К группам синтетических регуляторов относятся также ингибиторы: ретарданты — препараты, уменьшающие длину и увеличивающие толщину стеблей, и морфактины — соединения, вызывающие аномалии в точке роста и появление уродливых органов у растений [1].

К веществам, обладающим резко ингибирующим действием, относятся гербициды, уничтожающие сорную растительность. Синтетические ингибиторы, в отличие от природных, способны более резко подавлять ростовые процессы; они длительный период не поддаются инактивации растительными тканями; характер их действия часто связан не только с ростом, но и с нарушением морфогенетических процессов [2].

Применение регуляторов роста в сельском хозяйстве имеет ряд положительных моментов. Они снижают отрицательное влияние внешней среды, повышают всхожесть и устойчивость растений к болезням, увеличивают концентрацию хлорофилла в листьях, ускоряют темпы нарастания вегетативной массы, способствуют повышению урожайности, качества и сохранности продукции [3].

Изменения физиологических процессов в растениях картофеля под влиянием регуляторов роста способствуют увеличению ассимиляционной поверхности растений, активизации процессов фотосинтеза и оттока пластических веществ из листьев, что в конечном итоге, повышает урожайность и качество клубней картофеля [4].

Синтетические ингибиторы роста используют для задержания прорастания клубней картофеля при хранении, торможения роста стеблей злаков

для повышения устойчивости к полеганию (ретарданты), уничтожения сорняков (гербициды) [1]. Исследованиями установлено, что обработка клубней картофеля ингибитором тормозящим прорастание, существенно продлевает период покоя клубней и снижает потери продукции при длительном хранении [3].

Наиболее распространенный способ применения регуляторов роста это опрыскивание растений в период вегетации. Большинство данных препаратов обладают системным действием, что позволяет снизить количество рабочей жидкости. Кроме того, отмечается положительный эффект при использовании баковых смесей регуляторов с пестицидами [4]. Это важно как с экологической, так и с экономической точек зрения.

Помимо опрыскивания вегетирующих растений, в картофелеводстве широко применяется предпосадочная обработка семенных клубней. Это позволяет получить дружные всходы растений, повысить их устойчивость к болезням и улучшить сохранность вороха картофеля [5]. Предпосадочная обработка клубней картофеля в сочетании с последующими обработками по вегетации позволяет повысить не только урожай культуры, но и содержание сухого вещества, крахмала и витамина С в продукции [6].

В сельскохозяйственном производстве нельзя ориентироваться только на то, что применение одних регуляторов роста увеличит урожайность и качество продукции. Известно, что их применение оправдано только при высокой технологии возделывания сельскохозяйственных культур и малоэффективно при низкой агротехнике [1]. Вместе с тем в условиях дороговизны минеральных удобрений, отсутствия органических удобрений (связанное со значительным сокращением поголовья скота) регуляторы роста растений вполне могут существенно повысить урожай, качество и сохранность картофеля. При этом не требуется больших материальных затрат на приобретение препаратов, обработку ими семян или опрыскивание растений в период вегетации [1,2,7].

В этой связи целью наших исследований было изучить действие современных регуляторов роста растений на урожай, качество и сохранность картофеля в условиях возделывания его на выщелоченных черноземах Центрально-Черноземного региона.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в полевых опытах в 2012–2014 гг. и одновременно 2012–2015 гг. по хранению в учебно-опытном хозяйстве (УОХ) Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина (Липецкая область). Схема опытов по изучению регуляторов роста растений, состояла из 7 вариантов, включая и контроль без обработок. Изучали следующие препараты: Эпин-Экстра, Экопин, Экогель,

Новосил, Циркон, Гумат N/K. Действие регуляторов роста на растения картофеля исследовали на двух фонах минеральных удобрений – $N_{60}P_{90}K_{60}$ и $N_{90}P_{150}K_{120}$. Дозы и сроки обработок картофеля регуляторами роста растений строго соответствовали принятым рекомендациям [8]. Для Эпина-Экстра и Экогеля обработку PPP проводили в период бутонизации. Цирконом обрабатывали клубни непосредственно перед посадкой и затем в фазе полных всходов. Экопином опрыскивали в период бутонизации, с последующей обработкой через две недели. Гумат N/K использовали в виде 4-х кратной обработки в течение всей вегетации. Новосил применяли в период начала цветения с последующей обработкой через 7 дней. Обработку по вегетирующим растениям проводили с помощью ранцевого опрыскивателя.

Почва опытных участков выщелоченный чернозем, по механическому составу средний суглинок, окультуренность средняя. Содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое (0–30 см) – 5,4 % (немного ниже среднего), реакция почвенного раствора – слабокислая ($pH_{\text{сол.}} - 5,7$), подвижного фосфора (по Труогу – Мейеру) низкое (8,8–10,3 мг), обменного калия (по Бровкиной, на пламенном фотометре) близкое к среднему (12,6–14,1 мг на 100 г почвы). Степень насыщенности почвы основаниями высокая – 86,9–88,1 %. Влажность устойчивого увядания для растений картофеля – 14,3 %. Сорт картофеля Удача, ширина междурядий – 75 см, густота посадки – 55 тыс./га, глубина заделки клубней – 6–8 см. Площадь опытной делянки 76,5 м², учетной 51 м². Повторность 4-х кратная. Предшественник картофеля в научном севообороте – озимая пшеница. Динамику накопления урожая картофеля проводили по методике ВНИИКХ [9] в 3 срока: в фазу полной бутонизации, в фазу полного цветения и в начале отмирания ботвы. Промежуток между учетами составлял 14–15 дней. Усредненный расчет за 3 года динамики накопления массы ботвы и клубней по пятидневкам выполнен по методике предложенной профессором, Героем Социалистического Труда, А.Г. Лорхом [11]. Данная методика впоследствии была усовершенствована нами для современных условий: применения более высоких доз удобрений, новых технологий, техники и почвенно-климатических условий Центрально-Черноземного региона [12]. Посадку картофеля осуществляли в зависимости от погодных условий: в 2012 г – 12 мая, 2013 г – 15 мая, 2014 г – 13 мая. Уборку картофеля в опытах проводили в первой декаде сентября.

Для исследования сохранности картофеля с каждого варианта опыта в период уборки отбирали клубни (10 кг), помещали в сетки в 4-х кратной повторности и закладывали в хранилище с активной вентиляцией в насыпе на глубине 30–50 см. По окончании хранения весной, в первой декаде апреля, определяли отходы от гнилей, естественную убыль и общие потери массы клубней. Математическую обработку данных по урожаю, крахмалистости и общим потерям проводили методом простого дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10]. Содержание крахмала в клубнях определяли

поляриметрически по Эверсу [9]. Погодные условия более благоприятными для роста и развития растений картофеля были в 2012 и 2013 годы, гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период (с апреля по сентябрь) составил соответственно 1,5 и 1,4 (категория влажных лет). В 2014 г ГТК составил 1,1 (категория недостаточного увлажнения в вегетационный период).

Результаты и их обсуждение

В период вегетации растений мы проводили учет динамики накопления массы ботвы, клубней и развития ассимиляционной поверхности листьев.

Изучение динамики накопления урожая картофеля позволяет установить, при каких технологических приемах идет более интенсивный прирост массы клубней в течение вегетационного периода. Для получения высокого конечного урожая картофеля, оптимальное накопление массы клубней за пятидневку, начиная с фазы полной бутонизации должно составлять 2,5–6,0 т/га [11,12,13]. В наших опытах накопление урожая клубней по пятидневкам в условиях применения регуляторов роста растений на фоне различного уровня минерального питания выглядело следующим образом. В период с фазы полной бутонизации до цветения на 45-ый день вегетации в среднем за 3 года на контрольных вариантах (вар. 1, 8) без применения PPP накопление урожая клубней за пятидневку на обычном фоне $N_{60}P_{90}K_{60}$ составило 1,65 т/га, при $N_{90}P_{150}K_{120}$ – 1,91 т/га. Лучшие результаты по интенсивности накопления урожая клубней в этот период были на вариантах с применением Экопина, Новосила и Циркона – 2,24–2,11 т/га на обычном фоне удобрений и на повышенном – 2,49–2,34 т/га. Через 2 недели после фазы полного цветения до появления первых признаков отмирания ботвы, в контрольном варианте на фоне умеренных доз удобрений прирост урожая составлял 3,22 т/га за пятидневку, а при повышенных дозах – 3,61 т/га. Лучшие темпы прироста массы клубней и во второй период определения были также на вариантах с обработкой картофеля Экопином, Новосилом и Цирконом. Так, прирост урожая на этих вариантах за пятидневку составил соответственно от 4,22–3,93 т/га на умеренном фоне и до 4,51–4,25 т/га на фоне внесения повышенных доз удобрений. В вариантах с использованием Эпин-Экстра, Гумата N/K, темпы накопления во все периоды определения были существенно ниже лучших вариантов. Уступал лучшим вариантам по интенсивности накопления урожая и вариант с применением Экогеля. Однако в сравнении с контролями увеличение прироста урожая клубней отмечено и на этих вариантах. В третий период определения динамики накопления урожая, через 16 дней после начала отмирания ботвы, прирост массы клубней значительно снизился. Накопление массы клубней находилось в зависимости от варианта применения регуляторов роста и уровня минерального питания в пределах 1,78–2,47 т/га за 5-и дневку, против 1,21–1,38 т/га на первом и втором контролях (вар. 1, 8).

При конечном учете урожая картофеля в период уборки в среднем за три года проведения полевых опытов (табл. 1) наибольшая урожайность картофеля как на обычном умеренном, так и на повышенном фоне минеральных удобрений получена на вариантах с применением Экопина, Новосила и Циркона. По фону $N_{60}P_{90}K_{60}$ урожайность от таких регуляторов роста растений (вар. 3, 5, 6) соответственно составила 30,2; 29,1; 27,8 т/га, против 22,9 т/га на контроле.

На фоне применения повышенных доз азота, фосфора и калия – $N_{90}P_{150}K_{120}$ урожайность картофеля от регуляторов роста растений Экопина, Новосила и Циркона (вар. 10,12,13) повысилась соответственно до 33,2–32,2–30,5 т/га, против 26,8 т/га на восьмом контрольном варианте. Достоверная прибавка урожая (2,7 т/га) при повышенных дозах минеральных удобрений получена при обработке растений картофеля Экогелем на 11-ом варианте. Такие РРР как Эпин-Экстра и Гумат N/K в условиях внесения повышенных доз минеральных удобрений оказались недостаточно эффективными т.к. на этих вариантах не получено достоверной прибавки урожая по отношению к 8-му контрольному варианту ($НСР_{05} = 2,1$ т/га).

В тоже время на фоне умеренных доз удобрений ($N_{60}P_{90}K_{60}$) достоверная прибавка урожая картофеля по отношению к 1-му контрольному варианту получена по всем шести вариантам, хотя и в различной степени.

В среднем в зависимости от фона минеральных удобрений наиболее эффективные регуляторы роста растений обеспечили следующую прибавку уро-

жая картофеля: Экопин по $N_{60}P_{90}K_{60}$ – 31,9 %, по $N_{90}P_{150}K_{120}$ – 23,9 %; Новосил соответственно 27,1 и 20,1 %; Циркон – 21,4 и 13,8 %.

По Экогелю прибавка урожая оказалась меньше, чем на лучших вариантах и составила 16,2 % на обычном фоне и 10,1 % на повышенном фоне минеральных удобрений. В тоже время Экогель эффективно снижал потери от гнилей и в целом общие потери при хранении.

Повышение доз минеральных удобрений с $N_{60}P_{90}K_{60}$ до $N_{90}P_{150}K_{120}$ (контрольные варианты: 1 и 8) снижало содержание крахмала на 0,9 %. На обычном фоне удобрений обработка растений РРР Экопином, Новосилом, Гуматом, Цирконом повысило крахмалистость клубней соответственно на 1,2–0,7–0,6–0,5 процентов. В условиях повышенных доз удобрений достоверное повышение содержания крахмала по отношению к 8 контрольному варианту для этого фона, выявлено только на вариантах Экопин и Новосил – 1,2–0,7 %, при $НСР_{05}$ равной 0,4 %.

В целом, анализ данных по урожайности и крахмалистости картофеля в зависимости от действия регуляторов роста показывает, что наилучшими из них в условиях наших опытов оказались Экопин и Новосил.

Лежкость и устойчивость картофеля к заболеваниям тесно связаны с дыханием, заживлением ран и прорастанием клубней. Производство продукции, которой не обеспечен путь от поля до прилавка, не только не является достижением, но и ведет к бесполезной трате человеческих и материальных средств [14].

Таблица 1

Урожайность, содержание крахмала и сохранность картофеля при использовании регуляторов роста растений (Урожайность и крахмалистость среднее за 2012–2014 гг.; потери – среднее за периоды хранения 2012–2015 гг.).

Фон минерального удобрения	Вариант	Урожайность, т/га	Крахмал, %	Общие потери, %	в том числе		
					естественная убыль массы	технические отходы	абсолютная гниль
$N_{60}P_{90}K_{60}$	1.Контроль	22,9	14,2	8,5	6,5	1,6	0,4
	2.Эпин-Экстра	25,3	14,4	7,9	6,3	1,3	0,3
	3.Экопин	30,2	15,4	7,5	6,0	1,3	0,2
	4.Экогель	26,6	13,7	7,4	6,1	1,2	0,1
	5.Новосил	29,1	14,9	7,5	6,1	1,3	0,1
	6.Циркон	27,8	14,7	7,8	6,2	1,4	0,2
	7.Гумат N/K	25,7	14,8	8,1	6,3	1,5	0,3
$N_{90}P_{150}K_{120}$	8.Контроль	26,8	13,3	10,2	7,6	2,0	0,6
	9.Эпин-Экстра	28,7	13,2	9,5	7,3	1,7	0,5
	10.Экопин	33,2	14,5	9,0	7,2	1,5	0,3
	11.Экогель	29,5	13,0	9,2	7,1	1,7	0,4
	12.Новосил	32,2	14,1	9,1	7,2	1,6	0,3
	13.Циркон	30,5	13,7	9,3	7,2	1,7	0,4
	14.Гумат N/K	28,1	13,5	9,7	7,3	1,9	0,5
	$НСР_{0,5}$	2,1	0,4	0,5			

Произвести 100 тонн высококачественного картофеля должно быть, выгоднее, чем перевыполнить план и произвести 120 тонн, из которых 30 тонн будут обречены на гниение. Чтобы хорошо и без потерь или при возможно меньших потерях сохра-

нить картофель, необходимо глубоко и всесторонне знать процессы, протекающие в хранящихся клубнях, взаимосвязь этих процессов с факторами внешней среды и условиями произрастания [14]. Пригодность картофеля к длительному хранению –

необходимое условие и важный показатель оценки применяемых при его выращивании технологических приемов [15].

Потеря массы картофеля в период хранения в наших исследованиях зависела от доз минеральных удобрений и применяемых регуляторов роста растений. На фоне внесения умеренных доз удобрений $N_{60}P_{90}K_{60}$ (вар. 1, без обработки PPP) общие потери картофеля за период хранения составили 8,5 %. От внесения повышенных их доз $N_{90}P_{150}K_{120}$ (вар. 8) общие потери массы клубней картофеля увеличились до 10,2 %. Причем, увеличение общих потерь произошло не только за счет большей естественной убыли массы, но и возрастания заболеваемости вороха картофеля грибными и бактериальными гнилями. В тоже время следует учитывать, что общая величина естественной убыли может существенно увеличиваться за период хранения при наличии вирусной инфекции в клубнях [16, 17].

Регуляторы роста растений могут оказывать существенное влияние, как на снижение общих потерь, так и уменьшение заболеваемости клубней в период осенне-зимнего хранения [3, 6]. В наших опытах наблюдалась подобная тенденция. В условиях рекомендуемых ранее для ЦЧР умеренных доз минеральных удобрений $N_{60}P_{90}K_{60}$ лучшая сохранность вороха картофеля выявлена на вариантах с применением таких PPP, как Экогель, Экопин, Новосил – общие потери при хранении составили соответственно 7,4; 7,5; 7,5 %, против 8,5 % на контроле. Причем снижение потерь картофеля на этих вариантах отмечено за счет уменьшения заболеваемости клубней и меньшей естественной убыли массы.

На фоне более высоких доз минеральных удобрений $N_{90}P_{150}K_{120}$ лучшая сохранность вороха картофеля установлена на вариантах с применением PPP Экопин, Новосил, Экогель, Циркон, где общие потери соответственно составили: 9,0; 9,1; 9,2, 9,3 %, против 10,2 % на контроле. Эффективность регуляторов роста растений важна и тем, что они не только повышают урожай клубней в период вегетации культуры, но и существенно уменьшают их заболеваемость в период хранения картофеля [18, 19]. В наших исследованиях на вариантах с обработкой картофеля PPP Экопин, Новосил, Экогель, Циркон в 4–2 раза меньше было обнаружено абсолютной гнили после периода хранения и в 1,33–1,23 раза меньше технического отхода. Техни-

ческие отходы это загнивание до половины клубня, т.е. загнившую часть можно срезать, а оставшуюся здоровую использовать на корм скоту).

Выводы

Таким образом, в последовательном порядке по эффективности на картофеле изученные нами регуляторы роста растений выстраиваются следующим образом: Экопин, Новосил, Циркон, Экогель, с урожаем соответственно: 30,2; 29,1; 27,8; 26,6 т/га, против 22,9 т/га на контроле. Применение наиболее эффективных PPP по фону $N_{60}P_{90}K_{60}$ Экопина и Новосила увеличивает прибавку урожая картофеля соответственно на 31,9 и 27,1 %, повышает крахмалистость клубней на 1,2 и 0,7 %, снижает общие потери массы на 1,1–1,0 %, существенно при этом уменьшает развитие заболеваемости продукции в период хранения.

С повышением доз удобрений (фон- $N_{90}P_{150}K_{120}$) урожайность картофеля от применения лучших в условиях опытов PPP Экопина и Новосила возросла до 33,2–32,2 т/га, против 26,8 т/га на 8 контрольном варианте. На повышенном фоне удобрений прибавка урожая от изучаемых препаратов была несколько меньше и составила 23,0–20,1 %. При этом также наблюдалась тенденция по улучшению качества продукции, снижению потерь при хранении, уменьшению заболеваемости клубней в ворохе картофеля в сравнении с контролем (вар. 8).

Вполне приемлемы для производства и такие регуляторы роста как Циркон и Экогель. На этих вариантах получена достоверная прибавка урожая на обоих фонах удобрений, а также выявлено хорошее качество клубней и улучшение сохранности картофеля.

Проведенные нами исследования позволяют рекомендовать в производстве картофеля использование наиболее эффективных PPP Экопин в дозе 60 г/га и Новосил в дозе 200 мл/га в соответствии с рекомендованными для обработок сроками [8]. Использование таких эффективных регуляторов роста обеспечит улучшение устойчивости растений картофеля к неблагоприятным условиям внешней среды, повысит урожай клубней до 30,2–29,1 т/га на фоне умеренных доз и до 33,2–32,2 т/га при повышенных дозах удобрений в сочетании с хорошим содержанием крахмала и существенно снизит общие потери при хранении.

Список литературы

1. Регуляторы роста растений / Под ред. В.С. Шевелухи. – М.: Агропромиздат, 1990. – 185 с.
2. Галицын, Г.Ю. Регуляторы роста в голландской технологии возделывания картофеля // Защита и карантин растений. – 2006. – № 8. – С. 29–30.
3. Мальцев, С.В. Обработка клубней ингибитором прорастания снижает потери при хранении / С.В. Мальцев, К.А. Пшеченков // Картофель и овощи. – 2009. – № 1. – С. 9.
4. Порсев, И.Н. Влияние регуляторов роста на формирование надземных и подземных органов растений картофеля // Агро XXI. – 2006. – № 1. – С. 42–43.
5. Уромова, И.П. Влияние фиторегуляторов на фотосинтетическую способность растений картофеля // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 35–36.
6. Применение регуляторов роста позволяет снизить пестицидную нагрузку / Л.А. Дорожкин, П.Е. Пузырьков, В.Н. Зейрук, О.В. Абашкин // Картофель и овощи. – 2006. – № 3. – С. 30–31.

7. Кравченко, А.В. Экогель на основе хитозана повышает биопотенциал картофеля / А.В. Кравченко, Л.С. Федотова, А.В. Федосов // Картофель и овощи. – 2010. – № 3. – С. 20.
8. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: Изд – во Агрус, 2014. – 412 с.
9. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. – М., НИИКХ, 1989. – 142 с.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
11. Лорх, А.Г. Динамика накопления урожая картофеля / А.Г. Лорх. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 191 с.
12. Бутов, А.В. Динамика накопления урожая картофеля в ЦЧР / А.В. Бутов.. – Елец: ЕГУ им. И.А.Бунина, 2008. – 135 с.
13. Бутов, А.В. Интродукция картофеля в России и культура его в современных условиях: монография / А.В. Бутов. – Елец: ЕГУ им. И.А.Бунина, 2010. – 542 с.
14. Картофель России / Под редакцией А.В. Коршунова. – М.: ВНИИКХ, 2003. – Т. 2. – 472 с.
15. Pope, L.R. Processing characteristics of potato / L.R. Pope, C.L. Balford // *Am. Potato* 1. – 1981 – Vol. 48. – № 11. – Pp. 403–409.
16. Salazar, L.S. Potato viruses and their control / L.S. Salazar // *International Potato*. – 1996. – 214 p.
17. Kurzinger, W. Viruskrankheiten der Kartoffel. *Kartoffelbau* / W. Kurzinger. – 1995. – № 46. – Pp. 312–317.
18. Neuman, F. Das Angebot von Annahmeeinrichtungen. *Kartoffelbau* / F. Neuman. – 1994. – № 11. – Pp. 424–430.
19. Weidemann, H.-L. Die Knollenringnekrose. Symtome und Bedeutung. *Kartoffelbau* / H.-L. Weidemann. – 1996. – № 47. – Pp. 128–129.

References

1. Shevelukhi V.S. *Regulatory rosta rasteniy* [The plant growth regulators]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1990. 185 p.
2. Galitsyn G.Yu., Gashnikov S.Yu., Shaldyaeva E.M., Chekurov V.M. *Regulatory rosta v gollandskoy tekhnologii vozdevlyvaniya kartofelya* [Growth regulators in the Dutch technology of potato cultivation]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Protection and quarantine of plants], 2006, no. 8, pp. 29–30.
3. Mal'tsev S.V., Pshechenkov K.A. *Obrabotka klubney ingibitorom prarastaniya snizhaet poteri pri khranении* [Processing of tubers by inhibitor of germination reduces losses during storage]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and vegetables], 2009, no. 1, p. 9.
4. Porsev I.N. *Vliyanie regulyatorov rosta na formirovanie nadzemnykh i podzemnykh organov rasteniy kartofelya* [Influence of growth regulators on the formation of aboveground and underground organs of potato plants]. *Agro XXI*, 2006, no. 1, pp. 42–43.
5. Uromova I.P. *Vliyanie fitoregulyatorov na fotosinteticheskuyu sposobnost' rasteniy kartofelya* [The influence of regulators on photosynthetic capacity of potato plants]. *Zemledelie* [Agriculture], 2009, no. 7, pp. 35–36.
6. Dorozhkin L.A., Puzyr'kov P.E., Zeyruk V.N., Abashkin O.V. *Primenenie regulyatorov rosta pozvolyaet snizit' pestitsidnyuyu nagruzku* [The application of growth regulators helps to reduce the pesticide load]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and vegetables], 2006, no. 3, pp. 30–31.
7. Kravchenko A.V., Fedotova L.S., Fedosov A.V. *Ekogel' na osnove khitozana povyshayet biopotentsial kartofelya* [Ecogel based on chitosan increases the action potential of potatoes]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and vegetables], 2010, no. 3, p. 20.
8. *Spravochnik pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii* [Handbook of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation]. Moscow: Agrus Publ., 2014. 412 p.
9. Kiryukhin V.P. et al. *Metodika fiziologo-biokhimicheskikh issledovaniy kartofelya* [Methods of physiological and biochemical research of potato]. Moscow: NIICX Publ., 1989. 142 p.
10. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results)]. Moscow: Kniga po Trebovaniyu Publ., 2012. 352 p.
11. Lorkh A.G. *Dinamika nakopleniya urozhaya kartofelya* [Dynamics of accumulation of potato crop]. Moscow: Sel'khozgiz Publ., 1948. 191 p.
12. Butov A.V. *Dinamika nakopleniya urozhaya kartofelya v TsChR* [Dynamics of the accumulation of crops in the Central Chernozem region]. Elets: EGU im. I.A. Bunina Publ., 2008. 135 p.
13. Butov A.V. *Introduktsiya kartofelya v Rossii i kul'tura ego v sovremennykh usloviyakh* [The introduction of the potato in Russia and its culture in modern conditions: monograph]. Elets: EGU im. I.A. Bunina Publ., 2010. 542 p.
14. Korshunova A.V. *Kartofel' Rossii* [Potatoes Russia]. Moscow: VNIICX Publ., 2003, vol. 2. 472 p.
15. Pope L.R., Balford C.L. Processing characteristics of potato. *Am. Potato* 1, 1981, vol. 48, no. 11, pp. 403–409.
16. Salazar L.S. *Potato viruses and their control*. Lima: International Potato Center. Publ., 1996. 214 p.
17. Kurzinger W. Viruskrankheiten der Kartoffel. *Kartoffelbau*, 1995, no. 46, pp. 312–317.
18. Neuman F. Das Angebot von Annahmeeinrichtungen. *Kartoffelbau*, 1994, no. 11, pp. 424–430.
19. Weidemann H.-L. Die Knollenringnekrose. Symtome und Bedeutung. *Kartoffelbau*, 1996, no. 47, pp. 128–129.

Дополнительная информация / Additional Information

Бутов, А.В. Урожай, качество и сохранность картофеля при использовании регуляторов роста растений / А.В. Бутов, А.А. Мандрова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 13–19.

Butov A.V., Mandrova A.A. Yield, quality and preservation of potatoes when using plant growth regulators. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 13–19 (In Russ.).

Бутов Алексей Владимирович

д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 399770, Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28, e-mail: butov.a.v@yandex.ru

Мандрова Анна Алексеевна

главный специалист-эксперт по экономике и финансам, Совет депутатов города Ельца Липецкой области, 399740, Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Октябрьская, 127, e-mail: annaelets@yandex.ru

Alexey V. Butov

Dr. Sci.(Agr.), Professor of the Department of Storage and Processing Technologies / Agricultural Products, Yelets State University. IA Bunin, 28, Communarov Str., Elec, Lipetsk region, 399770, Russia, e-mail: butov.a.v@yandex.ru

Anna A. Mandrova

The main expert on economics and finance, The Board of Deputies of city district city Yelets Lipetsk region, 127, October Str., Elec, Lipetsk region, 399740, Russia, e-mail: annaelets@yandex.ru



УДК 1:637.1

СИСТЕМНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Э.Г. Винограй, Л.М. Захарова, Е.А. Плосконосова*

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

**e-mail: ploskonosova888@rambler.ru*

Дата поступления в редакцию: 27.03.2017

Дата принятия в печать: 12.05.2017

Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования ряда положений системно-диалектического подхода и экономического анализа при разработке технологии кисломолочного продукта функционального назначения. Обосновывается подход к выбору пищевых добавок, их оптимальных дозировок, способов и стадий внесения с учетом системных закономерностей. Описываются факторы обогащения кисломолочного продукта функционального назначения, содействующие повышению его пищевой ценности для населения. Показано, что для большинства современных технологических исследований характерно рассмотрение объектов в специально-технологическом разрезе без достаточного учета того, что эти объекты являются еще и сложными системами и обладают не только специально-технологическими, но и системными качествами и закономерностями. В настоящей работе использованы следующие системные закономерности: фокусированность действий, комплексность, выделение решающего звена, поэтапность развития (преобразования) объекта, многофункциональность организации объекта. На их основе определены системные основания выбора наиболее адекватного варианта обогащения кисломолочного продукта, в аспектах соотношения функциональных компонентов и последовательности их внесения в создаваемый продукт. Рассмотрение экономических тенденций и перспектив развития рынка функциональных молочных продуктов позволило выявить ряд проблем, препятствующих развитию данного рынка. Учет системных закономерностей в данном исследовании призван содействовать расширению методологических оснований разработки пищевых технологий. Системное и экономическое видение данных технологий позволило выявить дополнительные возможности роста потребительских качеств и оздоровительного воздействия обогащаемых продуктов. В работе установлены дозы заквасочной культуры F DVS YF-L904 (FRO); бактериальной заквасочной культуры глубоководной замороженной прямой внесения HOWARU Bifido FRO; концентрата бактериального сухого прямого внесения «Lactobacillus Rhamnosus GG Grade G», «Valio Ltd.», стахиса, фруктового наполнителя «Зеленое яблоко», с которыми кисломолочный продукт функционального назначения приобретает улучшенные органолептические, физико-химические, реологические свойства.

Ключевые слова. Системно-диалектический подход, экономический анализ, кисломолочный продукт функционального назначения, технология функционального обогащения продукта, системная оптимизация пищевых технологий

SYSTEM AND ECONOMIC ASPECTS FOR DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL FERMENTED MILK PRODUCT TECHNOLOGY

E.G. Vinogray, L.M. Zakharova, E.A. Ploskonosova*

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

**e-mail: ploskonosova888@rambler.ru*

Received: 27.03.2017

Accepted: 12.05.2017

Abstract. The article discusses the possibility of using a number of aspects of system-dialectical approach and economic analysis when developing functional fermented milk product technology. The approach to the selection of supplements, their optimum dosages, methods and stages of introduction has been grounded taking into account the system patterns. It describes the enrichment factors of functional fermented milk product that enhance its nutritional value. It is shown that the majority of today's technological researches consider the objects in a specialized technological mode ignoring the fact that these objects are also complex systems and have not only a specially-technological but also systemic properties and patterns. In our research we used the following system patterns: focusing of actions, complexity, highlighting of the decisive link, staged development (conversion) of the object, multifunctional organization of the object. On their basis, we have determined the system grounds for choosing the most appropriate variant for the enrichment of fermented milk product in the aspects of functional components ratio and the sequence of their introduction into the developed product. Consideration of economic trends and the prospects for the development of functional dairy products market reveals several problems hindering the development of this market. Consideration of patterns in our study is to promote methodological bases for food technology development. System and economic vision of these technologies makes it possible to find extra opportunities for the improvement of consumer qualities and health-impact of enriched products. The doses of

F DVS YF-L904 (FRO) starter culture; HOWARU Bifido FRO starter culture of direct inoculation; "Lactobacillus Rhamnosus GG Grade G" bacterial. "Valio Ltd." dried bacterial concentrate of direct inoculation, stahis, "Green Apple" fruit filler have been established. They improve organoleptic, physico-chemical, reological properties of the functional fermented milk product.

Keywords. System-dialectical approach, economic analysis, functional fermented milk product, technology of functional enrichment of the product, system optimization of food technology

Введение

Реализация государственной политики в области здорового питания сталкивается на практике с рядом проблем. По имеющимся данным, в последние десятилетия наблюдаются нарушения в структуре питания населения России, обусловленные многообразными социально-экономическими причинами. Результаты ряда исследований свидетельствуют о кризисных тенденциях в состоянии здоровья всех возрастных групп населения России [1].

Одним из перспективных направлений коррекции питания является создание функциональных продуктов направленного действия, обладающих способностью стимулировать иммунную систему человека и применяемых с целью лечения и профилактики ряда заболеваний. Коррекция рациона человека с позиций теории рационального и адекватного питания и с учетом физиологических особенностей организма является актуальным аспектом «Концепции государственной политики в области здорового питания на период до 2020 года», принятой правительством России.

В настоящее время российский рынок продуктов, обладающих профилактическим и оздоровительным эффектом, динамично развивается. Среди направлений функционального питания одним из ведущих является обогащение продуктов добавками пробиотических культур. Особое место в группе функциональных продуктов занимают кисломолочные биопродукты, что обусловлено широким спектром возможностей их оздоровительного воздействия на организм человека. Перспективным биотехнологическим методом в молочной промышленности является создание симбиотических биопродуктов, основанных на синергизме пребиотиков и пробиотиков¹. Однако, по мнению ряда специалистов в области здорового питания не все функциональные возможности данных биопродуктов используются в полной мере [2, 3].

Цель настоящей работы – применение методов системно-диалектического подхода и экономических критериев для выбора наиболее адекватного варианта технологии кисломолочного продукта

¹ **Пробиотики** – это лекарственные препараты или биологически активные добавки к пище, которые содержат в составе живые микроорганизмы, являющиеся представителями нормальной микрофлоры человека. Цель приема пробиотиков – восстановление нарушенного баланса микроорганизмов, населяющих различные слизистые человека.

Пребиотики – функциональные пищевые ингредиенты в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающие при систематическом употреблении оптимизацию микробиологического статуса организма человека за счет избирательной стимуляции роста и (или) биологической активности нормальной микрофлоры пищеварительного тракта [2, 3].

функционального назначения с совместным использованием пребиотиков и пробиотиков.

В качестве пробиотиков предполагается использовать бактериальные заквасочные культуры на основе бифидобактерий и лактобактерий. Бифидобактерии (род *Bifidobacterium*) – обязательная и доминирующая микрофлора кишечника здорового человека, особенно находящихся на грудном вскармливании детей. Роль бифидобактерий для здоровья человека чрезвычайно велика. Эти бактерии выполняют в организме следующие функции: участвуют в процессах пищеварения (гидролизуют сахара, частично белки и жиры); регулируют обмен веществ; являются средством иммуннокоррекции и иммуностимуляции на общем и клеточном уровне; оказывают выраженное антагонистическое воздействие на многие виды патогенных бактерий и вирусов (в первую очередь, на возбудителей желудочно-кишечных заболеваний: патогенные кишечные палочки, сальмонеллы, шигеллы, возбудители тифа, туберкулезную палочку, холерный вибрион и др.).

Бифидобактерии используются в нашей стране и ряде других стран для лечения и профилактики желудочно-кишечных заболеваний, в том числе дисбактериозов, как средство повышения иммунитета и др. Кроме фармацевтических форм и БАД бифидобактерии также используются при производстве пробиотических молочных продуктов, улучшающих качество жизни и содействующих сохранению здоровья человека. Лечебно-профилактический эффект пробиотических молочных продуктов зависит от содержания в них активных (жизнеспособных) клеток бифидобактерий.

В качестве пребиотиков предполагается использовать пищевые добавки: стахис и фруктовый наполнитель «Зеленое яблоко» на основе пектина. Стахис – многолетнее овощное растение из семейства яснотковых. Его родиной является Восточная Азия. Стахис характеризуется наличием в нем редкого для овощных растений невосстанавливающегося тетрасахарида стахиозы (дигалактозилсахароза – C₂₄H₄₂O₂), состоящего из двух остатков галактозы, остатка глюкозы и остатка фруктозы. В клубеньках стахиса содержится до 19,5 % стахиозы. Подобно гормону поджелудочной железы инсулину она обеспечивает активное усвоение углеводов органами и тканями. Обладая таким биологическим эффектом, стахис способен оказывать лечебное действие при сахарном диабете – заболевании, сопровождающемся нарушением не только углеводного, но и жирового, белкового и водно-минерального обмена.

Другим достоинством стахиса является отсутствие в нем крахмала – полисахарида, отягочающего состояние больных сахарным диабетом. В

организме человека стахис вызывает ряд функциональных воздействий: антиаритмическое, антисклеротическое, гипотензивное, кардиотопическое, мочегонное, обезболивающее, общеукрепляющее, противоопухолевое, противоязвенное, ранозаживляющее, сахароснижающее, седативное (успокаивающее), спазмолитическое. Регулярное потребление клубеньков стахиса снижает повышенный уровень глюкозы в крови на 40–60 %, холестерина и триглицеридов на 30 %, уменьшает вязкость крови и увеличивает время ее свертывания на 75 %, что способствует улучшению микроциркуляции крови в тканях организма, повышает эластичность артериальных сосудов, содействует восстановлению слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта при эрозиях и язвенной болезни. Такое сочетание в растении биологически активных веществ делает его важным диетическим и лечебным продуктом.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования выступают: нормализованная молочная смесь со сбалансированным соотношением ингредиентов, бактериальная заквасочная культура лиофилизированная прямого внесения F DVS YF-L904 (FRO) Chr. Hansen; бактериальная заквасочная культура лиофилизированная прямого внесения F DVS YF-L 811 (FRO) Chr. Hansen; бактериальная заквасочная культура лиофилизированная прямого внесения DELVO – YOG FW-32; бактериальная заквасочная культура глубокозамороженная прямого внесения HOWARU Bifido FRO; концентрат бактериальный сухой прямого внесения «Lactobacillus Rhamnosus GG Grade G»; «Valio Ltd», пищевая добавка Стахис, фруктовый наполнитель «Зеленое яблоко» на основе пектина и способ соединения данных компонентов в напиток.

Методологической основой исследования являются системно-диалектический подход и экономический анализ.

Опыт создания обогащенных продуктов питания насчитывает несколько десятилетий. На основе этого опыта рядом авторов сформулированы методические принципы, составляющие на данный момент руководящие ориентиры выбора технологий обогащения [4].

Принцип первый. Для обогащения пищевых продуктов следует использовать те микронутриенты, дефицит которых реально имеет место, достаточно широко распространен и небезопасен для здоровья. В условиях России это прежде всего витамины С, группы В, фолиевая кислота, каротин, а из минеральных веществ – йод, железо и кальций.

Принцип второй. Обогащать следует, прежде всего, продукты массового потребления, доступные для всех групп детского и взрослого населения и регулярно используемые в повседневном питании. К таким продуктам относятся мука и хлебобулочные изделия, молоко и кисломолочные продукты, соль, сахар, напитки, продукты детского и диетического питания.

Принцип третий. Обогащение пищевых продуктов функциональными добавками не должно ухудшать потребительские свойства этих продуктов (вкус, аромат и др.), не сокращать сроки их хранения. Процесс обогащения не должен ухудшать усвояемость других пищевых веществ, входящих в состав продуктов питания.

Принцип четвертый. При обогащении пищевых продуктов необходимо учитывать возможность химического взаимодействия обогащающих добавок между собой и с компонентами обогащаемого продукта. Необходимо выбирать такие сочетания, способы и стадии внесения, которые обеспечивают их максимальную сохранность в процессе производства и в течение срока годности. Разработчикам обогащенных пищевых продуктов следует учитывать возможность нежелательного взаимодействия ряда витаминов и минеральных веществ (в том числе, металлов переменной валентности) при их совместном использовании. Следует также обращать внимание на биоусвояемость внесенных добавок организмом в процессе потребления.

Принцип пятый. Регламентируемое, т.е. гарантируемое производителем содержание витаминов и минеральных веществ в обогащенных продуктах должно быть достаточным для удовлетворения за счет данного продукта 30–50 % средней суточной потребности в этих микронутриентах. Это связано с тем, что реальный дефицит витаминов и ряда минеральных веществ в рационе современного человека находится в пределах 30–50 % от рекомендуемого уровня их потребления.

Принцип шестой. Количество витаминов и минеральных веществ, дополнительно вносимых в обогащаемые продукты, должно быть рассчитано с учетом их возможного естественного содержания в исходном продукте или сырье, а также потерь в процессе производства и хранения, с тем, чтобы обеспечить содержание этих микронутриентов на уровне не ниже регламентируемого в течение всего срока годности обогащенного продукта.

Ценность и актуальность данных принципов несомненны. Однако их концептуальные ориентации все же недостаточны для решения ряда проблем обогащения продуктов. По этим причинам сохраняется актуальность дальнейшего углубления методологических оснований в сфере технологий обогащения. В качестве перспективного направления таких поисков может быть использована методология системно-диалектического подхода в его системно-организационном (оптимизационном) ракурсе [5, 6], а также элементы экономического подхода.

Актуальность применения системных методов в исследовании технологических процессов обусловлена необходимостью учета системной природы технологических объектов. Между тем, для большинства современных технологических исследований характерно рассмотрение объектов в специально-технологическом разрезе без достаточного учета того, что эти объекты являются еще и сложными системами и обладают не только специально-технологическими, но и системными качествами и

закономерностями. Рассмотрение конкретных проблем молочной промышленности сквозь призму системных закономерностей и методов, развитых в современной теории систем, могло бы содействовать росту методологической оснащенности и конструктивности технологических исследований.

С позиций системно-диалектического подхода важнейшими принципами оптимизации сложных объектов являются: фокусированность действий, комплексность, выделение решающего звена, поэтапность развития (преобразования) объекта, многофункциональность организации, организационная гибкость [5]. В настоящей работе мы ограничимся использованием ряда из указанных системных закономерностей, выступающих как базовые принципы системно-диалектического подхода в его организационно-деятельностном аспекте.

1. *Фокусированность действий.* Этот принцип основывается на законе фокусированного действия, согласно которому разрешение системой актуальных противоречий (проблем) достигается за счет функционального сосредоточения частных действий всех уровней на достижение общей цели системы. Иными словами, сложная система действует подобно фокусирующей линзе: концентрирует потенциал своих элементов, связей, процессов, ресурсов, взаимодействий со средой – на достижение функциональных результатов, обеспечивающих разрешение проблем. Чем точнее сфокусированы все системные параметры в функциональном направлении, тем выше эффект действия системы при разрешении проблем.

2. *Комплексность.* Этот принцип включает в себя следующие аспекты: 1) всесторонность воздействия на объект с учетом качественных особенностей и взаимосвязи его сторон; 2) взаимодополняющее соединение сторон объекта как основа его целостности. Этот аспект следует из закона функциональной дополненности, который вскрывает структурный механизм достижения фокусированного действия: для того, чтобы система работала эффективно, с высокой степенью фокусированного действия, ее элементы должны функционально дополнять друг друга по своим качествам и действиям. С точки зрения данного закона одно из главных отличий целостной системы от механического конгломерата элементов и связей заключается в том, что в системе элементы взаимодополняют друг друга по своим качествам и взаимоподдерживают свои действия в процессе функционирования.

3. *Выделение «решающего звена».* «Решающие звенья» – это такие пункты системы, где первоочередное приложение усилий может дать наибольший эффект. Принцип решающего звена дополняет принцип комплексности, указывает практические способы его реализации. Выделение решающего звена позволяет разрешить противоречие между необходимостью одновременного воздействия на существенные аспекты объекта и ограниченностью возможностей и ресурсов субъекта познания или управления. Существуют различные типы «решающего звена»: «слабейшее звено», «массовое звено», «ведущее звено» и др. [5].

4. *Поэтапность развития (преобразования) системы.* Этот принцип указывает оптимальный способ организации действий в процессе преобразования системы. Попытки осуществить преобразование сложной системы разовым актом по принципу «все или ничего» могут привести к ее дестабилизации или даже разрушению. Поэтому наиболее рационально осуществлять развитие (преобразование) поэтапно, начиная с наиболее доступных и легко осуществимых изменений, наращивая на каждом новом этапе масштабы преобразований, развертывая новые этапы с учетом как достижений, так и ошибок, препятствий, тупиковых тенденций, выявившихся на предшествующих этапах. Практическая реализация принципа поэтапности предполагает развитие действий в соответствии со следующими оптимизационными критериями:

- выделение этапов преобразования методом «от простых и наиболее доступных преобразований к более сложным и глубоким». Конкретизацией данного метода является следующая ориентация: «сначала реально провести в жизнь простейшее, организовать хорошенько наличное, – а затем уже подготавливать более сложное» [7];

- результатом осуществления каждого из этапов должен быть функционально завершённый комплекс взаимодополняющих объектов, способный к автономному функционированию;

- каждый из этапов должен создавать базу для наращивания комплекса преобразований более высокого качественного уровня. Результаты предыдущих этапов должны содействовать реализации целей последующих этапов.

5. *Многофункциональность организации объекта.* Этот принцип требует поиска такого варианта организации объекта, при котором он способен выполнять не одну, а несколько функций без дополнительных ресурсных затрат или с незначительными дополнительными затратами. Благодаря многофункциональным решениям достигается существенное упрощение объектов (сокращение числа конструктивных элементов и процессов), рост экономности (снижение затрат на создание объекта и его ресурсное обеспечение), расширение диапазона полезных свойств и возможностей и т.п.

Применение принципов фокусированного действия, комплексности и других порождает системный эффект эмерджентности, то есть появление у объекта качественно новых свойств, отсутствующих у его компонентов.

Результаты и их обсуждение

Реализация предприятиями молочной отрасли государственной политики в области здорового питания в части продуктов, обогащенных функциональными компонентами, требует научного сопровождения. Методологический анализ технологий обогащения призван содействовать выявлению резервов биологической эффективности обогащенных продуктов, оптимизации их дозировок и стадий внесения для достижения искомого функционального воздействия. С точки зрения сформулированных ранее системных закономерностей попыта-

емя уточнить основания выбора наиболее полноценного способа обогащения кисломолочного продукта в аспектах соотношения вносимых функциональных компонентов и последовательности их внесения в создаваемый продукт.

Во-первых, с позиции принципа фокусированного действия важно избрать из множества возможных такой вариант обогащения, который в наибольшей степени фокусирует взаимодействие компонентов в направлении повышения биологической и пищевой ценности продуктов, их витаминизации, улучшения структуры/консистенции, органолептических показателей и пр.

Во-вторых, избранному варианту должно быть присуще качество комплексной взаимодополняемости компонентов. Обогащая молочные продукты, мы создаем систему из разнородных компонентов, взаимодействию которых следует, по возможности, придать положительную синергию.

В-третьих, с позиции принципа поэтапности выбор последовательности стадий внесения обогащающих компонентов должен содействовать их функциональной сочетаемости и сохранности биологически активных веществ в создаваемом продукте.

В-четвертых, при выборе варианта обогащения продуктов важным ориентиром является принцип многофункциональности, указывающий на такие резервы потребительской ценности как расширение диапазона полезных свойств, улучшение вкусовых качеств продуктов.

С учетом указанных системных закономерностей рассмотрим варианты выбора технологии обогащения кисломолочного продукта с использованием бактериальных заквасочных культур, пищевой добавки стахис, фруктового наполнителя «Зеленое яблоко» на основе пектина.

В настоящем исследовании анализ взаимодействия вводимых компонентов и их влияния на органолептические и физико-химические показатели готового продукта осуществлялся на этапах: 1 – обоснования количественного и качественного состава бактериальной закваски и оценки ее влияния на физико-химические и органолептические показатели готового продукта; 2 – выбора дозы растительной добавки (стахис); 3 – выбора вида и дозы фруктового наполнителя; 4 – исследования качественных показателей кисломолочного продукта. В органолептическом аспекте исследовались показатели: вкус, цвет, запах, внешний вид, консистенция, послевкусие и посторонние привкусы; в физико-химическом: активная, титруемая кислотность, реологические свойства.

Этап 1. Обоснование количественного и качественного состава бактериальной закваски и оценка ее влияния на физико-химические и органолептические показатели готового продукта. В процессе разработки кисломолочного продукта был исследован ряд вариантов заквасочных культур.

Вариант культуры DVS прямого внесения. Концентрированные культуры DVS обладают рядом преимуществ перед обычными заквасками: с DVS культурами у производителей отпадает необ-

ходимость приготовления промышленного стартера; они отличаются постоянством состава (не нарушается соотношение между штаммами), простотой в обращении, высокой активностью, отсутствием риска загрязнения бактериофагом. К достоинствам культур DVS также относится возможность получения ферментированных продуктов высокого качества с большими сроками хранения. Применение культур DVS для заквашивания молока позволяет значительно интенсифицировать технологический процесс.

Вариант йогуртных заквасок (Yo-Flex® и Delvo). Это закваски прямого внесения в перерабатываемое молоко в виде замороженных или сублимированных гранул. Заквасочные культуры DELVO-YOG® DIRECT-SET являются высококонцентрированными заквасочными смесями, как определенного, так и неопределенного штаммового состава. Они обеспечивают требуемое нарастание кислотности в процессе производства, характеризуются стандартизованностью показателей активности и значительным ростом в переработанном молоке. Применяются для производства йогуртов различных типов. Культуры DELVO-YOG® могут быть использованы как отдельно, так и в сочетании с пробиотическими культурами LAFTI®.

Вариант бактериальной заквасочной культуры глубокозамороженной прямого внесения HOWARU Bifido FRO. Пробиотические культуры «HOWARU™ Bifido» обладают свойствами иммуномодуляторов, что подтверждается многочисленными клиническими испытаниями.

Вариант концентрата бактериального сухого прямого внесения «Lactobacillus Rhamnosus GG Grade G», «Valio Ltd.» Данный штамм был выделен из кишечника здорового человека в 1983 г. и запатентован в 1985 г. Шервудом Горбачом и Барри Голдиным. Данный штамм является устойчивым к воздействию кислоты желудочного сока и желчи и поэтому после перорального введения бактерии достигают толстой кишки живыми.

Сравнительный анализ заквасочных культур по указанным ранее параметрам на основе литературных данных показал, что из рассмотренных вариантов заквасочных культур F DVS YF-L904 (FRO); F DVS YF-L 811 (FRO); «DELVO – YOG FW-32 наиболее эффективной с точки зрения биологической ценности для производства кисломолочного продукта функционального назначения является заквасочная культура F DVS YF-L904 (FRO). Она в наибольшей степени отвечает системным критериям комплексности и многофункциональности.

Средняя температура процесса ферментации данного вида кисломолочного продукта – 39 °С. Оптимальное время сквашивания до pH 4,65 составляет 5,5 часов (отсчет времени сквашивания продукта начинается от момента внесения закваски). По результатам проведенных измерений анализы титруемой и активной кислотности кисломолочного продукта с использованием заквасочной культуры соответствуют установленным требованиям.

После выбора заквасочной культуры было исследовано влияние пищевой добавки (стахис) на

процесс ферментации молочной основы. Результаты проведенных исследований показали, что стахис не влияет на кислотообразующую активность заквасочных культур. Показатели титруемой и активной кислотности молочной основы при его добавлении соответствуют требованиям производства кисломолочного продукта функционального назначения.

Этап II. Выбор дозы растительной добавки (стахиса). На основе литературных данных и с учетом системных качеств (многофункциональность, эмерджентность) было установлено, что из всех пребиотиков наиболее подходящим является стахис. Как отмечалось ранее, клубни стахиса имеют высокую пищевую и биологическую ценность (в мг%): белка – до 1,5, жира – 0,18, витамина С – 10,0, калия – 484, кальция – 332, магния – 24,9, содержат также микродозы натрия, цинка, меди, марганца и других микроэлементов. Биохимический состав стахиса содействует частичной компенсации инсулиновой недостаточности при сахарном диабете и восстановлению нарушенного обмена углеводов, жиров, белков и минеральных веществ. Такое многоплановое действие данной растительной добавки делает перспективным ее применение при атеросклерозе, ишемической болезни, болезнях печени и почек, хронических инфекционных заболеваниях (туберкулезе, ревматизме, бруцеллезе, фурункулезе), эндокринных нарушениях. С целью максимального сохранения витаминного и микроэлементного состава добавки «стахис» при производстве обогащенных продуктов ее следует применять в виде измельченного порошка имеющего специфический запах и вкус. В ходе исследования было установлено, что оптимальной дозой внесения стахиса в обогащаемый продукт является 2,1 %, а оптимальная стадия его внесения – после перемешивания по окончании процесса ферментации молочной основы с добавлением установленных доз заквасочной культуры F DVS YF-L904 (FRO), бактериальной заквасочной культуры глубоководной замороженной прямого внесения HOWARU Bifido FRO, концентрата бактериального сухого прямого внесения «Lactobacillus Rhamnosus GG Grade G» «Valio Ltd.» – 100г/1000кг, 10г/1000кг, 10г/1000кг соответственно.

Проведенные исследования показали, что увеличение дозировок стахиса по сравнению с указанной приводило к появлению отрицательных свойств получаемых кисломолочных продуктов функционального назначения – ухудшение органолептических показателей: неравномерное распределение растительной добавки в продукте и пр.

Этап III. Выбор вида и дозы фруктового наполнителя. При обогащении кисломолочных продуктов возможно изменение их потребительских характеристик – потеря или ослабление привычного вкуса и аромата. Поэтому одной из задач исследования было придание разрабатываемому кисломолочному продукту приятного вкуса и аромата с помощью натуральных фруктовых наполнителей. В качестве вкусовой добавки был предложен фруктовый наполнитель «Зеленое яблоко» (производитель

компания «Цуегт»). В его состав входит пектин, который усиливает способность организма человека выводить тяжелые металлы, а также абсорбировать токсические продукты метаболизма и такие биологические вещества как холестерин, желчные кислоты, мочевины, продукты тучных клеток. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о полезности применения пектинов при сахарном диабете, желудочно-кишечных заболеваниях, заболеваниях печени и поджелудочной железы, ожирении. Помимо лечебных свойств пектины обладают рядом технологических преимуществ: желеобразующая способность; хорошая растворимость; температурная устойчивость; возможность получать продукты с необходимыми текстурными и органолептическими свойствами. В ходе эксперимента были проанализированы три образца с разной дозой внесения фруктовой добавки: 12, 13 и 14 %. В результате проведенных исследований было выявлено, что наиболее высокие органолептические показатели имеет кисломолочный продукт с внесенной дозой фруктового наполнителя в количестве 13 %. Увеличение дозировки фруктового наполнителя приводило к ухудшению органолептических показателей, расслоению консистенции, появлению сильно выраженного привкуса фруктовой добавки.

Этап IV. Исследование изменения качественных показателей кисломолочного продукта в процессе хранения при температуре (4±2) °С. В ходе исследований определялись органолептические показатели, pH, титруемая кислотность, количество жизнеспособных клеток пропионовокислых и молочнокислых бактерий, а также реологические показатели и энергетическая ценность кисломолочного продукта. В процессе хранения обогащенного кисломолочного продукта отмечено постепенное нарастание титруемой кислотности и снижение pH. На 14-е сутки титруемая кислотность соответствует нормативным требованиям. По результатам исследований контрольных образцов кисломолочного продукта на 2, 5 и 7 сутки хранения не отмечены изменения органолептических показателей, но наблюдается отстой сыворотки. На 14-е сутки хранения кисломолочного продукта наблюдалось значительное отделение сыворотки, ухудшение вкуса. Исследования реологических показателей свежеработанного кисломолочного продукта, а также в процессе хранения (14 дней) были проведены на вискозиметре Rheomat R180. Измерения были проведены при следующих условиях: ротор № 1, цилиндр № 1, скорость сдвига 64, чтение результата 10 сек, температура продукта 10 °С. На основании результатов исследования реологических показателей кисломолочного продукта можно говорить о повышении технологических свойств продукта в процессе хранения.

Энергетическая ценность исследуемого кисломолочного продукта определена расчетным методом, исходя из данных, что при окислении 1 г жира в организме человека высвобождается 9 ккал энергии, из 1 г белка – 4 ккал, из 1 г углеводов – 3,8 ккал. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Энергетическая ценность кисломолочного продукта

Массовая доля, г/100 г продукта			Энергетическая ценность, ккал
белки	жиры	углеводы	
3,7	1,0	4,9	42,4

По результатам исследования установлено, что кисломолочный продукт по величине энергетической ценности является низкокалорийным (показатель энергетической ценности до 100 ккал/100 г продукта), в связи с чем может использоваться для диетического питания.

Таким образом, в ходе работы были установлены дозы бактериальной заквасочной культуры лиофилизированной прямого внесения F DVS YF-L904 (FRO) Chr. Hansen; бактериальной заквасочной культуры глубокозамороженной прямого внесения HOWARU Bifido FRO; концентрата бактериального сухого прямого внесения «Lactobacillus Rhamnosus GG Grade G», «Valio Ltd.», стахиса, фруктового наполнителя «Зеленое яблоко» на основе пектина – 100г/1000кг, 10г/1000кг, 10г/1000кг, 2,1 %; 13 % соответственно. Внесение этих ингредиентов позволяет придать кисломолочному продукту функционального назначения желаемые органолептические, физико-химические, реологические свойства. При этом по своим энергетическим, пищевым и биологическим качествам он относится к диетическим, низкокалорийным продуктам питания.

Подводя итоги исследования, обозначим аспекты, в которых применение системного подхода создает дополнительные возможности развития технологий производства функциональных продуктов питания. Учет принципов фокусированности действий и комплексности содействует выбору такой технологии производства продукта функционального назначения, при которой комплексное взаимодействие вносимых добавок содействует сохранности в нем витаминов, минеральных веществ длительное время. Учет комплексности позволил изыскать такое сочетание добавок (бактериальной заквасочной культуры лиофилизированной прямого внесения F DVS YF-L904 (FRO) Chr. Hansen; бактериальной заквасочной культуры глубокозамороженной прямого внесения HOWARU Bifido FRO; концентрата бактериального сухого прямого внесения «Lactobacillus Rhamnosus GG

Grade G», «Valio Ltd.», стахиса, фруктового наполнителя «Зеленое яблоко» на основе пектина) и их дозировок, которое позволило избежать возникновения отрицательных свойств кисломолочного продукта: аллергических реакций, ухудшения работы организма человека. В аспекте требований многофункциональности предпринятый подход позволил придать разрабатываемому кисломолочному продукту расширенный диапазон свойств: снижение калорийности, увеличение срока годности (за счет применения стахиса); стабилизация консистенции, повышение пищевой и биологической ценности, снижение стоимости (за счет внесения пектина). Соблюдение принципа поэтапности позволило уточнить выбор способа и стадии внесения добавок в исследуемые образцы.

Следует отметить, что при разработке продуктов функционального назначения важен учет не только системных, но и экономических аспектов. В этой связи приведем экономическую оценку тенденций и перспектив развития рынка функциональных молочных продуктов.

По данным исследования компании BusinesStat «Анализ рынка функциональных продуктов в России в 2010–2015 годах» основной объем продаж функциональных продуктов приходится на кисломолочные продукты. В России функциональные кисломолочные продукты занимают 49 % в объеме продаж всех кисломолочных продуктов (1,4 млн. тонн в год). Стоимостный объем продаж функциональных продуктов в России постоянно растет. С 2010 по 2015 годы оборот рынка этих продуктов вырос на 50 % – с 65,8 до 98,5 млрд. руб. [8]. Данные тенденции свидетельствуют об относительной ненасыщенности данного сегмента рынка. При этом, функциональные продукты питания не относятся к товарам массового спроса. Потребители таких продуктов – в основном люди зрелого возраста. Поэтому, данный рынок требует стратегии продвижения, учитывающей особенности, прежде всего, данного контингента покупателей.

Предпринятый в настоящем исследовании учет системных и экономических аспектов разработки кисломолочных продуктов функционального назначения призван содействовать расширению методологической базы пищевых технологий. Системные закономерности данных технологий позволяют выявлять дополнительные возможности роста потребительских качеств и оздоровительного воздействия функциональных продуктов.

Список литературы

1. Рожина, Н.В. Развитие производства функциональных пищевых продуктов // Переработка молока. – 2015. – № 4. – С. 48–53.
2. Бондаренко, В.М. Пробиотики, пребиотики и синбиотики в терапии и профилактике кишечных дисбактериозов / В.М. Бондаренко, Н.М. Грачева // Фарматека. – 2003. – № 7. – С. 56–63.
3. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты функциональные. Термины и определения. – М.: Изд-во «Стандартинформ», 2006. – 10 с.
4. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами / А.А. Кухаренко, А.Н. Богатырев, В.М. Короткий, М.Н. Дадашев // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 62–64.
5. Винограй, Э.Г. Системно-диалектический подход: теория и методология: монография / Э.Г. Винограй. – Кемерово, 2014. – 308 с.

6. Laszlo, E. A strategy for the future: the systems approach to world order / E. Laszlo. – N.Y.: George Braziller. – 1974. – 238 p.
7. Ленин, В.И. Полное собрание сочинений. Изд. V / В.И. Ленин. – М.: Политиздат. – 1980. – Т. 1–55.
8. Лыгина, Н.И. Экономические факторы развития рынка функциональных пищевых продуктов / Н.И. Лыгина, О.В. Рудакова, Ю. П. Соболева // Социально-экономические явления и процессы. – 2014. – № 11. – Т. 9. – С. 115–121.

References

1. Rozhina N.V. Razvitie proizvodstva funktsional'nykh pishchevykh produktov [The development of functional food production]. *Pererabotka moloka* [Processing of milk], 2016, no. 4, pp. 48–53.
2. Bondarenko V.M., Gracheva N.M. Probiotiki, prebiotiki i sinbiotiki v terapii i profilaktike kishhechnykh disbakteriozov [Probiotics, prebiotics and synbiotics in therapy and prevention of intestinal dysbiosis]. *Farmateka* [Pharmateca], 2003, no. 7, pp. 56–63.
3. GOST R 52349-2005. *Produkty pishheve. Produkty funktsional'nye. Terminy i opredeleniya* [State Standard 52349-2005. Food products. Functional Products. Terms and Definitions]. Moscow: Standartinform Publ., 2006. 10 p.
4. Kukhareno A.A., Bogatyrev A.N., Korotkiy V.M., Dadashv M.N. Nauchnye printsipy obogasheniya pishchevykh produktov mikronutrientami [Scientific principles of enrichment micronutrient food]. *Pishcheyaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2008, no. 5, pp. 62–64.
5. Vinogray E.G. *Sistemno-dialekticheskiy podkhod: teoriya i metodologiya* [System-dialectical approach: the theory and methodology]. Kemerovo: KemIFST Publ., 2014. 308 p.
6. Laszlo E. *A strategy for the future: the systems approach to world order*. New York: George Braziller Publ., 1974. 238 p.
7. Lenin V.I. *Polnoe sobranie sochineniy* [Complete Works]. Moscow: Politizdat Publ., 1980, edition 5.
8. Lygina N.I., Rudakova O.V., Soboleva Yu.P. Ekonomicheskie faktory razvitiya rynka funktsional'nykh pishchevykh produktov [Economic factors of functional foods market development]. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy* [Socio-economic phenomena and processes], 2014, vol. 9, no. 11, pp. 115–121.

Дополнительная информация / Additional Information

Винограй, Э.Г. Системные и экономические аспекты разработки технологии кисломолочного продукта функционального назначения / Э.Г. Винограй, Л.М. Захарова, Е.А. Плосконосова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 20–27.

Vinogray E.G., Zakharova L.M., Ploskonosova E.A. System and economic aspects for development of functional fermented milk product technology. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 20–27 (In Russ.).

Винограй Эмиль Григорьевич

д-р филос. наук, профессор, заведующий кафедрой философии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-05-81, e-mail: vineg@bk.ru

Захарова Людмила Михайловна

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

Плосконосова Елена Алексеевна

канд. техн. наук, доцент кафедры организации и экономики предприятий пищевой промышленности, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-62, e-mail: ploskonosova888@rambler.ru

Emil G. Vinogray

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Philosophy, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-05-81, e-mail: vineg@bk.ru

Lyudmila M. Zakharova

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

Elena A. Ploskonosova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Organization and Economics of Food Industry Business, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-62, e-mail: ploskonosova888@rambler.ru



УДК 637.5:602.4

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАПЕЧЕННОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ СВИНИНЫ

**Т.А. Гревцова^{1,*}, Л.Ф. Григорян¹, В.Н. Храмова¹, И.Ф. Горлов^{1,2},
А.А. Короткова¹, Т.Ю. Животова³**

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
технический университет»,
400005, Россия, г. Волгоград, пр. Ленина, 28

²ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский
институт производства и переработки мясомолочной продукции»,
400131, Россия, г. Волгоград, ул. Рокоссовского, 6

³ГБУ РО «Ростовская облСББЖ с ПО» Шахтинский филиал,
346524, Россия, Ростовская область,
г. Шахты, пр. Победа Революции, 115

*e-mail: tanyushka.grevco@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 03.04.2017

Дата принятия в печать: 12.05.2017

Аннотация. Разработан способ получения цельномышечного запеченного продукта из свинины, обогащенного биодоступными формами йода и селена. Объектами исследования являлись мясной продукт и семена чечевицы, предварительно пророщенные в растворах йодида калия и селенита натрия для обогащения йодом и селеном. Пророщенные семена чечевицы подвергали экструдированию, после чего перемалывали в муку и гидратировали для удобства внесения на стадии посола. Использование пищевой добавки «Глималаск» позволило снизить массовую долю нитрита натрия в готовом продукте более чем в 2 раза и при этом сохранить равномерную розовую окраску запеченного изделия. Разработанный способ комбинирования мяса и растительных компонентов позволяет получить обогащенный продукт, направленный на обеспечение рациона питания современного человека микроэлементами. Обогащение растительными компонентами в гидратированном виде в количестве 15 % позволяет восполнить суточную потребность в йоде и селене на 16,8 и 36,1 % соответственно. Использование суспензии, полученной из муки экструдированной чечевицы и воды, позволяет увеличить содержание массовой доли белка в готовом продукте на 1,1 %, при этом снизить содержание массовой доли жира на 4,21 %. Внесение муки, полученной из экструдата чечевицы, позволяет максимально обогатить мясной продукт микроэлементами, не ухудшая органолептические показатели готового продукта.

Ключевые слова. Селен, йод, свинина, йодид калия, селенит натрия, нитрит натрия, экструдат чечевицы

BIOTECHNOLOGICAL APPROACH IN PRODUCTION OF BAKED PRODUCT FROM PORK

**T.A. Grevtsova^{1,*}, L.F. Grigoryan¹, V.N. Khramova¹, I.F. Gorlov^{1,2},
A.A. Korotkova¹, T.Yu. Zhivotova³**

¹Volgograd State Technical University,
28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia

²Volga region research institute of production
and processing of meat and dairy production,
6, Marshall Rokossovsky Str., Volgograd, 400131, Russia

³Rostov Region «Shakhty City Station on Fight Against Diseases of Animals»,
115, Pobeda Revolyutsii Ave., Shakhty, Rostov regional, 346500, Russia

*e-mail: tanyushka.grevco@mail.ru

Received: 03.04.2017

Accepted: 12.05.2017

Abstract. The technology of producing the whole muscle product from pork enriched with bioavailable forms of iodine and selenium has been developed. The objects of the research are the meat product and seeds of lentil, pregerminated in solutions of potassium iodide and sodium selenite for enrichment with iodine and selenium. Germinated seeds of lentil are subjected to extruding then milled into flour and hydrated for convenience of introduction at the stage of salting. The use of "Glimalask" nutritional supplement allows

us to lower a mass fraction of diazotizing salt in a finished product more than twice and, at the same time, to keep the uniform pink coloring of the baked meat product. The developed way of combining meat and vegetable components makes it possible to obtain the enriched product aimed at providing a modern person's diet with minerals and food fibers. The enrichment of food with vegetable components in a hydrated form in amount of 15% enables meeting the daily requirement for iodine and selenium by 16.8% and 36.1%, respectively. The use of the emulsion made of flour of extruded seeds of lentil and water increases the content of a mass fraction of protein in a finished product by 1.1%, and reduces the content of a mass fraction of fat by 4.21%. The introduction of vegetable components enriches the meat product with minerals without worsening organoleptic indices of the finished product.

Keywords. Selenium, iodine, pork, potassium iodide, sodium selenit, diazotizing salt, lentil extrudate

Введение

Дефицит йода и селена в рационе питания признан ООН, ВОЗ и Детским фондом ООН мировой проблемой, обостряющейся по мере возрастания техногенного воздействия на человека и окружающую среду. К сожалению, на территории многих стран встречается одновременная недостаточность селена и йода у населения различных возрастных групп, что приводит к значительному усугублению последствий их дефицита, особенно у детей, подростков, беременных, кормящих женщин и пожилых людей [1]. Диагностировано большое количество заболеваний и патологических состояний, связанных с дефицитом микроэлементов в окружающей среде. Все патологические процессы, вызванные недостаточностью, избытком или дисбалансом микроэлементов в организме, получили название – микроэлементозы. Самыми известными из них являются йод-, селендефицитные состояния и железodefицитная анемия.

Йод является чрезвычайно активным веществом, входит в состав гормонов щитовидной железы, способен разносторонне влиять на ткани, органы и функции организма. Йод участвует в регуляции белкового, жирового, водно-электролитного и энергетического обмена, а также метаболизма некоторых витаминов [2, 6]. Кроме того, он влияет на скорость биохимических реакций. Исключительно важную роль йоду отводят в процессах роста, развития и дифференцировки тканей. Основное назначение селена – стимулирование процессов обмена веществ, участие в образовании антиоксидантных соединений и других форм защиты организма [3].

Потребность человека в йоде зависит от возраста и состояния организма. Так, для детей дошкольного возраста до 5-ти лет она составляет 90 мкг в сутки, детей школьного возраста до 12 лет – увеличивается до 120 мкг в сутки, подростков от 12 лет и старше и взрослых – повышается до 150 мкг в сутки, у беременных женщин и женщин в период грудного вскармливания потребность достигает 180–200 мкг в сутки [1]. По данным Эндокринологического научного центра РАМН потребление йода на всей территории России снижено до 60–80 мкг в сутки. Адекватная доза селена для взрослых в зависимости от района проживания колеблется от 50 до 200 мкг в сутки (в среднем 1 мкг/кг в сутки) и составляет: для мужчин – не менее 70 мкг в сутки, для женщин – не менее 55 мкг в сутки [1].

Основным пищевым источником йода являются морепродукты. В остальных продуктах содержание

йода прямо зависит от его содержания в почве. Значительные потери йода наблюдаются в процессе кулинарной обработки и при хранении продуктов питания. При термической обработке продуктов потери йода могут достигать 65 %. Основное поступление органических форм селена приходится на продукты животного и растительного происхождения [1]. Но содержание селена в пищевом сырье и продуктах его переработки понижено вследствие недостатка его содержания в почве и воде. В настоящее время актуальным направлением решения проблем, связанных с йоддефицитом и селендефицитом, выступает создание обогащенных продуктов функциональной направленности, в том числе и мясных.

Безопасность пищевых продуктов и охрана внутренней среды организма от загрязнения токсичными веществами являются первоочередными проблемами гигиены питания человека. В последнее время ученые активно проводят исследования, посвященные изысканию способов снижения остаточного нитрита в пищевых продуктах, что подтверждает наличие ряда патентов по этой тематике. Нитрозосоединения при употреблении в составе продуктов питания способны накапливаться в организме человека, вызывая при этом нарушения структуры и свойств функциональных макромолекул ДНК, РНК и, как следствие, белков. В связи с этим повышенный интерес вызывает изучение закономерностей попадания нитрозосоединений в продукты питания и поиск путей снижения их остаточной концентрации. Подобные исследования способствуют разработке мер безопасности, направленных на снижение токсической нагрузки на организм человека [4].

Цель работы состояла в разработке технологии запеченного продукта из свинины, обогащенного биодоступными формами йода и селена, а также пищевыми волокнами, обеспечивающей снижение остаточного содержания нитрита натрия в готовом продукте.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись экструдированные семена чечевицы небогатенные и обогащенные биодоступными формами йода и селена, а также образцы продуктов из свинины по стандартной рецептуре и с использованием растительных компонентов в гидратированном виде в количестве 15 % к массе несоленого мясного сырья.

Исследования проводились в ВолгГТУ и в комплексной аналитической лаборатории ФГБНУ «По-

волжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции». Отбор проб для лабораторных исследований проводился согласно с требованиями ГОСТ Р 51447-99; содержание влаги определяли в соответствии с ГОСТ Р 51479-99 методом высушивания навески до постоянной массы; массовую долю белка определяли методом Кьельдаля по ГОСТ 25011-81; содержание жира определяли по ГОСТ 23042-86 с применением экстракционного метода; массовую долю золы определяли согласно ГОСТ Р 31727-2012 методом высушивания, обугливания, озоления при температуре (550 ± 25) °С пробы; массовую долю поваренной соли определяли согласно ГОСТ 9957-73 методом Мора; выход готового продукта рассчитывался как отношение массы готового продукта к массе несоленого сырья; массовую долю остаточного нитрита натрия определяли методом, основанном на изменении интенсивности окраски, образующейся при взаимодействии нитрита с N-(1-нафтил)-этилендиамин дигидрохлоридом и сульфаниламидом в обеззоленном фильтрате ГОСТ 29299-92; исследование микробиологических показателей осуществлялся методом посева смывов с образца на питательную среду по ГОСТ Р 54354-2011; органолептическую оценку цельномышечных изделий из свинины проводили по ГОСТ 959-91 «Продукты мясные». Определение содержания йода и селена в продукте и растительном компоненте проводились согласно ГОСТ 31707-2012 и ГОСТ 31660-2012. Для определения безопасности готовый продукт исследовали на содержание цинка по ГОСТ 30178-96 и меди, свинца и кадмия по ГОСТ 30178.

Результаты и их обсуждение

По результатам комплексной оценки для обогащения мясного продукта был использован сорт чечевицы «Петровская 4/105». Культура этого сорта содержит более 27–35 % белков, до 55 % крахмалистых веществ, свыше 2 % жирных масел. Обогащение чечевицы осуществлялось путем проращивания семян в растворах йодида калия и селенита натрия с концентрацией 0,225 г/л воды и 0,1 г/л воды соответственно [5]. Длительность проращивания семян составляла 4 суток, при этом длина ростков не превышала 5 мм. Распределение раствора в семенах при проращивании способствует максимальному переходу микроэлементов. Биотехнологический прием проращивания обеспечивает органификацию йода и селена с их переходом в биодоступные формы. В целях повышения пищевой ценности и усвояемости пророщенных семян чечевицы их предварительно подвергают экструдированию. В процессе экструдирования пророщенные семена чечевицы подвергаются кратковременному, но интенсивному механическому и баротермическому воздействию за счет высокой температуры 150–180 °С и давления около 50 атм. В результате меняется структурно-механический и химический состав исходного растительного сырья. Сложные белки и углеводы распадаются на более простые,

клетчатка – на вторичные сахара, крахмал – на простые сахара. Важное преимущество экструдирования – кратковременность. Экструдирование обеспечивает разложение содержащихся в бобовых культурах ингибиторов пищеварительных ферментов и вредных для организма лектинов. За счет резкого падения давления при выходе разогретой зерновой массы происходит «взрыв» продукта, что делает его более доступным для воздействия ферментов желудка и повышает его усвояемость. В связи с этим целесообразно использовать экструдированные обогащенные йодом и селеном семена чечевицы.

Физико-химические показатели образцов экструдированных семян чечевицы без предварительного проращивания в растворах йодида калия и селенита натрия и пророщенных на данных растворах представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели образцов экструдированных семян чечевицы

Показатель	Образец экструдата чечевицы	
	без обогащения	с обогащением
Массовая доля влаги, %	3,45±0,38	4,0±0,58
Массовая доля белка, %	28,79±0,25	28,79±0,25
Концентрация йода, мг/кг	–	0,225±0,54
Концентрация селена, мг/кг	–	13,32±4,66

Согласно полученным данным проращивание чечевицы на растворах йодида калия и селенита натрия повышает содержание йода и селена в ней и открывает возможность ее использования в рецептуре мясного продукта в качестве источника этих микроэлементов.

Ранее в работах сотрудников кафедры технологии пищевых производств Волгоградского государственного технического университета (ВолГТУ) экспериментально было доказано, что применение пищевой добавки «Глималаск» (ТУ 2639-182-514645-12) позволяет уменьшить количество вносимого нитрита натрия в два раза с сохранением при этом цвета готового продукта на разрезе [4]. Учитывая установленный факт, для снижения остаточного содержания нитрита натрия в технологии нового мясного изделия использовали пищевую добавку «Глималаск», которая содержит в своем составе аскорбиновую, аскорбиновую и яблочную кислоты. Комплекс органических кислот пищевой добавки «Глималаск» позволяет применять ее в мясной промышленности в качестве стабилизатора окраски после термообработки. Аскорбиновая кислота $C_6H_8O_6$ ускоряет реакцию цветообразования в мясопродуктах, тем самым способствуя улучшению их внешнего вида, повышает устойчивость цвета при хранении, усиливает противомикробные свойства нитрита натрия и ингибирует образование нитрозаминов в продукте на 32–35 %. В присутствии аскорбиновой кислоты остаточное содержание нитрита натрия в готовом продукте снижается на 22–38 % [4].

Анализ базового ассортимента цельномышечных изделий отечественного производства свидетельствует о том, что варьирование параметров технологической обработки позволяет получать из одного и того же вида сырья (части туши) широкий спектр мясопродуктов с различными органолептическими показателями и сроками хранения, управлять продолжительностью производственного цикла и увеличивать выход готовой продукции. Данный ассортимент может быть в значительной степени расширен за счет вовлечения в производство нетрадиционных видов сырья, в частности, растительного происхождения.

В основе большинства технологий производства цельномышечных мясопродуктов лежит комплексное воздействие на сырье процессов посола и термообработки, обеспечивающих формирование специфических органолептических характеристик готовых изделий. Разработанный способ производства цельномышечного запеченного продукта из свинины предусматривает подготовку мясного и растительного сырья, посол, запекание и охлаждение.

Апробированы варианты введения подобранных функциональных компонентов в разном количестве в составе заливочного рассола, шприцовочного рассола, в шприцовочном и заливочном рассолах. Установлено, что оптимальным является способ введения муки экструдата чечевицы в составе шприцовочного рассола в количестве 15 % от массы сырья. Общее количество рассола вместе с гидратированной мукой чечевицы от массы мясного сырья составляет 45 %.

Для оценки эффективности разработанного способа обогащения цельномышечных изделий йодом, селеном в лаборатории кафедры технологии пищевых производств ВолгГТУ были выработаны два образца запеченного продукта из свинины: опытный – с добавлением растительных компонентов, пищевой добавки «Глималаск»; и контрольный – без добавления. Количество нитрита натрия, внесенное в опытный образец, снизили в два раза по сравнению с контрольным. Экструдат чечевицы перед гидратацией измельчали в муку. Полученную муку экструдата чечевицы гидратировали с водой в соотношении 1:3 и выдерживали 24 ч при температуре 4–6 °С. Полученную суспензию добавляли в рассол и инъецировали цельномышечное сырье. В дальнейшем мясное сырье направляли на следующие технологические операции: массажирование и осадку. Перед термической обработкой на поверхность инъецированного мясного сырья наносились специи, после чего проводилось запекание при температуре 180 °С в течение 2 ч.

Была проведена сравнительная оценка органолептических характеристик полученных образцов, которая представлены в табл. 2.

Представленные результаты органолептической оценки свидетельствуют о том, что использование растительной и пищевой добавки при производстве цельномышечного изделия из свинины улучшают консистенцию и вид на разрезе. Физико-

химические показатели качества запеченного изделия из свинины представлены в табл. 3.

Таблица 2

Органолептические характеристики запеченного продукта из свинины

Наименование показателя	Образец	
	Контрольный	Опытный
Внешний вид	поверхность чистая, без выхватов мяса, края ровные	
Форма	овальная	
Консистенция	плотная	
Вид и цвет на разрезе	равномерно окрашенная мышечная ткань светло-серого цвета, цвет жира белый или с розоватым оттенком	равномерно окрашенная мышечная ткань светло-розового цвета, цвет жира белый или с розоватым оттенком
Запах и вкус	свойственный данному виду продукта, без посторонних привкуса и запаха	

Таблица 3

Физико-химические показатели запеченного продукта из свинины

Показатель	Образец	
	контрольный	опытный
Массовая доля белка, %	19,2±0,40	20,30±0,47
Массовая доля жира, %	29,28±0,23	25,17±0,20
Массовая доля поваренной соли, %	2,34±0,46	2,23±0,40
Массовая доля нитрита натрия, %	0,0033±0,0001	0,0012±0,0001
Массовая доля золы, %	0,23±0,13	0,91±0,13
Концентрация йода, мг/кг	–	0,252±0,61
Концентрация селена, мг/кг	–	0,224±0,52
Массовая доля влаги, %	50,58±0,50	53,53±0,52

Анализ результатов свидетельствует о том, что по пищевой ценности запеченный продукт из свинины, выработанный с добавлением растительного сырья, не уступает аналогу, приготовленному без использования экструдата чечевицы и пищевой добавки «Глималаск». Введение пищевой добавки «Глималаск» создает более благоприятные окислительно-восстановительные условия для протекания реакции нитрообразования вследствие наличия в ее составе аскорбиновой кислоты и глицина. Важно отметить, что после термообработки в готовом продукте сохраняется функционально-значимое количество йода и селена. Так, употребление 100 г обогащенного запеченного продукта из свинины восполняет среднюю суточную потребность взрослого человека в йоде на 16,8 %, в селене – на 36,1 %. Полученные результаты доказывают функциональные свойства запеченного изделия из свинины, что подтверждает эффективность использования биотехнологии проращивания семян чечевицы на растнорах йодида калия и селенита натрия для обога-

щения мясных продуктов биодоступными формами йода и селена.

В настоящее время важным показателем качественной продукции является отсутствие в ней токсичных элементов, которые могут попадать в готовый продукт во время производства. В табл. 4 представлены массовые доли металлов в готовом продукте и нормированные значения согласно Технического регламента Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013).

Таблица 4

Содержание токсичных элементов в готовом продукте

Показатель	Образец		Нормируемые значения
	Контрольный	опытный	
Массовая доля свинца, мг/ кг	0,13±0,013	0,1±0,01	0,5
Массовая доля кадмия, мг/ кг	0,01±0,001	Не обнаружено	0,05

Были проведены микробиологические исследования на хранимоспособность готового продукта. Полученные данные по определению КМАФАнМ свидетельствуют о том, что количество микроорганизмов не превышают нормируемых значения на 6-й день после изготовления продукта. Регламентируемые сроки хранения готового продукта без применения вакуума или модифицированной атмосферы составляют 5 дней. Увеличение срока хранения

связано с тем, что семена чечевицы содержат в своем составе антиоксиданты, которые предотвращают окисление жиров и потемнение цвета.

Таким образом, разработанная технология производства запеченных продуктов из свинины является эффективной для повышения содержания в них йода и селена до физиологически функционального уровня. Доказано положительное влияние пищевой добавки «Глималаск» на формирование цветовых характеристик запеченных изделий из свинины, что позволяет уменьшить количество вносимого нитрита натрия на 50 % от общепринятой нормы и, тем самым, повысить безопасность мясных продуктов. Помимо улучшения показателей пищевой ценности, использование растительных ингредиентов увеличивает выход запеченного продукта из свинины с 63,5 до 67,45 %. Полученный результат обусловлен, главным образом, гидрофильными свойствами белков чечевицы. Подобранный способ производства свидетельствует о целесообразности использования экструдированных семян чечевицы и пищевой добавки «Глималаск», которые улучшают органолептические показатели и выход готового продукта. Также цельномышечные изделия из свинины соответствуют требованиям по содержанию токсичных соединений в готовом продукте и срокам хранения, которые составляют 6 дней.

*Работа выполнена в рамках гранта РФФ № 15-16-10000, ГНУ НИИМП

Список литературы

1. Формирование функциональных свойств молочных продуктов при использовании в рационах лактирующих животных органических форм йода и селена: монография / И.Ф. Горлов, А.А. Короткова, Н.И. Мосолова, В.Н. Храмова; ВолгГТУ, ГНУ Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции РАСХН. – Волгоград, 2013. – 94 с.
2. Храмова, В.Н. Оптимизация рецептуры полуфабрикатов рубленых в условиях йододефицита / В.Н. Храмова, В.А. Коновалов, И.В. Мгебришвили // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4. – С. 181–187.
3. МР 2.3.1.2432-08. Рациональное питание: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – М., 2008. – 50 с.
4. Технические требования: ТУ 2639-182-514645-12. Применение пищевой добавки «Глималаск» в технологии производства вареных колбас. – Введ. 22.06.2012 г.
5. Пат. 2524540. Российская Федерация МПК А23К 1/22. Способ обогащения семян биодоступными формами йода и селена / Горлов И.Ф.; Заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 2012141634/13, заявл. 28.09.2012; опубл. 10.04.2014, бюл. №21.
6. Delange, F. Iodine deficiency as a cause of brain damage / F. Delange. – Postgrad. Med. J. – 2001. – Vol. 77. – P. 217–220.

References

1. Gorlov I.F., Korotkova A.A., Mosolova N.I., Khranova V.N. *Formirovanie funktsional'nykh svoystv molochnykh produktov pri ispol'zovanii v ratsionakh laktiruyushchikh zhivotnykh organicheskikh form yoda i selena*. [Formation of functional properties of dairy products when using in diets of the lactating animal organic forms of iodine and selenium]. Volgograd: VSTU Publ., 2013. 94 p.
2. Khranova V.N., Kononov V.A., Mgebrishvili I.V. Optimizatsiya retseptury polufabrikatov rublenykh v usloviyakh yododefitsita [Optimization of a compounding of semi-finished products chopped in the conditions of a yododeficit]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [News of the Lower Volga agrouniversity complex: Science and higher education], 2015, no. 4, pp. 181–187.
3. MR 2.3.1.2432-08. *Ratsional'noe pitanie: normy fiziologicheskikh potrebnoyey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii* [MP 2.3.1.2432-08. Balanced diet: standards of physiological needs for energy and feedstuffs for various groups of the population of the Russian Federation]. Moscow, 2008. 50 p.
4. *Tekhnicheskie trebovaniya TU 2639-182-514645-12. Primenenie pishchevoy dobavki «Glimalask» v tekhnologii proizvodstva varenykh kolbas* [Technical requirements TU 2639-182-514645-12. Use of Glimalask nutritional supplement in the production technology of boiled sausages.].

5. Gorlov I.F. *Sposob obogashcheniya semyan biodostupnymi formami yoda i selena* [Way of enrichment of seeds bioavailable forms of iodine and Selenium]. Patent RF, no. 2524540, 2014.
6. Delange F. Iodine deficiency as a cause of brain damage. *Postgrad. Med. J.*, 2001, vol. 906, no. 77, pp. 217–220.

Дополнительная информация / Additional Information

Биотехнологический подход в производстве запеченного изделия из свинины / Т.А. Гревцова, Л.Ф. Григорян, В.Н. Храмова, И.Ф. Горлов, А.А. Короткова, Т.Ю. Животова // *Техника и технология пищевых производств*. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 28–33.

Grevtsova T.A., Grigoryan L.F., Khramova V.N., Gorlov I.F., Korotkova A.A., Zhivotova T.Yu. Biotechnological approach in production of baked product from pork. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 28–33 (In Russ.).

Гревцова Татьяна Александровна

магистрант кафедры технологии пищевых производств, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, тел.: +7 (8442) 23-00-76, e-mail: tanyushka.grevco@mail.ru

Григорян Луиза Фергатовна

канд. биол. наук, ст. преподаватель кафедры технологии пищевых, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, тел.: +7 (8442) 23-00-76, e-mail: luchikg@gmail.com

Храмова Валентина Николаевна

д-р. биол. наук, профессор, профессор кафедры технологии пищевых производств, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, тел.: +7 (8442) 23-00-76, e-mail: hramova_vn@mail.ru

Горлов Иван Федорович

академик РАН, д-р. с.-х. наук, заведующий кафедры технологии пищевых производств, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28, тел.: +7 (8442) 23-00-76; ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», 400131, Россия, г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: +7 (8442) 39-10-48, e-mail: niimmp@mail.ru

Короткова Алина Анатольевна

канд. биол. наук, ст. преподаватель кафедры технологии пищевых, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400005, Россия, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, тел.: +7 (8442) 23-00-76

Животова Татьяна Юрьевна

канд. биол. наук, заведующая лабораторией, ВСЭ ГБУ РО Шахтинская городская СББЖ, 346500, Россия, Ростовская обл., г. Шахты, пр. Победа Революции, 115, e-mail: jvotovatanya@mail.ru

Tatyana A. Grevtsova

Undergraduate of the Department of Technology of Food Productions, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Ave., Volgograd, Russia, 400005, phone: +7 (8442) 23-00-76, e-mail: tanyushka.grevco@mail.ru

Luiza F. Grigoryan

Cand.Sci.(Biol.), Senior Lecturer of the Department of Technology of Food Productions, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia, phone: +7 (8442) 23-00-76, e-mail: luchikg@gmail.com

Valentina N. Khramova

Dr.Sci.(Boil.), Professor, Professor of the Department of Technology of Food Productions, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Avenue, Volgograd, 400005, Russia, phone: +7 (8442) 23-00-76, e-mail: hramova_vn@mail.ru

Ivan F. Gorlov

Academician of RAS, Dr.Sci.(Agr.), Head of the Department of Technology of Food Productions, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Ave., Volgograd, Russia, 400005, phone: +7 (8442) 23-00-76; Volga region research institute of production and processing of meat and dairy production, 6, Marshall Rokossovsky Str., Volgograd, 400131, Russia, phone: +7 (8442) 39-10-48; e-mail: niimmp@mail.ru

Alina A. Korotkova

Cand.Sci.(Biol.), Senior Lecturer of the Department of Technology of Food Productions, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia, phone: +7 (8442) 23-00-76

Tatyana Yu. Zhivotova

Cand.Sci.(Biol.), State Budgetary Institution of the Rostov Region «Shakhty City Station on Fight Against Diseases of Animals», 115, Pobeda Revolyutsii Ave., Shakhty, Rostov regional, Russia, 346500, e-mail: jvotovatanya@mail.ru



УДК 664.681

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБОГАЩЕННОГО КЕКСА

Г.А. Губаненко^{1,*}, Е.А. Пушкарева¹, Е.А. Речкина², Г.Е. Иванец³

¹ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
660075, Россия, г. Красноярск, ул. Лиды Прушинской, 2

²ФГБОУ ВО «Красноярский аграрный университет»,
660049, Россия, г. Красноярск, пр. Мира, 90

³ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

*e-mail: gubanenko@list.ru

Дата поступления в редакцию: 12.04.2017

Дата принятия в печать: 24.05.2017

Аннотация. Мучные кондитерские изделия - перспективная группа продуктов питания для обогащения пищевыми волокнами. В отечественной литературе представлены исследования по созданию рецептур и технологий кексов с различными видами пищевых волокон, полученных из природных источников сырья. Однако отсутствует информация по использованию функционального ингредиента – пектина древесной зелени сосны обыкновенной в составе кекса. Выявлено, что на продовольственном рынке г. Красноярска реализуется данная группа мучных кондитерских изделий исключительно с вкусо-ароматическими пищевыми добавками. Разработка рецептуры и оценка качества нового вида кекса на химических разрыхлителях на основе пектина древесной зелени способствует решению региональных задач по обеспечению населения массовым продуктом, позволяющим удовлетворить растущий спрос потребителя на «здоровые продукты», снижающие отрицательное воздействие неблагоприятной экологической обстановки г. Красноярска. При проведении исследований применялись общепринятые стандартизированные методы анализа, полученные результаты обработаны методом регрессионного анализа. Установлено, что введение пектина не оказывает влияния на запах готовых изделий. При построении математической модели исключили показатели «форма», «запах», «вкус», так как в процессе регрессионного анализа они оказались статистически незначимы. Полученное уравнение регрессии, связывающее комплексную оценку, результаты оценок поверхности, вида в изломе, структуры и содержание пектина, позволило определить оптимальное количество пектина древесной зелени сосны обыкновенной 9 % от массы жира в рецептуре кекса. Установленная дозировка не оказывает влияние на показатели содержание сахара и щелочность. При этом выявлено увеличение показателей пористости и удельного объема обогащенного готового изделия до 13,5 и 22,6 % соответственно по сравнению с контрольным образцом. Разработанная рецептура кекса «Красноярский» позволяет обогатить мучное кондитерское изделие функциональным ингредиентом в количестве 50 % от ФНП, снизить долю жира на 8 %, полученные результаты необходимы для разработки технической документации.

Ключевые слова. Кекс, пектин древесной зелени сосны обыкновенной, обогащение, математическая обработка, оценка качества

FORMULATION DEVELOPMENT AND QUALITY EVALUATION OF ENRICHED CAKE

G.A. Gubanenko^{1,*}, E.A. Pushkareva¹, E.A. Rechkina², G.E. Ivanec³

¹Siberian Federal University,
2, L. Prushinskoy Str., Krasnoyarsk, 660075, Russia

²Krasnoyarsk Agrarian University,
90, Mira Ave., Krasnoyarsk, 660049, Russia

³Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University),
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

*e-mail: gubanenko@list.ru

Received: 12.04.2017

Accepted: 24.05.2017

Abstract. Flour confectionery products are a promising group of food products for enrichment with food fibers. In the domestic literature studies on the development of recipes and technologies for muffins with various types of dietary fiber obtained from natural sources of raw materials are presented. However, there is no information on the use of the functional ingredient – pectin of woody greens of Scotch pine – in the cake. It has been revealed that this group of flour confectionery products with taste-aromatic food

additives is realized in the food market of Krasnoyarsk. The development of the recipe and the evaluation of the quality of a new type of cake having chemical raising agent based on pectin of woody greens contributes to the solution of regional problems in providing population with a mass product that allows satisfying consumer's growing demand for "healthy products" that reduce the negative impact of the unfavorable ecological situation in the city of Krasnoyarsk. Carrying out the research we used common standardized methods of analysis; the results obtained were processed by regression analysis. It has been established that the introduction of pectin does not affect the smell of finished products. Constructing the mathematical model the factors "form", "smell", "taste" have been excluded since they are statistically insignificant in the process of regression analysis. The resulting regression equation linking the complex evaluation, the results of surface estimates, fracture type, structure and pectin content allowed us to determine the optimum amount of pectin of woody greens of Scotch pine equal to 9% of the fat mass in the cake recipe. The set dosage does not affect the sugar content and alkalinity. At the same time, an increase in the porosity and specific volume of the enriched finished product to 13.5% and 22.6%, respectively, compared to the control sample has been revealed. The developed "Krasnoyarskiy" cake recipe makes it possible to enrich the flour confectionery product with a functional ingredient in the volume of 50% of FNR to reduce the fat content by 8%. The results obtained are necessary for the development of technical documentation.

Keywords. Cake, pectin of woody greens of Scotch pine, common enrichment, mathematical processing, quality evaluation

Введение

Производство обогащенной, функциональной продукции приоритетная тенденция развития рынка мучных кондитерских изделий в соответствии с государственной политикой в области здорового питания населения РФ и стратегией научно-технологического развития РФ [1]. По мнению маркетологов, за выпуском «полезных» кондитерских изделий будущее отрасли за счет прогнозируемого роста продаж 15–20 % [2]. В структуре кондитерских изделий на российском рынке сегмент кексы занимает от 7 до 12 %, данные изделия пользуются у населения стабильным спросом. Однако с точки зрения пищевой ценности характеризуются несбалансированным химическим составом, преобладанием жиров, простых углеводов, отсутствием витаминов, минеральных компонентов, пищевых волокон необходимых для человека.

Анализ литературных источников позволяют сделать вывод, что имеются работы отечественных исследователей по расширению сырьевой базы при производстве кексов путем использования нетрадиционного сырья с учетом функциональных свойств с целью улучшения показателей качества готовых изделий. Для обогащения функциональными ингредиентами в состав кексов вводят свекловичные, пшеничные, яблочные, картофельные пищевые волокна, олигофруктозу, механоактивированный органо порошок из пшеничных отрубей, пшеничную клетчатку «Витацель WF-600», яблочную клетчатку «Витацель AF-400», льняную муку (богатую клетчаткой до 30 %), муку ржаную обдирную для улучшения структуры, органолептических, физико-химических показателей и расширения ассортимента мучных кондитерских изделий с повышенной пищевой ценностью и функциональными свойствами [3–7].

Проведенное ранее нами исследование по изучению ассортимента кексов, реализуемых в торговых сетях г. Красноярск: «Светофор», «25 часов», «Красный Яр», «Rosa», «Командор», «Лента», «О-кей», «МЕТРО Cash&Carry» позволило сделать вывод, что рынок представлен широким ассортиментом различных видов, в состав которых входят исключительно вкусоароматические добавки: сухофрукты, цукаты, арахис, ядра подсолнечника, семена льна, кунжут, плодово-ягодные начинки, глазури, карамель. Отсутствуют в продаже изделия

с витаминами, премиксами, минеральными веществами и пищевыми волокнами. Сформированные товарные предложения на потребительском рынке г. Красноярск по видам кексов не позволяют удовлетворить растущий спрос потребителя на «полезные» изделия, обогащенных функциональными ингредиентами.

Для решения проблемы, неблагоприятного экологического воздействия промышленных объектов и транспорта на окружающую среду г. Красноярск, используются все возможности для снижения объема загрязняющих веществ и их отрицательного воздействия на здоровье жителей, в том числе в приоритете разработка обогащенных продуктов, содержащих пищевые волокна, особенно пектиновые вещества. Одним из основных свойств пектина считается детоксицирующая способность, что обуславливает его использование в качестве функционального ингредиента в пищевых технологиях.

Потребности всех отраслей пищевой промышленности удовлетворяются за счет зарубежного пектина производства Китай, Чили, Германия, Бельгия и др. В настоящее время практически отсутствуют промышленные производства пектина из традиционного сырья (яблочные, цитрусовые выжимки, свекловичный жом и др.). Для Сибири эти растительные ресурсы неактуальны, поэтому ставится задача привлечения нетрадиционных источников сырья для получения пектина. Авторами разработана технология получения пищевого пектина из древесной зелени, являющейся вторичным сырьем промышленной переработки сосны обыкновенной, изучены физико-химические и технологические свойства [8].

Цель работы – разработать рецептуру обогащенного кекса с использованием пектина древесной зелени сосны обыкновенной и провести оценку качества по органолептическим и физико-химическим показателям.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить влияние дозировки пектина древесной зелени в рецептуре кекса на органолептические и физико-химические показатели качества.

2. Разработать рецептуру обогащенного кекса пектином древесной зелени сосны обыкновенной с применением математических методов анализа экспериментальных данных.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования выбраны образцы: контроль – кекс на химических разрыхлителях, приготовленный по ТУ 9136-015-44388488-2005, кекс с использованием пектина древесной зелени. В качестве функционального ингредиента использовали пектин древесной зелени сосны обыкновенной (ТУ 9169-012-02067876-2013), полученный на ООО «Эковит» г. Красноярск при комплексной переработке местного хвойного сырья.

Научные исследования проводились на базе: научно-исследовательских лабораторий Центра здорового питания и кафедры «Технология и организация общественного питания» ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», аккредитованного испытательного центра Краевое государственное казенное учреждение «Красовая ветеринарная лаборатория», испытательной лаборатории ООО «АРТЕЛЬ-кондитер».

При проведении исследований применялись общепринятые стандартизированные органолептические и физико-химические методы анализа. Для комплексной оценки качества изделий по органолептическим показателям использовали разработанную 50-балльную шкалу. Оценку качества образцов кекса проводили по ГОСТ 15052-2014. Влажность готовых изделий определяли по ГОСТ 5900-2014. Массовую долю общего сахара определяли по ГОСТ 5903-89. Определение массовой доли жира проводили по ГОСТ 31902-2012. Массовую долю золы определяли по ГОСТ 5901-

2014. Щелочность готовых изделий определяли по ГОСТ 5898-87. Удельный объем кексов определяли по отношению объема кексов к их массе [9].

Исследования проводились в 3–5-кратной повторности. Результаты обработаны методом регрессионного анализа в прикладной программе «STATISTICA 13» [10].

Результаты и их обсуждение

При подборе рецептурных ингредиентов для кекса учитывались принципы создания обогащенных продуктов: безопасность, вкусовая совместимость компонентов, физиологическая норма потребления пектина, технологическая и научная обоснованность [11]. Научная обоснованность разработки обогащенного кекса заключалась в выборе функционального ингредиента – пектина древесной зелени сосны обыкновенной имеющего показатель комплексообразующей способности 83,60 мгРb²⁺/г и определение его количества в рецептуре с учетом физиологических норм потребления 2 г [12]. Для установления оптимальной дозировки пектина древесной зелени в составе кекса были приготовлены 6 образцов: контрольный – без пектина, 5 вариантов – с внесением пектина от 7 до 15 % от массы жира. Ранее было экспериментально установлено, что дозировка пектина менее 7 % не оказывает влияние на показатели качества готовых изделий. Для комплексной оценки качества приготовленных образцов определяли органолептические показатели: форма, поверхность, вид в изломе, запах, вкус, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты балльной оценки органолептических показателей кексов

Наименование показателя	Контрольный образец № 1	Содержание пектина древесной зелени сосны обыкновенной, % от массы жира				
		Образец №2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5	Образец № 6
		7	9	11	13	15
Форма (1-5 баллов)	4,80±0,34	4,90±0,12	4,98±0,05	4,90±0,12	4,78±0,05	4,7±0,12
Поверхность (1-10,0 баллов)	9,52±0,54	9,68±0,54	9,84±0,44	9,52±0,54	9,36±0,44	9,00±0,00
Структура (1-12,5 баллов)	11,85±0,61	12,10±0,28	12,50±0,00	12,20±0,34	11,90±0,17	11,30±0,50
Вид в изломе (1-12,5 баллов)	11,75±0,62	11,90±0,52	12,30±0,34	12,10±0,27	11,55±0,51	11,25±0,00
Запах (1-5 баллов)	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00 ±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00
Вкус (1-5 баллов)	4,88±0,13	4,92±0,13	5,00 ±0,00	4,86±0,11	4,76±0,18	4,56±0,16
Комплексная оценка	47,80±2,24	48,50±1,59	49,62±0,83	48,58±1,38	47,35±1,35	45,81±0,78

Анализ результатов оценки органолептических показателей образцов кексов свидетельствуют, что введение пектина не оказывает влияния на запах готовых изделий, значения большинства показателя снижается при его дозировке более 9 % в рецептуре кекса.

Математическая обработка экспериментальных данных проводилась в прикладной системе «STATISTICA 13», этапы построения регрессионной модели следующие.

1. Определение отклика и факторов.
2. Построение уравнения регрессии.
3. Анализ остатков.
4. Оценка приемлемости модели.
5. Анализ коэффициента смешанной корреляции (детерминации R?).

6. Построение графиков поверхности отклика.

При построении регрессионной модели на первом этапе определили отклик и факторы. Откликом в данной модели является показатель «комплексная оценка», факторами – показатели органолептической оценки кекса. Для построения модели из всех вышеперечисленных факторов, приведенных в таблице 1, исключили показатели «форма», «запах», «вкус», так как в процессе регрессионного анализа они оказались статистически незначимы. В результате статистической обработки экспериментальных данных получена математическая модель в виде уравнения регрессии, связывающая отклик (Y – комплексную оценку) и факторы (x₁ – оценка поверхности, x₂ – оценка вида в изломе, x₃ – оценка

структуры и x_4 – содержание пектина). Уравнение имеет следующий вид:

$$Y = 7,021 + 1,51 \cdot x_1 + 1,204 \cdot x_2 + 1,0399 \cdot x_3 - 0,0056 \cdot x_4.$$

Для анализа качества модели изучили остатки, то есть разности фактических значений отклика и значений предсказанных по уравнению регрессии. Для изучения остатков построили частотную гистограмму (рис. 1).

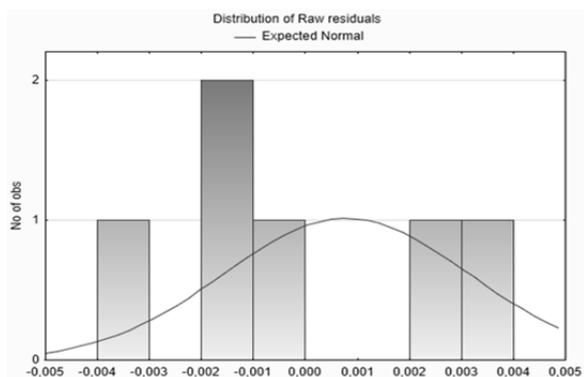


Рис. 1. Анализ остатков

Расположение остатков не отклоняет гипотезу о нормальности модели. Далее рассмотрев нормально-вероятностный график остатков, установили, что систематических отклонений фактических данных от теоретической нормальной прямой не наблюдается, следовательно, остатки распределены нормально (рис. 2).

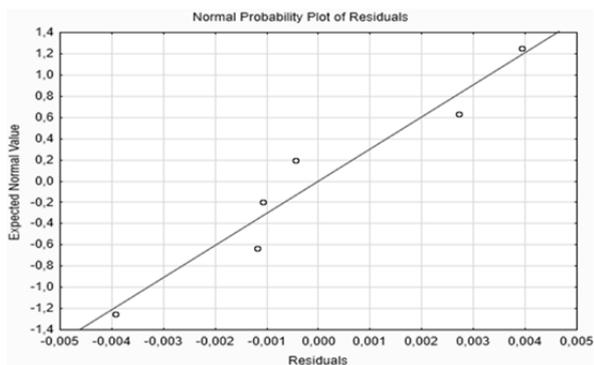


Рис. 2. Normally-вероятностный график остатков

Проанализировав график рассеяния, установили отсутствие зависимости остатков от предсказанных значений (рис. 3).

Как видно из данных представленных на рис. 3, остатки не имеют системности, то есть, расположены хаотично, то, следовательно, зависимости между ними и предсказанными значениями нет.

На следующем этапе была оценена приемлемость полученной модели. Результаты статистической обработки данных, представленные на рис. 4 показывают, что различия между построенной моделью и полученным данным статистически значимы на уровне $p < 0,01$.

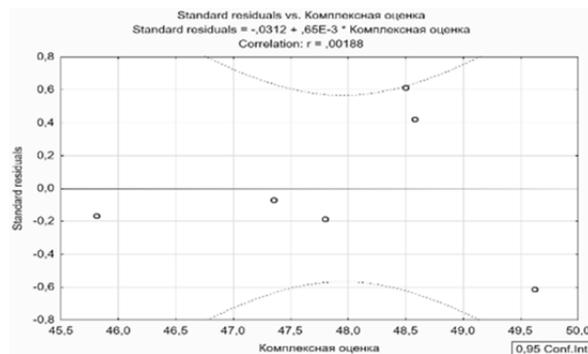


Рис. 3. График рассеяния остатков

Analysis of Variance; DV: Комплексная оценка (Spread)					
Effect	Sums of Squares	df	Mean Squares	F	p-value
Regress.	8,450092	4	2,112523	51531,89	0,003304
Residual	0,000041	1	0,000041		
Total	8,450133				

Рис. 4. Дисперсионный анализ полученной модели

При анализе коэффициента смешанной корреляции (R^2), показывающего насколько уравнение регрессии соответствует реальным данным установлено, что изменение отклика (комплексной оценки) на 99,99 % происходит под воздействием выбранных факторов (содержание пектина, оценки структуры, оценки вида в изломе и оценки поверхности) (рис. 5).

Statistic	Summary Statistic Value
Multiple R	0,999997574
Multiple R ²	0,999995149
Adjusted R ²	0,999975743
F(4, 1)	51531,895
p	0,00330385868
Std. Err. of Estimate	0,00640269295

Рис. 5. Коэффициент детерминации

При построении прогнозов с помощью полученной модели, установлено полное соответствие прогнозных значений отклика от прогнозных значений факторов.

Для определения области значений факторов, в которой комплексная оценка является максимальной, построили графики поверхности отклика (рис. 6–8). Полученную поверхность отклика описывает функция отклика, имеющая вид

$$Z = 498,3575 - 4,7207 \cdot x - 72,4383 \cdot y - 0,0255 \cdot x^2 + 0,424 \cdot x \cdot y + 2,903 \cdot y^2.$$

Данная функция отклика и его геометрическая интерпретация показывают, что максимальную комплексную оценку кекс приобретает при содержании пектина 9 % и оценки структуры в 12,5 балла. При увеличении дозировки пектина от 9 % и выше наблюдается уплотнение структуры кекса, за счет снижения взбиваемого объема эмульсии и, соответственно, ухудшения пористости, которая

влияет на формирования структуры кекса. Это можно объяснить тем, что пектин, являясь гидроколлоидом, стабилизатором, при условии превышения нормативного расхода, при взаимодействии с жидкостью, впитывает и удерживает ее, образуя плотную и вязкую структуру тестового полуфабриката [13]. Для равномерного распределения пектина в тестовом полуфабрикate, требуется дополнительное время, по сравнению с контрольным образцом, что приводит к набуханию клейковины пшеничной муки и «затягиванию» теста, что вызывает уплотнение структуры полуфабриката. При этом готовое изделие приобретает повышенную плотность, плохо развитую пористость, небольшой объем.

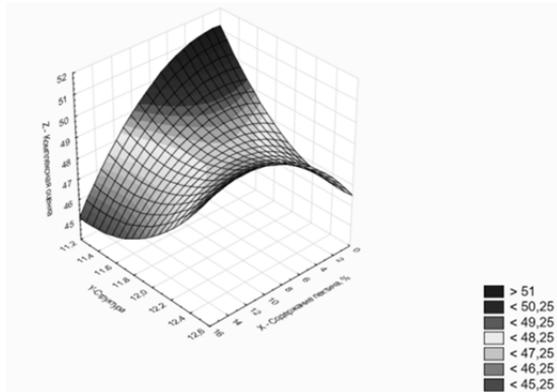


Рис. 6. Зависимость комплексной оценки от содержания пектина и структуры

Изображение поверхности функции отклика, построено по уравнению зависимости комплексной оценки от содержания пектина и вида в изломе представлено на рис. 7. Полученная поверхность отклика описана уравнением:

$$Z=10605,1922-103,6404*x-1670,9897*y-0,2643*x*x+9,0823*x*y+65,7437*y*y.$$

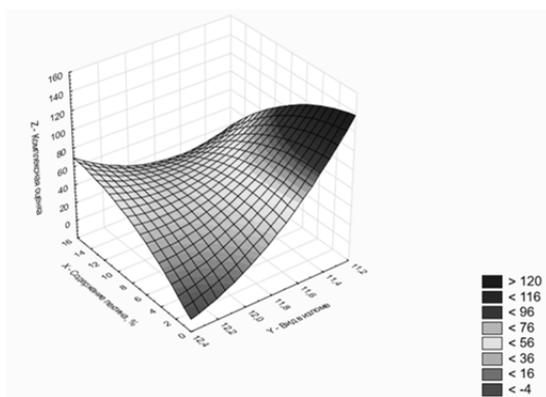


Рис. 7. Зависимость комплексной оценки от содержания пектина и вида в изломе

Визуальная интерпретация данных, приведенных на рис. 7 обнаруживает, что комплексная оценка достигает максимального значения при содержании пектина 9% и оценки «вид в изломе»

12,3 балла. Увеличение количества внесенного пектина в рецептуру кекса негативно влияет на значение показателя «вид в изломе», вследствие увеличения плотности кекса, наличия непромесов и плохой пропекаемости готового изделия. Это может являться результатом снижения разрыхления кекса при выпечке из-за повышенной вязкости и плотности тестового полуфабриката, за счет высокой водопоглощительной способности пектина.

Зависимость комплексной оценки от содержания пектина и поверхности показана на рис. 8. Уравнение, показывающее функцию отклика имеет вид

$$Z=1567,7919-19,1861*x-297,907*y-0,0339*x*x+2,062*x*y+14,5214*y*y.$$

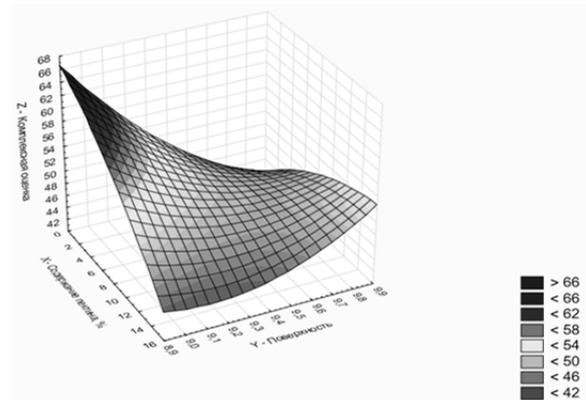


Рис. 8. Зависимость комплексной оценки от содержания пектина и поверхности

На геометрическом представлении функции отклика определены факторы, влияющие на максимальное значение отклика при содержании пектина 9 % и оценки поверхности 9,84 баллов. Дальнейшее увеличение содержания пектина более 9 % приводит к уменьшению значения комплексной оценки, за счет ухудшения показателя поверхность кекса в результате сильного неравномерного растрескивания поверхности.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что оптимальным считается образец № 3 с внесением в рецептуру 9 % пектина древесной зелени от массы жира, так как именно этот обогащенный кекс, исходя из полученной математической модели и результатов органолептической оценки, обладает наилучшими показателями качества по сравнению с контрольным образцом: правильной формой, пропорциональной толщиной, равномерной и хорошо развитой тонкостенной пористостью, приятным вкусом и запахом. Комплексная оценка качества данного образца наивысшая и составляет 49,62 баллов.

Вторым этапом исследований проведена оценка влияния дозировки пектина на физико-химические показатели кексов с целью установления оптимального количества, результаты приведены в табл. 2.

Влияние дозировки пектина древесной зелени сосны обыкновенной на физико-химические показатели кексов

Показатели	Дозировка пектина древесной зелени сосны обыкновенной, % от массы жира					
	0	7	9	11	13	15
Массовая доля влаги, %	14,80±0,01	15,10±0,03	15,50±0,04	15,70±0,02	15,90 ±0,01	16,10±0,03
Массовая доля общего сахара (по сахарозе в пересчете на сухое вещество), %	29,10±0,01	29,30±0,03	29,30±0,02	29,30±0,01	29,30 ±0,03	29,30±0,03
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	25,20±0,02	23,60±0,02	23,10±0,03	23,00±0,02	22,20±0,01	21,60±0,04
Массовая доля золь, нерастворимой в р-ре 10 % HCl, %	0,078± 0,001	0,079± 0,001	0,079± 0,001	0,079± 0,001	0,079± 0,001	0,079± 0,001
Щелочность, град.	0,90±0,01	0,90±0,01	0,90±0,01	0,90±0,01	0,90±0,01	0,90±0,01
Пористость, %	58,60±0,10	63,70±0,10	66,50±0,05	61,40±0,06	57,20±0,09	56,90±0,11
Удельный объем, см ³ /г	1,95±0,01	2,23±0,01	2,39±0,01	2,14±0,01	1,93±0,01	1,62±0,01

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что массовая доля влаги для опытных образцов выше контроля на 0,7–8,8 % и возрастает с повышением количества введенного пектина, что обусловлено увеличением расхода воды, добавляемой дополнительно при замесе теста. Значения показателей содержание сахара, щелочность не изменились при введении в кекс пектина. Массовая доля жира снизилась во всех изделиях с пектином на 4,8–14,3 % по сравнению с кексом без добавок, что объясняется заменой жира на пектин. В ходе эксперимента выявлены значительные изменения пористости и удельного объема готовых изделий в процессе обогащения кексов. В опытных образцах с изменением дозировки пектина от 5 до 9 % происходит прирост удельного объема кексов от 10,8 до 22,6 % и пористости от 2,1 до 13,5 % по сравнению с показателями контрольного изделия. Дальнейшее увеличение количественного содержания пектина более 9 % в рецептуре кекса приводит к снижению удельного объема готовых изделий до 17 % и пористости до 3 % по сравнению с контролем. Установ-

ленную зависимость физико-химических показателей от дозировки пектина можно объяснить тем, что высокая водопоглощительная способность пектина предположительно, приводит к интенсивному возрастанию вязкости эмульсии, что может вызвать снижение пенообразующей способности, вследствие чего у готовых изделий с большой дозировкой пектина наблюдается плотный плохо разрыхленный мякиш, снижение объема и пористости.

Учитывая полученные результаты органолептических и физико-химических показателей, установили оптимальную дозировку в составе кекса 9 % пектина древесной зелени сосны обыкновенной (к массе жира), позволяет улучшить его потребительские свойства, снизить долю жира на 8 % и придать готовому изделию функциональную направленность. В 100 г готового кекса содержится 1 г пектина, который позволяет удовлетворить потребность на 50 % от физиологической нормы потребления, следовательно, новое изделие относится к обогащенной продукции в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52349-2005.

Список литературы

1. «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» Указ Президента РФ № 642 от 01.12.2016. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/news/53383>.
2. Хлебное дело // Хлебопечение России. – 2016. – № 6. – С. 4–8.
3. Влияние пищевых волокон на качество кексов / Е.В. Коновалова, И.Б. Красина, Н.А. Тарасенкова [и др.] // Известия вузов пищевая технология. – 2013. – № 4. – С. 119–120.
4. Влияние механоактивированного органопродукта из пшеничных отрубей на качество кексов / Т.И. Гулова, Т.И. Гусева, Л.Ю. Лаврова [и др.] // Кондитерское производство. – 2014. – № 2. – С. 19–21.
5. Корячкина, С.Я. Способы повышения пищевой ценности кексов / С.Я. Корячкина, Т.Н. Лазарева, Т.А. Щетинина // Хлебопродукты. – 2014. – № 7. – С. 44–46.
6. Кузнецова, Л.И. Использование ржаной муки в технологии кексов / Л.И. Кузнецова, Э.М. Сурмач // Известия вузов пищевая технология. – 2014. – № 1. – С. 60–61.
7. Корячкина, С.Я. Инновационная технология производства кексов / С.Я. Корячкина, В.П. Корячкин, Н.П. Сапронова // Товаровед продовольственных товаров. – № 2. – 2013. – С. 25–29.
8. Губаненко, Г.А. Комплексная оценка новых видов растительного сырья Красноярского края и целесообразность его использования в производстве функциональных пищевых продуктов: монография / Г.А. Губаненко, Л.А. Маюрникова, Л.П. Рубчевская. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2013. – 260 с.
9. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства / Л.И. Пучкова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.
10. Боровиков, В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов / В.П. Боровиков. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
11. Галиева, А.И. Обоснование рецептур драже сахарного обогащенного / А.И. Галиева, И.Ю. Резниченко, Г.Е. Иванец // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 2. – С. 39–44.
12. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ». – М., 2004. – 36 с.

References

1. Ukaz Prezidenta RF ot 01.12.2016 № 642. O strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii» Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/news/53383> (accessed 18.02.2017).
2. Khleбноe delo [Bread Bakery case]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking in Russia], 2016, no. 6, pp. 4–8.
3. Konovalova E.V., Krasina I.B., Tarasenkova N.A., et al. Vliyanie pishchevykh volokon na kachestvo keksov [Effect of dietary fiber on the quality of muffins]. *Izvestia vuzov. Pishhevaya tekhnologia* [News institutes of higher Education. Food technology], 2013, no. 4, pp. 119–120.
4. Gulova T.I., Guseva T.I., Lavrova L.Yu., Sarsadskih A.V. Vliyaniye mekhanoaktivirovannogo organoporoshka iz pshenichnykh otrubey na kachestvo keksov [Effect of mechanically organic powder from wheat bran muffins on quality]. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionery manufacture], 2014, no. 2, pp. 19–21.
5. Koryachkina S.Ya., Lazareva T.N., Shchetinina T.A. Sposoby povysheniya pishchevoy tsennosti keksov [Ways to increase the nutritional value of cupcakes]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2014, no. 7, pp. 44–46.
6. Kuznetsova L.I., Surmach E.M. Ispol'zovaniye rzhanoj muki v tekhnologii keksov [Using of rye flour in the cakes' technology]. *Izvestia vuzov. Pishhevaya tekhnologia* [News institutes of higher Education. Food technology], 2014, no. 1, pp. 60–61.
7. Koryachkina S.Ya., Koryachkin V.P., Sapronova N.P. Innovatsionnaya tekhnologiya proizvodstva keksov [Innovative technology for production of cakes]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Goods manager of food products], 2013, no. 2, pp. 25–29.
8. Gubanenko G.A., Mayurnikova L.A., Rubchevskaya L.P. *Kompleksnaya otsenka novykh vidov rastitel'nogo syr'ya Krasnoyarskogo kraya i tselesoobraznost' ego ispol'zovaniya v proizvodstve funktsional'nykh pishchevykh produktov* [Complex evaluation of new types of plant raw materials of the Krasnoyarsk Territory and the expediency of its use in the production of functional food products]. Krasnoyarsk: SFU Publ., 2013. 260 p.
9. Puchkova L.I. *Laboratornyy praktikum po tekhnologii khlebopekarnogo proizvodstva* [Laboratory workshop on baking technology]. St. Petersburg: GIOR Publ., 2004. 264 p.
10. Borovikov V.P. *STATISTICA. Iskusstvo analiza dannykh na kompyutere: Dlya professionalov* [STATISTICA. The Art of Data Analysis on a Computer: For Professionals]. St. Petersburg: Piter Publ., 2003. 688 p.
11. Galieva A.I., Reznichenko I.Yu., Ivanets G.E. Obosnovanie retseptur drazhe sakharnogo obogashchennogo [Substantiation of formulas of enriched sugar-centered dragée]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 2, pp. 39–44.
12. *Metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.1915-04 «Rekomenduemye urovni potrebleniya pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv* [Methodical recommendations MP 2.3.1.1915-04 "Recommended levels of consumption of food and biologically active substances]. Moscow, 2004. 36 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Разработка рецептуры и оценка качества обогащенного кекса / Г.А. Губаненко, Е.А. Пушкарева, Е.А. Речкина, Г.Е. Иванец // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 34–40.

Gubanenko G.A., Pushkareva E.A., Rechkina E.A., Ivanets G.E. Formulation development and quality evaluation of enriched cake. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 34–40 (In Russ.).

Губаненко Галина Александровна

д-р техн. наук, профессор кафедры технологии и организации общественного питания, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», 650075, Россия, г. Красноярск, ул. Лиды Прушинской, 2, тел.: +7 (3912)-206-24-46, e-mail: gubanenko@list.ru

Пушкарева Екатерина Александровна

ассистент кафедры технологии и организации общественного питания, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», 660075, Россия, г. Красноярск, ул. Лиды Прушинской, 2

Речкина Екатерина Александровна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии консервирования и пищевая биотехнология, ФГБОУ ВО «Красноярский аграрный университет», 660049, Россия, г. Красноярск, пр. Мира 90

Иванец Галина Евгеньевна

д-р техн. наук, профессор кафедры прикладной математики и информатики, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-68, e-mail: butsiors@yandex.ru

Galina A. Gubanenko

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of technology and organization of catering, Siberian Federal University, 2, L. Prushinskoy, Krasnoyarsk, 660075, Russia, phone: +7 (3912)-206-24-46, e-mail: gubanenko@list.ru

Ekaterina A. Pushkareva

Postgraduate Student of the Department of technology and organization of catering, Siberian Federal University, 2, L. Prushinskoy, Krasnoyarsk, 660075, Russia, phone: +7 (3912)-206-24-46

Ekaterina A. Rechkina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of technology of canning and food biotechnology, Krasnoyarsk agrarian University, 90, Mira Ave., Krasnoyarsk, 660049, Russia, phone: +7 (3912)-247-39-54

Galina E. Ivanets

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Applied Mathematics and Computer Science, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia phone: +7 (3842) 39-68-68, e-mail: butsiors@yandex.ru

УДК 663.542:658.5

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ДИСТИЛЛЯТА ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА. Часть 2. Баланс распределения летучих компонентов по фракциям

Л.Н. Крикунова, В.А. Песчанская, Е.В. Дубинина*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт пивоваренной, безалкогольной
и винодельческой промышленности»,
119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7

*e-mail: elena-vd@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 16.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. Дистилляция представляет собой сложный физико-химический процесс, заключающийся в концентрировании этанола с направленным регулированием состава летучих компонентов в продукте (дистилляте). Условия перехода летучих компонентов в дистиллят зависят от многих факторов. К таким факторам относятся коэффициент испарения вещества, растворимость вещества в этаноле различной концентрации, взаимная растворимость веществ в многокомпонентной системе, коэффициент ректификации. Цель настоящей работы состояла в изучении баланса распределения летучих компонентов по фракциям в процессе фракционированной дистилляции сброженного сусле из топинамбура на установке прямой сгонки кубового типа. Показано, что увеличение длительности процесса сбраживания и проведение предварительного осахаривания сусле из клубней топинамбура приводит к повышению содержания метанола во фракциях дистиллята. Установлено, что при принятых режимах работы дистилляционной установки основная часть метанола концентрируется в средней фракции. Показано, что в процессе дистилляции сброженного сусле из топинамбура происходит новообразование ацетальдегида и этилацетата, соответственно, на 24–41 % и в 2,5–3,8 раз. Четкой зависимости данных по балансу распределения ацетальдегида и этилацетата по фракциям от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания не выявлено. Установлено, что не зависимо от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания, в среднюю фракцию переходит подавляющее количество 1-пропанола, изобутанола и изоамилола. Сумма данных высших спиртов составляет в средней фракции 74,6–96,9 % от их содержания в сброженном сусле. Суммарное содержание фенилэтилового спирта, придающего дистилляту цветочно-медовые оттенки в аромате, во фракциях составляет от 11 до 25 % от его количества в сусле. При этом, в основном, он концентрируется в хвостовой фракции. Возврат хвостовой фракции в очередную порцию перегоняемого материала позволит повысить содержание фенилэтилового спирта в дистилляте.

Ключевые слова. Топинамбур, фракционированная дистилляция, летучие компоненты, новообразование летучих компонентов

SOME ASPECTS OF DISTILLATE PRODUCTION FROM JERUSALEM ARTICHOKE TUBERS. Part 2. Balance of distribution of volatile compounds between fractions

L.N. Krikunova, V.A. Peschanskaya, E.V. Dubinina*

All-Russian Research Institute of Brewing,
Nonalcoholic and Wine Industry,
7, Rossolimo Str., Moscow, 119021, Russia

*e-mail: elena-vd@yandex.ru

Received: 16.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. Distillation is a complex physico-chemical process consisting of ethanol concentrating and controlled regulation of volatile compound content in the product (distillate). Conditions of passing of volatile compounds into the distillate depend on many factors. These factors include the evaporation coefficient of the compound, its solubility in various ethanol concentrations, compounds' mutual solubility in a multicomponent system, the rectification coefficient. The purpose of this research is to study the balance of distribution of volatile compounds between fractions ("cuts") during distillation of fermented Jerusalem artichoke wort in a water-bath distilling plant. It has been discovered that extending of fermentation process and pre-saccharifying of the Jerusalem artichoke wort lead to methanol concentration increase in the distillate fractions. It has been discovered that the main part of methanol concentrates in the medium fraction. It is shown that during fermented wort distillation neoplasm of acetaldehyde and ethyl acetate takes place by 24–41% and 2.5–3.8 times. The clear dependence of acetaldehyde and ethyl acetate balance between the factions of the distillate on the method of raw material preparation and the time of fermentation has not been found. It has been found that overwhelming amount of 1-propanol, isobutanol and isoamyl goes to the middle fraction irrespective to the method of the raw material preparation for distillation and time of fermentation. Total amount of higher alcohols in the medium fraction is 74.6–96.9% to their concentration in fermented wort. Total amount of phenylethyl alcohol, a compound that gives the distillate flowery tones and the scent of honey, in the fractions is 11–25% to its initial concentration in the wort, herewith it concentrates in the tail fraction. The return of the tail fraction to a new portion of the distilled wort allows increasing the amount of phenylethyl alcohol in the distillate.

Keywords. Jerusalem artichoke, fractional distillation, volatile compounds, neoplasm of volatile compounds

Введение

Дистилляция – сложный физико-химический процесс, цель которого заключается в концентрировании этилового спирта с направленным регулированием состава летучих компонентов, формирующих качество конечного продукта.

Очистка спирта от летучих компонентов или их накопление в спирте при дистилляции основана на различии коэффициентов испарения или ректификации. Коэффициент испарения K_i представляет собой отношение концентрации вещества в парах к концентрации его в жидкости в момент установления равновесия. Отношение коэффициента испарения какого-либо летучего компонента к коэффициенту испарения этилового спирта называется коэффициентом ректификации K_r . Коэффициенты испарения и ректификации примесей зависят от концентрации этанола в водном растворе, из которого выделяются примеси. Считается, что все известные примеси по их летучести можно разделить на четыре группы: головные, промежуточные, хвостовые и концевые (преимущественно остающиеся в барде) [1].

К головным примесям относят те, которые обладают большей летучестью, т. е. большим коэффициентом испарения, чем этиловый спирт при всех концентрациях его в растворе. Основные представители головных примесей – ацетальдегид, изобутиральдегид, кетоны, муравьиноэтиловый, уксуснометиловый, уксусноэтиловый и диэтиловый эфиры.

Летучесть хвостовых примесей всегда, при любой концентрации этанола, меньше летучести этилового спирта, поэтому хвостовые примеси в смеси со спиртоводной жидкостью могут рассматриваться как труднолетучий компонент (ТЛК). Они концентрируются в хвостовой фракции, и значительная их часть удаляется из технологического процесса с остатком производства – бардой. Типичными хвостовыми примесями являются, например, уксусная кислота, фурфурол, β -фенилэтиловый спирт.

Промежуточные примеси обладают двойными свойствами: при высоких концентрациях этанола они имеют характер хвостовых примесей, при низких, напротив, характер головных примесей. Основные представители промежуточных примесей – сивушные масла: изоамиловый, изобутиловый, пропиловый спирты, и высококипящие эфиры: изо-валерианоизоамиловый, уксусноизоамиловый, изо-валерианоэтиловый и др.

Для концевых примесей, как и для промежуточных, характерна летучесть в локальных условиях, однако в противоположность им концевые примеси имеют коэффициент ректификации $K_r < 1$ при низких концентрациях и $K_r > 1$ при высоких. Характерной концевой примесью, с точки зрения ректификации, является метанол.

Присутствие многих летучих компонентов в перегоняемой среде оказывает влияние на коэффициент ректификации каждой из них. На результатах перегонки сказывается также растворимость при-

меси в этиловом спирте и водно-спиртовых растворах различной концентрации, а также взаимная растворимость различных примесей.

В целом, условия перехода летучих компонентов в дистиллят зависят от многих факторов: от их растворимости в этиловом спирте и водно-спиртовых растворах различной концентрации; от взаимной растворимости; от значений коэффициентов испарения и ректификации. Последние зависят, как от состава летучих компонентов, так и от их содержания в перегоняемой среде по отношению к концентрации этилового спирта. Кроме того, установлено, что процесс распределения летучих компонентов по фракциям дистиллята зависит от способов дистилляции и ее режимных параметров [2, 3, 4]. Различия в поведении летучих компонентов накладывают отпечаток на органолептические характеристики отдельных фракций, отбираемых в процессе дистилляции, и на их выход [5, 6, 7].

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали сброженное сусло, подготовленное к дистилляции по двух- и одностадийному способам, и фракции, полученные в процессе его дистилляции.

Дистилляцию осуществляли на установке периодического действия прямой сгонки кубового типа, снабженной укрепляющей колонной с тремя колпачковыми тарелками и дефлегматором, расположенном в верхней части колонны, по режимным параметрам: температура греющих паров 100–110 °С, давление – не более 0,1 мПа.

Качественный и количественный состав летучих компонентов в сброженном сусле и фракциях дистиллята из топинамбура определяли методом газовой хроматографии на приборе «Кристалл 5000.1» («Хроматек», Россия) по действующей методике [8].

Результаты и их обсуждение

В настоящей работе для перегонки сброженного сусла из клубней топинамбура использовали схему, предусматривающую однократную дистилляцию с фракционированием на головную, среднюю и хвостовую фракции. Данные по динамике изменения концентрации основных летучих компонентов при дистилляции, приведенные в первой части работы, позволили рассчитать баланс их распределения по фракциям. При этом среднюю фракцию получали путем объединения фракций Ф2-Ф5.

В табл. 1 и 2 приведены исходные данные к расчету баланса распределения летучих компонентов по фракциям. Содержание летучих компонентов в сусле соответствовало их количеству, в мг, в объеме безводного спирта, полученного в результате дистилляции сброженного сусла, полученного из 10 кг клубней топинамбура. При расчете количества компонентов во фракциях Ф1; Σ Ф2-Ф5 и Ф6 учитывался объем отдельных фракций и их крепость.

Исходные данные к расчету баланса распределения летучих компонентов при дистилляции по фракциям (двухстадийный способ)

Содержание летучих компонентов, мг	Образец 1				Образец 2			
	Сусло	Ф1	∑Ф2-Ф5	Ф6	Сусло	Ф1	∑Ф2-Ф5	Ф6
Ацетальдегид	45	42	14	1	114	114	45	2
Этилацетат	37	109	30	1	37	68	25	1
Метанол	2525	348	1933	368	3545	442	3144	424
Высшие спирты, в т.ч.:	2290	236	2219	51	2145	116	1600	23
- 1-пропанол	364	53	485	24	427	30	383	12
- изобутанол	830	111	787	12	557	49	506	4
- изоамилол	1096	72	947	15	1161	37	711	7
Энантовый эфир	13	3	15	-	23	2	22	-
Фенилэтиловый спирт	79	1	5	14	142	-	5	11
Сумма летучих компонентов*	5060	772	4253	438	6055	798	4892	467

Таблица 2

Исходные данные к расчету баланса распределения летучих компонентов при дистилляции по фракциям (одностадийный способ)

Содержание летучих компонентов, мг	Образец 3				Образец 4			
	Сусло	Ф1	∑Ф2-Ф5	Ф6	Сусло	Ф1	∑Ф2-Ф5	Ф6
Ацетальдегид	208	248	44	3	134	131	45	3
Этилацетат	48	105	26	1	45	109	30	1
Метанол	2716	512	2534	478	2927	494	2678	525
Высшие спирты, в т.ч.:	1701	133	1425	17	1759	156	1500	25
- 1-пропанол	301	29	279	9	289	33	307	12
- изобутанол	432	62	506	3	477	71	504	5
- изоамилол	968	42	640	5	993	52	689	8
Энантовый эфир	17	2	19	-	18	3	22	-
Фенилэтиловый спирт	79	1	3	14	74	-	4	14
Сумма летучих компонентов*	4846	1058	4096	519	5080	932	4325	575

Примечание. В табл. 1, 2 при расчете суммы летучих компонентов учитывались все идентифицированные примеси, некоторые из них в иллюстративный материал не включены

Данные, представленные в табл. 1 и 2, свидетельствуют, что увеличение длительности процесса сбраживания и проведение предварительного осахаривания сусли из клубней топинамбура приводит к повышению содержания метанола в сброженном сусле и, как следствие, к увеличению его содержания во фракциях дистиллята. При этом отмечено максимальное содержание метанола во фракциях образца № 2, полученного двухстадийным способом подготовки сырья к дистилляции при длительности сбраживания – 3-е суток. При той же длительности процесса сбраживания сусли, подготовленного одностадийным способом (образец № 3), содержание метанола во фракциях оказалось ниже на 12 %. Вероятно, данный факт связан с переходом части протопектина сырья в растворимое состояние при водно-тепловой и ферментативной обработке топинамбура в процессе осахаривания (при температуре 50–55 °С в течение 3 часов).

Представленные табличные данные показывают, что в процессе дистилляции сброженного сусли из топинамбура, основная часть такого труднолету-

чего компонента как фенилэтиловый спирт остается в отходе производства – барде. Суммарное содержание фенилэтилового спирта во фракциях составляет в среднем 11–25 % от его количества в сусле, при этом данная примесь концентрируется, в основном, в хвостовой фракции Ф6. При этом известно, что фенилэтиловый спирт придает дистилляту цветочно-медовые оттенки в аромате, что положительно сказывается на сенсорном восприятии конечного продукта. С целью обогащения дистиллятов и напитков на их основе, к примеру, коньяка, виски, бренди, плодовых водок, хвостовая фракция часто добавляется в очередную порцию перегоняемого материала [5, 9]. С учетом выявленного факта и расчета суммы летучих компонентов в сусле и во фракциях установлено, что процесс дистилляции сброженного сусли, полученного из свежих клубней топинамбура двумя ранее описанными способами подготовки сырья, сопровождается новообразованием летучих компонентов. Их количество, в зависимости от варианта возрастает на 3,8–18,3 % (табл. 3).

Исходные данные к расчету процесса новообразования летучих компонентов при дистилляции суслу из топинамбура

Показатели	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Содержание летучих компонентов в сусле (m_1), мг	5060	6055	4846	5080
Суммарное содержание летучих компонентов во фракциях: Ф1, Σ Ф2-Ф5, Ф6, мг	5463	6157	5673	5832
Количество фенилэтилового спирта в барде, мг	59	126	61	56
Содержание летучих компонентов во фракциях с учетом потерь фенилэтилового спирта с бардой (m_2), мг	5522	6283	5734	5888
Новообразование (Н), %	9,1	3,8	18,3	15,9

Примечание. $N = \left(\frac{m_2}{m_1} * 100 \right) - 100$.

Известно [9, 10, 11], что источниками новообразования в процессе дистилляции, являются летучие и нелетучие компоненты перегоняемого продукта. Основные процессы новообразований, проходящих в кубе установки, приводят к обогащению дистиллятов эфирами, альдегидами, ацетальдами и высшими спиртами.

Проведенные исследования при изучении процесса дистилляции сброженного суслу из топинамбура – нового, перспективного для производства спиртных напитков сырья, показали, что основными летучими компонентами при новообразовании являются ацетальдегид и этилацетат. Повышение их содержания во фракциях по сравнению с количеством в сброженном сусле составило, соответственно, на 24–41% и в 2,5–3,8 раз.

Приведенные в табл. 1 и 2 данные позволили рассчитать баланс распределения основных летучих компонентов по фракциям. Установлено (рис. 1), что ацетальдегид – один из наиболее летучих компонентов сброженного суслу, концентрируется в головной фракции (93,3–119,2 % от исходного в сброженном сусле). Вместе с тем, при принятом объеме отбора данной фракции (в среднем 80 см³), содержание ацетальдегида в средней фракции колеблется в довольно широких

пределах – от 21,2 до 39,5 % от исходного в сусле. Известно, что повышенное содержание ацетальдегида может негативно сказаться на органолептических характеристиках дистиллята. Лучшим, по данному показателю является образец № 3, полученный по одностадийному способу переработки топинамбура и сбразиванию в течение 3-х суток. С целью улучшения качественных показателей других образцов по содержанию ацетальдегида можно увеличить объем отбираемой головной фракции. Однако такой прием приведет к снижению выхода средней фракции дистиллята, а, следовательно, он экономически нецелесообразен.

Расчет баланса распределения этилацетата при дистилляции по фракциям (рис.2) позволил установить, что его содержание в головной фракции варьируется в пределах 183,8–294,6 % от исходного в сброженном сусле, в средней фракции – составляет от 54,2 до 81,1 %. Полученные данные свидетельствуют о хорошей степени разделения этилацетата на фракции, что позитивно характеризует процесс, т.к. повышенное содержание данного компонента может снизить органолептические характеристики спиртного напитка [12].

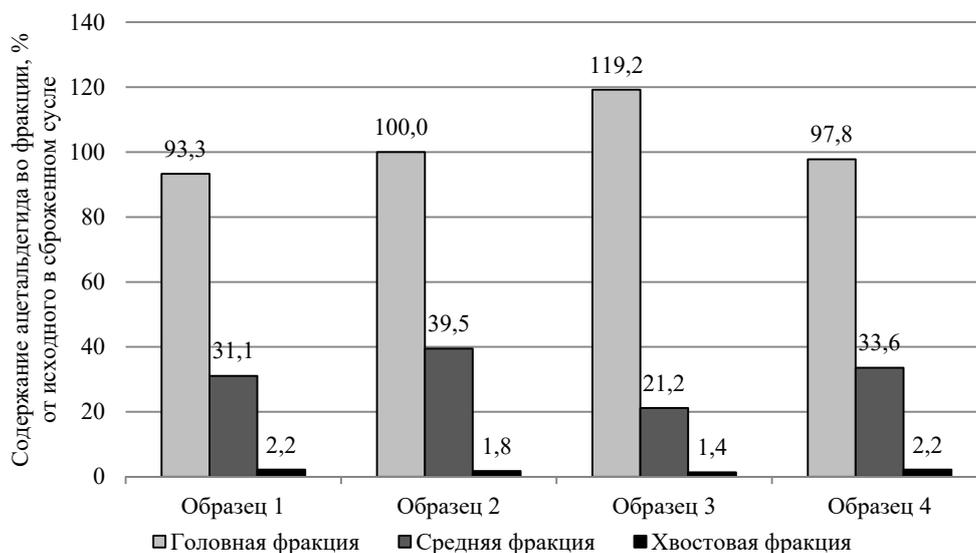


Рис. 1. Баланс распределения ацетальдегида по фракциям при дистилляции сброженного суслу из топинамбура

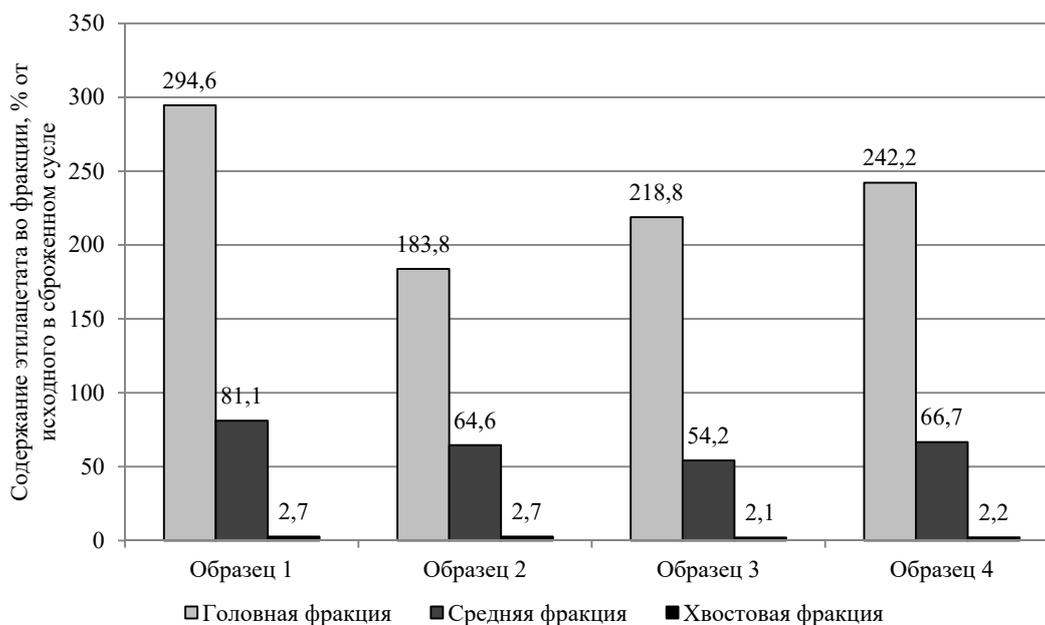


Рис. 2. Баланс распределения этилацетата по фракциям при дистилляции сброженного сусле из топинамбура

В целом, четкой зависимости данных по балансу распределения ацетальдегида и этилацетата по фракциям от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания не выявлено.

Баланс распределения метанола при дистилляции по фракциям, приведенный на рис. 3, свидетельствует о том, что при принятых режимных параметрах основная часть метанола концентрируется в средней фракции. Так как содержание метанола в спиртных напитках является определяющим показателем их безопасности, его значение в продукте строго регламентируется [13]. Особое значение этот показатель имеет для контроля качества спиртных напитков, полученных из сырья, богатого пектиновыми веществами. В связи с вышесказан-

ным, в дальнейших исследованиях, касающихся вопросов разработки новой технологии спиртных напитков из топинамбура, необходимо провести дополнительные исследования по оптимизации процесса дистилляции.

Баланс распределения высших спиртов при дистилляции по фракциям (рис. 4) показывает, что, независимо от способа подготовки сырья к дистилляции и длительности процесса сбраживания, в среднюю фракцию переходит подавляющее количество 1-пропанола, изобутанола и изоамилола. Сумма данных высших спиртов составляет в средней фракции 74,6÷96,9 % от их исходного содержания в сброженном сусле. Четкой зависимости распределения отдельных спиртов от выше указанных факторов не выявлено.

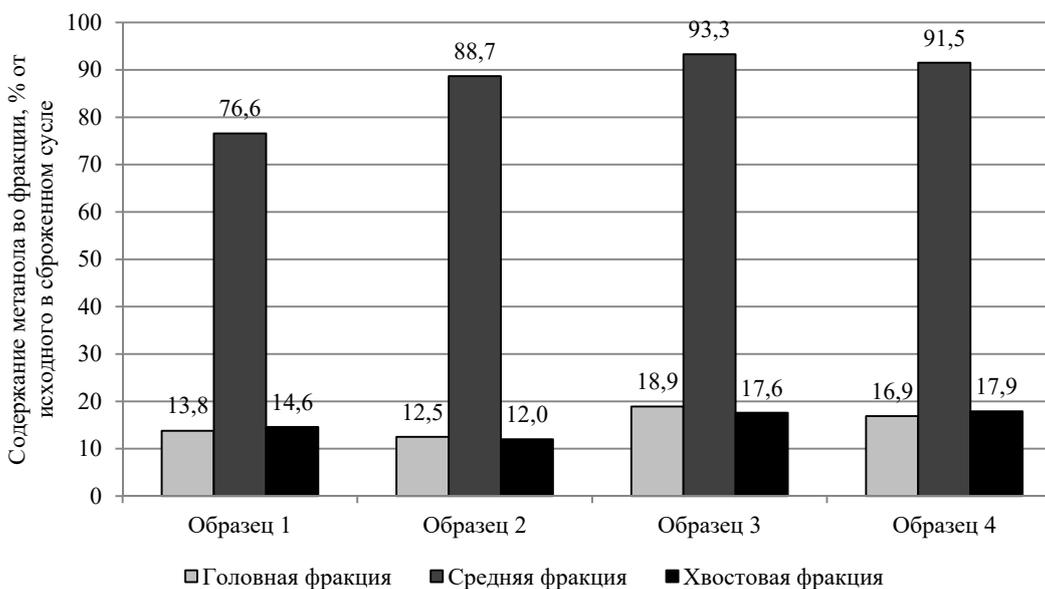


Рис. 3. Баланс распределения метанола по фракциям при дистилляции сброженного сусле из топинамбура

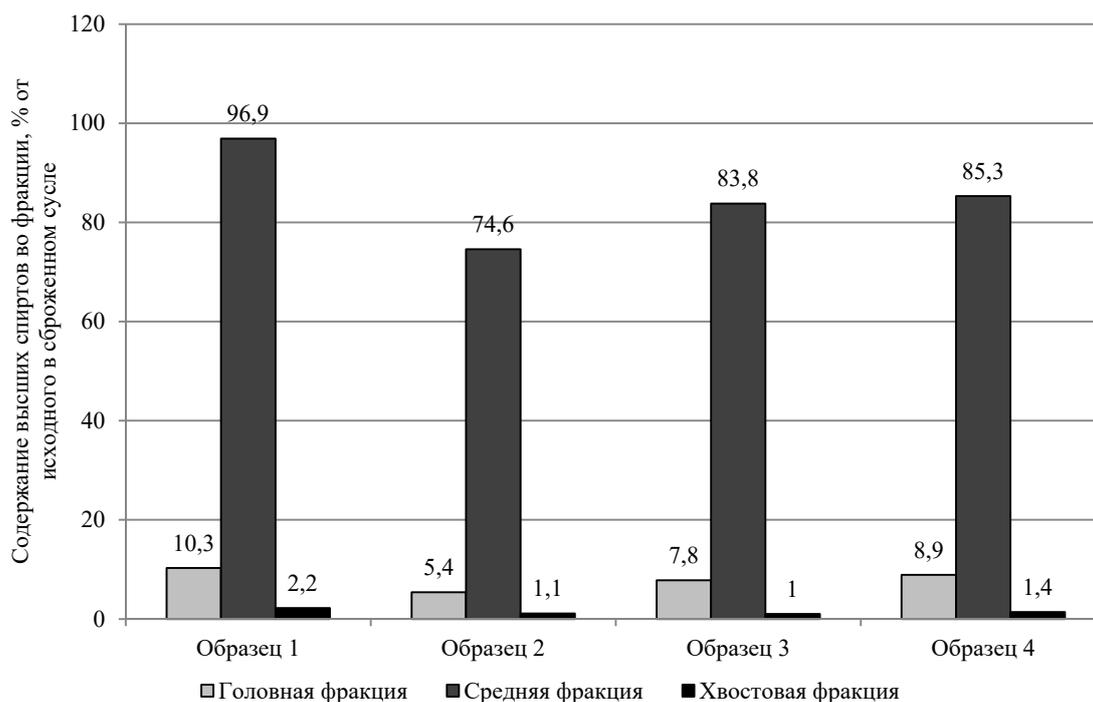


Рис. 4. Баланс распределения высших спиртов по фракциям при дистилляции сброженного сусле из топинамбура

Таким образом, приведенный баланс распределения летучих компонентов при дистилляции сброженного сусле из свежих клубней топинамбура позволяет прогнозировать выход и качество полу-

чаемого дистиллята путем регулирования объема отбираемых головной и хвостовой фракций. Результаты дальнейших исследований будут представлены в третьей части работы.

Список литературы

1. Технология спирта / под ред. Яровенко В.Л. – М: Колос, 2002. – 464 с.
2. Песчанская, В.А. Влияние скорости дистилляции на процесс получения зернового дистиллята / В.А. Песчанская, Л.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2015. – № 4. – С. 28–30.
3. Песчанская, В.А. Сравнительная характеристика способов производства зерновых дистиллятов / В.А. Песчанская, Л.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2015. – № 6. – С. 40–43.
4. Песчанская, В.А. Влияние длительности нагрева сброженного сусле на выход и качественные характеристики зерновых дистиллятов / В.А. Песчанская, Л.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2016. – № 3. – С. 36–39.
5. Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пиготт; пер. с англ.; под общ. ред. А.Л. Панасюка. – СПб.: Профессия, 2006. – 552 с.
6. Динамика распределения летучих компонентов при дистилляции вишневой мезги / Л.А. Оганесянц [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2016. – № 2. – С. 9–13.
7. The role of distillation on the quality of tequila / R. Prado-Ramirez, V. González-Alvarez, C. Pelayo-Ortiz, N. Casillas, M. Estarrón, H.E. Gómez-Hernández // International Journal of Food Science and Technology. – 2005. – № 40. – Pp. 701–708.
8. Методика измерений массовой концентрации летучих компонентов в продуктах брожения методом газовой хроматографии. Свидетельство об аттестации № 01.00225/205-46-11 от 28.06.2011, регистрационный код по Федеральному реестру ФР.1.31.2011.10467.
9. Мартыненко, Э.Я. Технология коньяка / Э.Я. Мартыненко. – Симферополь: Таврида, 2003. – 320 с.
10. Gueven, A. Chemical fingerprints of Raki: a traditional distilled alcoholic beverage / A. Gueven // Journal of Institute of Brewing and Distilling. – 2013. – № 119. – Pp. 126–132.
11. Claus, M.J. Fruit brandy production by batch column distillation with reflux / M.J. Claus, K.A. Berglund // Journal of Food Process Engineering. – 2005. – № 28. – Pp. 53–67.
12. Дубинина, Е.В. Исследование корреляционной зависимости между органолептической оценкой и содержанием летучих компонентов плодовых водок / Е.В. Дубинина, Г.А. Алиева // Виноделие и виноградарство. – 2015. – № 3. – С. 29–34.
13. Техническое регулирование производства и оборота винодельческой продукции и спиртных напитков. Регламенты Европейского союза / Под ред. Л.А. Оганесянца, А.Л. Панасюка – М.: Промышленно-консалтинговая группа «Развитие» по заказу ГУ ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности, 2009. – 200 с.

References

1. Yarovenko V.L. (ed.) *Tekhnologiya spirta* [Technology of alcohol]. Moscow: Kolos Publ., 2002. 464 p.

2. Peschanskaya V.A., Krikunova L.N., Dubinina E.V. Vliyanie skorosti distillyatsii na protsess polucheniya zernovogo distillyata [Effect of Speed of Distillation on Process of Getting Grain Distillate]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages], 2015, no. 4, pp. 28–30.
3. Peschanskaya V.A., Krikunova L.N., Dubinina E.V. Sravnitel'naya kharakteristika sposobov proizvodstva zernovykh distillyatov [Comparative Characteristics of Methods of Grain Distillates Production]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages], 2015, no. 6, pp. 40–43.
4. Peschanskaya V.A., Krikunova L.N., Dubinina E.V. Vliyanie dlitel'nosti nagreva sbrozhennogo susla na vykhod i kachestvennye kharakteristiki zernovykh distillyatov [Effect of Duration of Heating the Fermented Mash on the Yield and Quality of Characteristics of Grain Distillates]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages], 2016, no. 3, pp. 36–39.
5. Li E., Piggott Dzh. *Fermented Beverage Production*. 2nd ed. New York Kluwer Acad., 2003. 552 p. (Russ. ed.: Panasyuk A.L. *Spirtnye napitki: Osobennosti brozheniya i proizvodstva*. St. Petersburg: Profession Publ., 2006. 552 p.).
6. Oganesyants L.A., Krikunova L.N., Dubinina E.V., Alieva G.A. Dinamika raspredeleniya letuchikh komponentov pri distillyatsii vishnevyy mezgi [Dynamics of distribution of the volatile components at distillation of the cherry pulp]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and viticulture], 2016, no. 2, pp. 9–13.
7. Prado-Ramirez R., Gonzáles-Alvarez V., Pelayo-Ortiz C., Casillas N., Estarrón M., Gómez-Hernández H.E. The role of distillation on the quality of tequila. *International Journal of Food Science and Technology*, 2005, vol. 40, no. 7, pp. 701–708. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.00983.x.
8. *Metodika izmereniy massovoy kontsentratsii letuchikh komponentov v produktakh brozheniya metodom gazovoy khromatografii. Svidetel'stvo ob attestatsii № 01.00225/205-46-11 ot 28.06.2011, registratsionnyy kod po Federal'nomu reestru FR.1.31.2011.10467* [Method of measurement of mass concentration of volatile components in fermentation products by gas chromatography. Certificate of attestation 01.00225/205-46-11, 28.06.2011. Registration code of Federal registry FR.1.31.2011.10467].
9. Martynenko E.Ya. *Tekhnologiya kon'yaka* [Technology of Cognac]. Simferopol': Tavrida Publ., 2003. 320 p.
10. Gueven A. Chemical fingerprints of Raki: a traditional distilled alcoholic beverage. *Journal of Institute of Brewing and Distilling*, 2013, vol.119, no. 3, pp. 126–132. DOI: 10.1002/jib.75.
11. Claus M.J., Berglund K.A. Fruit brandy production by batch column distillation with reflux. *Journal of Food Process Engineering*, 2005, vol. 28, no. 1, pp. 53–67. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2005.00377.x.
12. Dubinina E.V., Alieva G.A. Issledovanie korrelyatsionnoy zavisimosti mezhdru organolepticheskoy otsenky i sodержaniem letuchikh komponentov plodovykh vodok [Correlation Study Between Organoleptic Evaluation and the Content of Volatile Components of Fruit Vodkas]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and viticulture], 2015, no. 3, pp. 29–34.
13. Oganesyants L.A., Panasyuka A.L. *Tekhnicheskoe regulirovanie proizvodstva i oborota vinodel'cheskoy produktsii i spiritykh napitkov. Reglamenti Evropeyskogo soyuza* [Technical regulation of production and turnover of wine products and spirits. The European Union regulations]. Moscow: Razvitiye industrial consulting group by request of the GNU of all-union scientific research institute of the brewing, nonalcoholic and winemaking industry, 2009. 200 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Крикунова, Л.Н. Некоторые аспекты производства дистиллята из клубней топинамбура. Часть 2. Баланс распределения летучих компонентов по фракциям / Л.Н. Крикунова, В.А. Песчанская, Е.В. Дубинина // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 41–47.

Krikunova L.N., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V. Some aspects of distillate production from jerusalem artichoke tubers. Part 2. Balance of distribution of volatile compounds between fractions. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 41–47 (In Russ.).

Крикунова Людмила Николаевна

д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности», 119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7, тел.: +7 (499) 255-20-21, e-mail: cognac320@mail.ru

Песчанская Виолетта Александровна

зав. отделом технологии крепких напитков, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности», 119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7, тел.: +7 (499) 246-66-12

Дубинина Елена Васильевна

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности», 119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, 7, тел.: +7 (499) 246-66-12, e-mail: elena-vd@yandex.ru

Ludmila N. Krikunova

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Leading researcher, All-Russian Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry, 7, Rossolimo Str., Moscow, 119021, Russia, phone: +7 (499) 255-20-21, e-mail: cognac320@mail.ru

Violetta A. Peschanskaya

Head of the department of technology of hard liquor, All-Russian Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry, 7, Rossolimo Str., Moscow, 119021, Russia, phone: +7 (499) 246-66-12

Elena V. Dubinina

Cand.Sci.(Eng.), Leading researcher, All-Russian Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry, 7, Rossolimo Str., Moscow, 119021, Russia, phone: +7 (499) 246-66-12, e-mail: elena-vd@yandex.ru



УДК 664.14:631.576.2

РАЗРАБОТКА САХАРИСТЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРАКТОВ ОКОЛОПЛОДНИКА ОРЕХА МАНЬЧЖУРСКОГО

Т.В. Левчук*, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Лёвочкина, М.А. Ганзюк

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

*e-mail: levchuktv@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 13.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. В статье рассмотрена возможность использования экстракта околоплодника ореха маньчжурского в качестве красителя и консерванта, а так же источника биологически активных веществ в производстве мармелада. В ходе исследования было определено содержание биологически активных веществ и антиоксидантная активность экстрактов околоплодника ореха маньчжурского, экстрагированных при температуре 100 °С в течение 5 мин. Показано, что в экстракте околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости содержание рутина, юглона и кверцетина наибольшее и составляет 54,7 мг/100 г, 76,3 мг/100 г, 11,2 мг/100 г, соответственно. Установлено, что антиоксидантная активность экстрактов, зависит от стадии зрелости плода. Наибольшей антиоксидантной активностью обладает экстракт околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости (1251,67 мкг аск.к-ты/мл). Разработаны рецептуры желеино-мармелада с использованием водных экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной и потребительской стадий зрелости. Определены органолептические показатели образцов мармелада и содержание в них биологически активных веществ, а также их антиоксидантная активность. Наилучшими органолептическими показателями, а также высокими значениями антиоксидантной активности и биологически активных веществ обладал мармелад, содержащий 5% экстракта околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости. Экстракт придавал мармеладу приятный желто-коричневый цвет и насыщенный сладко-кислый вкус. Кроме того, введение в рецептуру мармелада экстракта околоплодника ореха маньчжурского оказывало положительное влияние на физико-химические и микробиологические показатели качества готовых изделий.

Ключевые слова. Маньчжурский орех, экстракты околоплодника ореха маньчжурского, молочная, потребительская стадии зрелости, агар-агар, мармелад

DEVELOPMENT OF SUGAR CONFECTIONERY USING EXTRACTS OF MANCHURIAN WALNUT PERICARP

T.V. Levchuk*, N.Yu. Chesnokova, L.V. Levochkina, M.A. Ganzuyuk

Far Eastern Federal University,
8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia

*e-mail: levchuktv@rambler.ru

Received: 13.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. The article considers the possibility of using the extract of Manchurian walnut pericarp as a dye, a preservative, and a source of biologically active substances in the production of marmalade. The content of biologically active substances and antioxidant activity of extracts of Manchurian walnut pericarp extracted at the temperature of 100 °C for 5 min have been determined. It has been shown that the pericarp extract of Manchurian walnut of milky stage has the highest content of rutin, yuglon and quercetin which amounts to 54.7 mg/100 g, 76.3 mg/100 g, 11.2 mg/100 g, respectively. It has been established that the antioxidant activity of the extracts depends on the stage of Manchurian walnut maturity. The pericarp extract of Manchurian walnut of milky stage of maturity has the highest antioxidant activity. The recipes of jelly marmalade with the use of water extract of pericarp of Manchurian walnut of milky and consumer stages of maturity have been developed. Organoleptic characteristics of the samples of marmalade and the content of biologically active substances, and their antioxidant activity have been defined. Marmalade containing 5% of pericarp extract of Manchurian walnut of milky stage has the best organoleptic indices, as well as the highest values of antioxidant activity and bioactive substances. The extract gives a pleasant yellow-brown color and rich sweet-sour taste to marmalade. In addition, the introduction of the extract of Manchurian walnut pericarp into the marmalade formulation has a positive effect on physico-chemical and microbiological quality indices of the finished products.

Keywords. Manchurian walnut, extracts of Manchurian walnut pericarp, milky and consumer stages of maturity, agar-agar, marmalade

Введение

В настоящее время рынок кондитерских изделий является востребованным и занимает устойчивые позиции среди широкого ассортимента продук-

тов питания. С целью удержания устойчивых позиций на рынке кондитерских изделий необходимо улучшать их качество и пищевую ценность, используя сырье с новыми вкусовыми характери-

ками и функциональной направленностью. Одной из наиболее широко представленных групп кондитерских изделий являются сахаристые железированные кондитерские изделия, которые помимо основных ингредиентов, содержат пищевые добавки, влияющие не только на органолептические, но и технологические свойства продукта. В настоящее время в производстве сахаристых железированных кондитерских изделий распространено использование синтетических красителей и консервантов, из-за их устойчивости к условиям внешней среды, дешевизны и простоты применения, но известно что искусственные пищевые добавки оказывают негативное влияние на организм человека (канцерогенное, мутагенное, тератогенное воздействия). В связи с этим перед производителями кондитерских изделий остро стоит вопрос о безопасности и ограничении применения в пищевом производстве синтетических красителей и консервантов и использование для этих целей преимущественно пищевых добавок природного происхождения [1].

Источником натурального красителя и консерванта природного происхождения для сахаристых железированных кондитерских изделий может служить экстракт околоплодника ореха маньчжурского (*Juglans manshurica Maxim*). Орех маньчжурский широко распространен на Дальнем Востоке России, в частности в Приморском крае. Плод ореха состоит из перикарпа (околоплодника) и собственно ореха с семенем. На долю околоплодника приходится 57 % от общей массы ореха. Органолептические и физико-химические показатели околоплодника существенно зависят от стадии зрелости плода [3]. Кроме того, околоплодник ореха маньчжурского отличается богатейшим химическим составом и обладает уникальными лечебными свойствами. Он содержит до 0,03 % алкалоидов, 12–14 % дубильных и красящих веществ, 2,6 % клетчатки, 18,4 % пектинов, до 12 % минеральных веществ и 0,8 % витамина С, а также, флавоноиды и хиноны [2]. Околоплодник ореха маньчжурского обладает антибактериальными, антипаразитарными, противоопухолевыми и антиоксидантными свойствами [4].

Целью работы является изучение возможности использования экстрактов околоплодника ореха маньчжурского в качестве красителя и консерванта, а также источника биологически активных веществ, в производстве железированных кондитерских изделий, в частности мармелада.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования в данной работе являются водные экстракты околоплодника ореха маньчжурского молочной (собранный в июне) и потребительской (собранный в октябре) стадий зрелости и образцы мармелада на их основе. Экстракты готовились путем экстрагирования водой в соотношении 1:5 свежесобранного околоплодника ореха маньчжурского при температурах 23, 75 и 100 °С в течение 5 минут.

На основе экстрактов было приготовлено 4 образца мармелада с содержанием 1, 3, 5 и 7 % экстракта околоплодника ореха маньчжурского мо-

лочной стадии зрелости и 4 образца мармелада с экстрактом околоплодника ореха маньчжурского потребительской стадии зрелости в тех же соотношениях.

Съемку дифференциальных УФ-спектров образцов проводили на спектрофотометре UV-1800 Shimadzu (Япония). В связи с насыщенностью окраски для съемки УФ-спектров экстракты околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости разбавляли водой в 10 раз, экстракты потребительской стадии зрелости в 200 раз.

Исследование антиоксидантной активности (АОА) экстрактов из околоплодника ореха маньчжурского проводилась по методу DPPH. Метод основан на восстановлении DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) антиоксидантом [7].

Количественное содержание биологически активных веществ в экстрактах околоплодника ореха маньчжурского анализировали методом обращенно-фазной хроматографии на хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence, оснащенном вакуумным дегазатором DGU-20A, модулем подачи растворителей LC-20AD, автосэмплером SIL-20A, колоночным термостатом CTO-20A, системным контроллером CBM-20A, спектрофотометрическим детектором SPD-20A. Разделение компонентов экстракта проводили на аналитической колонке Shimadzu Shim-Pack VP-ODS (4.6 μ m, 250 мм×4.6 мм), оснащенной предколонкой Shimadzu Shim-Pack GVP-ODS (10 мм×4.6 мм). Детектирование осуществлялось при длине волны 260 нм. Во время проведения анализа образцы и колонку термостатировали при 30 °С. Объем вводимой пробы составлял 10 мкл. Анализ проводили с использованием хроматографических систем А (метанол/муравьиная кислота 1 % (v/v)) и Б (вода/муравьиная кислота 1 % (v/v)). Для разделения компонентов экстракта использовали градиентный режим: 20 % системы А в течение 10 минут, затем с 20 до 80 % системы А за 10 минут, затем 80 % системы А в течение 10 минут, затем с 80 % системы А до 20 % за 10 минут для восстановления первоначальных условий. Объем потока элюента составлял 0,8 мл/минуту. В качестве внешних стандартов были использованы рутин, юглон и кверцетин. Калибровочные растворы приготовлены путем растворения стандартных веществ в метаноле.

Массовую долю влаги в мармеладе определяли по ГОСТ 5900-14. Для измерений использовалось устройство для определения влажности пищевых продуктов ЭЛЕКС-7, Россия.

Массовую долю редуцирующих веществ в мармеладе определяли по ГОСТ 5903. Массовую долю золы в мармеладе определяли по ГОСТ 5901. Общую кислотность мармелада определяли по ГОСТ 5898.

Микробиологическое исследование проводили согласно нормативной документации: ГОСТ 31659, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 31747, ГОСТ 28805.

Исследование токсичных элементов в экстрактах околоплодника ореха маньчжурского и мармелада на его основе проводили в соответствии с Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиени-

ческими требованиями и товаром, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору от 28 мая 2010 г. № 299.

Результаты и их обсуждение

Спектры поглощения красящих веществ в экстрактах околоплодника ореха маньчжурского потребительской и молочной стадий зрелости в зависимости от температуры и времени экстрагирования представлены на рис. 1.

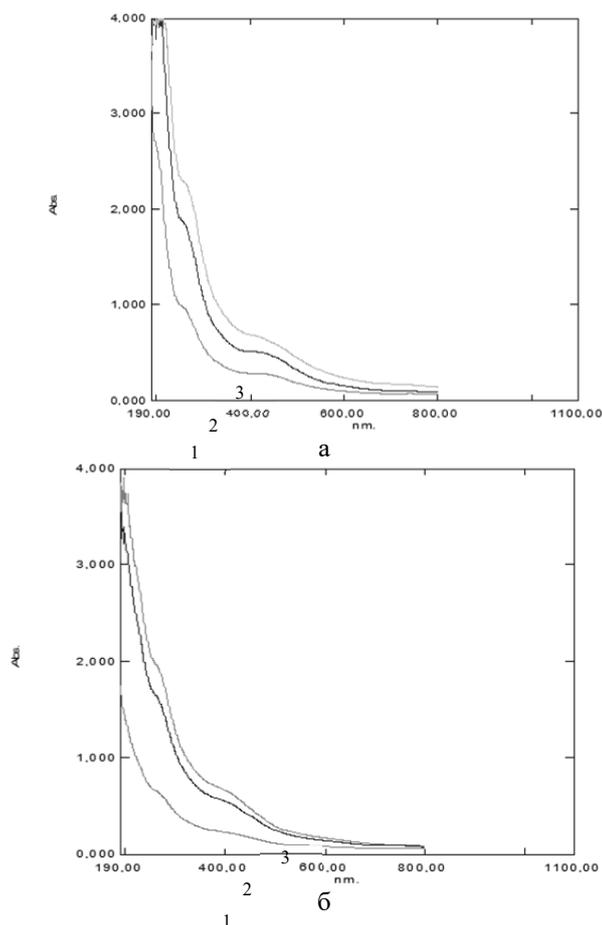


Рис. 1. УФ-спектры поглощения экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной (а) и потребительской (б) стадий зрелости: 1. $t=23\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 мин; 2. $t=75\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 мин; 3. $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$, 5 мин

Было установлено, что условия экстрагирования существенно влияют на переход пигментов в раствор. Наибольшей экстрагирующей способностью и насыщенностью цвета, обладают экстракты околоплодника ореха маньчжурского молочной и потребительской стадий зрелости, экстрагированные водой при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 5 мин (рис. 1). Наименьшее количество красящих веществ наблюдается в экстрактах, экстрагированных водой при температуре $23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким образом, при увеличении температуры нагревания экстрактов, количество выделившихся красящих веществ возрастает. Кроме того, в спектрах водных экстрактов околоплодника ореха маньчжурского в молочной стадии зрелости в областях 225 нм и 430 нм наблюдаются ярко выраженные пики, первый свидетельствует о наличии в экстрактах соединения хиноидной природы – юглона [2], второй – кверцетина [5]. По мере достижения плодом потребительской стадии зрелости характер пиков становится менее интенсивным.

Содержание биологически активных веществ и антиоксидантная активность экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной и потребительской стадий зрелости, экстрагированных водой при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 5 мин представлены в табл. 1.

Как показали результаты исследования, в экстракте околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости содержится наибольшее количество биологически активных веществ. На этой стадии зрелости околоплодник содержит три биологически активных вещества рутин, юглон и кверцетин. По мере созревания околоплодника происходит постепенное разрушение этих веществ. Полное созревание ореха приводит к полному разрушению рутина в околоплоднике. Как показали исследования, наиболее устойчив к процессу созревания кверцетин, его содержание в экстрактах околоплодника потребительской стадии зрелости уменьшилось только на 15 %, в то время как содержание юглона составило лишь 28 % от первоначального его количества.

Таблица 1

Содержание биологически активных веществ и антиоксидантная активность экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной и потребительской стадий зрелости, экстрагированных водой при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 5 мин

Биологически активные вещества	Концентрации стандартных растворов (мг/л)					Время удерживания, мин	Содержание компонента, мг/100 г	
	10	20	30	40	50		молочная	потребительская
Рутин	10	20	30	40	50	30.54	54.7	не обнаружен
Юглон	10	20	30	40	50	34.04	76.3	21.1
Кверцетин	5	10	15	20	25	37.89	11.2	9.5
							АОА (мкг аск. к-ты/мл)	
							1251,67	543,54

Экспериментально было установлено, что антиоксидантная активность экстрактов, зависела от стадии зрелости ореха маньчжурского. Наибольшей антиоксидантной активностью обладает экстракт

на основе свежего околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости (1251,67 мкг аск. к-ты/мл). Значение антиоксидантной активности экстракта околоплодника ореха маньчжурского

потребительской стадии зрелости было в три раза ниже и составляло 543,54 мкг аск. к-ты/мл, Понижение антиоксидантной активности экстрактов согласуется с потерей в процессе созревания плода биологически активных веществ в его околоплоднике. На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что экстракты околоплодника ореха маньчжурского молочной и потребительской стадий зрелости содержат биологически активные вещества, обладают высокой антиоксидантной активностью и красящей способностью. Это позволяет использовать их в качестве красителя и консерванта для производства кондитерских изделий в том числе и желеино-мармелада.

В дальнейшем была изучена возможность исследования экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной и потребительской стадий зрелости в качестве сырья для производства мармелада. В качестве желирующего компонента для производства мармелада был выбран агар-агар.

Мармелад готовили по стандартной технологии, используя рецептуру, приведенную в сборнике рецептов [6]. Для исследования, было приготовлено 8 образцов желеино-мармелада в зависимости от стадии зрелости плода и содержания добавляемых экстрактов.

Для приготовления желеино-массы готовили агаро-паточный сироп, для чего агар-агар замачивали в воде при температуре 10–15 °С в количестве 3 % и оставляли для набухания в течение 1–1,5 ч, затем добавляли сахар и патоку, нагревали до полного растворения компонентов. Экстракты околоплодника ореха маньчжурского вводили на стадии производства агаро-паточного сиропа в концентрациях 1, 3, 5, 7 %.

Органолептическая оценка образцов желеино-мармелада с добавлением экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной и потребительской стадий зрелости представлена в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Органолептическая оценка желеино-мармелада с добавлением экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости

Показатель качества	Контрольный образец (без экстракта)	Образцы мармелада с добавлением экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости			
		1	2	3	4
		экстракт 1%	экстракт 3%	экстракт 5%	экстракт 7%
Цвет	светло-кремовый	бледно-желтый	светло-коричневый	желто-коричневый	темно-коричневый
Вкус	умеренно-сладкий	приторный	сладкий	сладко-кислый	горько-кислый
Запах	синтетический	специфический	специфический	специфический	травянистый
Консистенция	студнеобразная	вязкая	плотная	студнеобразная	твердая

Таблица 3

Органолептическая оценка желеино-мармелада с добавлением экстрактов околоплодника ореха маньчжурского потребительской стадии зрелости

Показатель качества	Контрольный образец (без экстракта)	Образцы мармелада с добавлением экстрактов околоплодника ореха маньчжурского потребительской стадии зрелости			
		5	6	7	8
		экстракт 1%	экстракт 3%	экстракт 5%	экстракт 7%
Цвет	светло-кремовый	светло-желтый	желто-коричневый	насыщенно-коричневый	темно-коричневый
Вкус	умеренно-сладкий	кислый	кислый	сладко-кислый	горький
Запах	синтетический	специфический	специфический	специфический	травянистый
Консистенция	студнеобразная	вязкая	плотная	студнеобразная	твердая

Из результатов табл. 2 и 3 видно, что наилучшими органолептическими показателями обладают образцы мармелада 3 и 7 с добавлением 5 % экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной или потребительской стадий зрелости. Мармелад с добавлением экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной и потребительской стадий зрелости приобретает приятный желто-

коричневый и насыщенный коричневый цвета, соответственно. Кроме того, мармелад имеет приятный сладко-кислый вкус и плотную студнеобразную консистенцию, что соответствует требованиям, предъявляемым к качеству данного вида изделий. Содержание биологически активных веществ и антиоксидантная активность исследуемых образцов мармелада приведены в табл. 4.

Таблица 4

Содержание биологически активных веществ и антиоксидантная активность образцов мармелада

Биологически активные вещества	Контрольный образец (без экстракта)	Содержание компонента, мг/100 г							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Рутин	-	0,54	1,6	2,7	3,8	-	-	-	-
Юглон	-	0,76	2,28	3,8	5,34	0,21	0,63	1,05	1,47
Кверцетин	-	0,11	0,33	0,56	0,78	0,095	0,28	0,47	0,66
		АОА (мкг аск. к-ты/мл)							
	-	11,4	34,2	70,0	79,8	2,03	6,09	10,1	14,2

Из данных табл. 4 видно, что содержание биологически активных веществ в мармеладе находится в зависимости от количества, добавляемого в мармелад экстракта, а также стадии зрелости плода. Образцы мармелада 5–8, содержащие экстракты потребительской стадии зрелости не содержат рутин. Наибольшее количество юглона и кверцетина содержат образцы мармелада 3 и 4 с добавлением 5 и 7 % экстрактов околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости. Данные образцы также обладают высокими значениями антиокси-

дантной активности 70,0 и 79,8, соответственно. Учитывая органолептические показатели, а также содержание биологически активных веществ и антиоксидантную активность 5 % экстракт околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости может быть рекомендован для производства мармелада. Поскольку, к пищевым продуктам предъявляются жесткие требования к показателям качества и безопасности продуктов питания, были проведены исследования мармелада по данным показателям (табл. 5 и 6).

Таблица 5

Физико-химические показатели качества мармелада с использованием 5 % экстракта околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости

Наименование показателя	Нормативное значение	Фактическое значение	Нормативная документация на методы испытаний
Влажность, %	15–23	18	ГОСТ 5900-14
Массовая доля редуцирующих веществ, %, не более	20	20	ГОСТ 5903
Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты, %, не более	0,05	0,08±0,3	ГОСТ 5901-14
Общая кислотность, градусы	7,5–22,5	8,5	ГОСТ 5898

Таблица 6

Микробиологические показатели качества мармелада с использованием 5 % экстракта околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости

Наименование показателя	Нормативное значение	Фактические значения						НД на методы испытаний
		Мармелад без добавления экстракта	Мармелад с использованием экстракта	Мармелад без добавления экстракта через 3 мес	Мармелад с использованием экстракта через 3 мес	Мармелад без добавления экстракта через 4 мес	Мармелад с использованием экстракта через 4мес	
Патогенные, в том числе сальмонеллы в 25 г	не допускается	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 31659
(КМАФАнМ), КОЕ/г	не более 1×10^3	30	10	<100	<100	<100	<100	ГОСТ 10444.15
БГКП (колиформы) в 0,1 г	не допускается	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	обнаружено	не обнаружено	ГОСТ 31747
Плесени, КОЕ/г	не более 100	<10	<10	<10	<10	<10	<10	ГОСТ 10444.12
Дрожжи, КОЕ/г	не более 50	<10	<10	<10	<10	<10	<10	ГОСТ 28805

Результаты исследований показали, что все физико-химические и микробиологические показатели желеино-мармелада с использованием 5 % экстракта околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости соответствуют нормативным значениям. В течение четырех месяцев хранения в мармеладе, приготовленном с использованием экстракта околоплодника ореха

маньчжурского, патогенные микроорганизмы, бактерии группы кишечных палочек, дрожжи и плесени не обнаружены, что позволяет увеличить сроки хранения изделия. Исследования содержания тяжелых металлов в экстракте околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости и мармеладе на его основе представлены в табл. 7.

Таблица 7

Содержание тяжелых металлов в экстракте околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости и мармеладе с использованием 5 % экстракта

Химический элемент	Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции	Мармелад с использованием 5% экстракта околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости, мг/кг	Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору от 28 мая 2010г № 299	Экстракт околоплодника ореха маньчжурского молочной стадии зрелости, мг/кг
Свинец	1,0	0,06	1,0	0,09
Мышьяк	1,0	0,003	1,0	0,007
Кадмий	0,01	0,01	0,1	0,01
Ртуть	0,01	-	0,01	-

Исследования содержания тяжелых металлов в мармеладе с использованием экстракта околоплодника молочной стадии зрелости показали, что все токсичные элементы находятся в пределах нормы.

Таким образом, установлено, что экстракт околоплодника ореха маньчжурского может использоваться при производстве сахаристых желированных кондитерских изделий. Экстракт околоплодника ореха маньчжурского рекомендуется применять в качестве натурального красителя и консер-

ванта, а также в качестве пищевой добавки, обогащающей изделия полезными биологически активными веществами. Оптимальная дозировка внесения экстракта околоплодника ореха маньчжурского составляет 5 %. Экстракт придает мармеладу приятный желто-коричневый цвет и насыщенный сладко-кислый вкус. Кроме того, введение в рецептуру мармелада экстракта околоплодника ореха маньчжурского оказывает положительное влияние на физико-химические и микробиологические показатели качества готовых изделий.

Список литературы

1. Болотов, В.М. Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение / В.М. Болотов, А.П. Нечаев, Л.А. Сарафанова. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 240 с.
2. Ковалева, Е.А. Взаимосвязь интегральных характеристик электронных спектров поглощения с потенциалами ионизации в ряду производных 1,4-нафтохинона / Е.А. Ковалева, М.Ю. Доломатов // Башкирский химический журнал. – 2014. – Т. 21. – № 2. – С. 44–50.
3. Левчук, Т.В. Исследование безопасности и относительной биологической ценности / Т.В. Левчук, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40. – № 1. – С. 96–102.
4. Обоснование пищевого использования околоплодника ореха маньчжурского / Т.В. Левчук, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина, Н.В. Масалова // Пищевая промышленность. – 2015. – № 12. – С. 52–54.
5. Спектрофотометрическое определение суммарного содержания флавоноидов в лекарственных препаратах растительного происхождения / О.Н. Сорокина, Е.Г. Сумина, А.В. Петракова, С.В. Барышева // Известия Саратовского ун-та: Новая серия. Сер. Химия. – 2013. – Т. 13. – № 3. – С. 8–11.
6. Сборник основных рецептов сахаристых кондитерских изделий / Сост. Н.С. Павлова. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 232 с.
7. Martysiak-Żurowska, D. A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. / D. Martysiak-Żurowska, W. Wenta // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. – 2012. – P. 83–89.

References

1. Bolotov V.M., Nechaev A.P., Sarafanova L.A. *Pishchevye krasiteli: klassifikatsiya, svoystva, analiz, primeneniye* [Food Dyes: classification, properties, analysis of the use] St. Petersburg: GIOR Publ., 2008. 240 p.
2. Kovaleva E.A., Dolomatov M.Yu. *Vzaimosvyaz' integral'nykh kharakteristik elektronnykh spektrov pogloshcheniya s potentsialami ionizatsii v ryadu proizvodnykh 1,4-naftokhinona* [Interrelation of integrated characteristics of electronic absorption spectra with ionisation potentials among 1,4-naphthoquinone derivatives]. *Bashkirskiy khimicheskii zhurnal* [Bashkir chemical journal], 2014, vol. 21, no. 2, pp. 44–50.
3. Levchuk T.V., Chesnokova N.Yu., Liovochkina L.V. *Issledovanie bezopasnosti i odnositel'noy biologicheskoy tsennosti* [Research of safety and relative biological value of drinks on the basis of the extract of Manchurian walnut pericarp]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2016, vol. 40, no. 1, pp. 96–102.
4. Levchuk T.V., Chesnokova N.Yu., Levochkina L.V., Masalova N.V. *Obosnovaniye pishchevogo ispol'zovaniya okolo-plodnika orekha man'chzhurskogo* [Substantiation of food use of the pericarp of Manchurian nut]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2015, no. 12, pp. 52–54.
5. Sorokina O.N., Sumina E.G., Petrakova A.V., Barysheva S.V. *Spektrifotometricheskoye opredeleniye summarnogo sodержaniya flavonoidov v lekarstvennykh preparatakh rastitel'nogo proiskhozhdeniya* [Spektrifotometricheskoye determinatiya of total content of flavonoids in medicines vegetable proiskhozhdeniya]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Khimiya. Biologiya. Ekologiya* [Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Chemistry. Biology. Ecology], 2013, vol. 13, no. 3, pp. 8–11.
6. Pavlova N.S. *Sbornik osnovnykh retseptur sakharistykh konditerskikh izdeliy* [Collection of basic recipes sugar confectionery]. St. Petersburg: GIOR Publ., 2000. 232 p.
7. Martysiak-Żurowska D., Wenta W. A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2012, vol. 11, no. 1, pp. 83–89.

Дополнительная информация / Additional Information

Разработка сахаристых кондитерских изделий с использованием экстрактов околоплодника ореха маньчжурского / Т.В. Левчук, Н.Ю. Чеснокова, Л.В. Левочкина, М.А. Ганзюк // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 48–54.

Levchuk T.V., Chesnokova N.Yu., Levochkina L.V., Ganzuk M.A. Development of sugar confectionery using extracts of manchurian walnut pericarp. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 48–54 (In Russ.).

Левчук Тамара Викторовна

аспирант Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: levchuktv@rambler.ru

Чеснокова Наталья Юрьевна

канд. биол. наук, доцент Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: chesn_natali@mail.ru

Левочкина Людмила Владимировна

канд. техн. наук, доцент Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: vovslev@yandex.ru

Ганзюк Мария Андреевна

магистрант Департамента пищевых наук и технологий, Школы биомедицины, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, e-mail: ganzyuk.m@mail.ru

Tamara V. Levchuk

Postgraduate student of the Department of food science and technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, e-mail: levchuktv@rambler.ru

Natalia Yu. Chesnokova

Cand.Sci.(Biol.), Associate Professor of the Department of food science and technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, e-mail: chesn_natali@mail.ru

Lyudmila V. Levochkina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of food science and technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, e-mail: vovslev@yandex.ru

Maria A. Ganzyuk

Undergraduate of the Department of food science and technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., 690950, Vladivostok, Russia, e-mail: ganzyuk.m@mail.ru



УДК 637.3

НОВЫЕ НАУКОЕМКИЕ ПРИЕМЫ ОЦЕНКИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В СЫРОДЕЛИИ: ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СВЕРТЫВАНИЯ МОЛОКА И ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СГУСТКА

А.А. Майоров*, Ю.А. Сиденко, О.Н. Мусина

ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия»,
656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66

*e-mail: sibniis.altai@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 24.04.2017

Дата принятия в печать: 29.05.2017

Аннотация. Важным технологическим этапом выработки сыра является этап свертывания молочной смеси. Особенности формирования сгустка влияют на выбор режимов выработки сырного зерна и определяют качество готового продукта. В Сибирском научно-исследовательском институте сыроделия (СибНИИС) разработаны два прибора и две оригинальные методики, позволяющие реализовать наблюдение за процессами свертывания молока и формирования реологических характеристик сгустков. Методика предусматривает исследование динамики свертывания молока, измерение реологических характеристик полученного сгустка (прочности и упругости). Первая методика и прибор предназначены для исследований влияния режимов свертывания молочных смесей и режимов обработки сырного зерна. Достоинством метода является возможность получения неразрушенного сгустка в емкости, которую затем перемещают в прибор для измерения предела прочности. Прибор позволяет проводить параллельные опыты на одном образце молока, меняя другие факторы (дозы фермента, уровень кислотности, массовую долю сухих веществ). Второй прибор предназначен для измерения предела прочности и представляет собой модернизированный вариант реоконсистометра. Предел прочности сырного сгустка отражает его технологические свойства и коррелирует с потерями сырной массы при выработке сырного зерна. Установлено путем анализа динамики формирования реологических характеристик сгустков, что предел прочности не всегда является функцией времени: в целом ряде случаев наблюдаются локальные экстремумы. Это явление зависит от вида применяемого молокосвертывающего фермента, белкового состава молока, от концентрации и состояния ионов кальция, наличия ингибирующих веществ в молоке. Методики СибНИИС дают возможность скорректировать технологические приемы на ранних стадиях выработки сыра, уточнить водосвязывающие свойства сырной массы, степень потерь компонентов молока. Приборы и методики наиболее эффективно могут быть применены при разработке технологий выработки сыров из смесей с использованием сухих и сгущенных компонентов.

Ключевые слова. Сыроделие, реологические свойства, сгусток, динамика свертывания молока, прочность, упругость

NEW HIGH-TECH METHODS OF RHEOLOGICAL PROPERTIES EVALUATION IN CHEESEMAKING: STUDY OF MILK COAGULATION AND FORMATION OF CHEESE CURD STRUCTURE

A.A. Mayorov*, Yu.A. Sidenko, O.N. Musina

Siberian Research Institute of Cheese Making,
66, Sovetskoi Armii Str., Barnaul, 656016, Russia

*e-mail: sibniis.altai@mail.ru

Received: 24.04.2017

Accepted: 29.05.2017

Abstract. The coagulation of milk mixture is an important technological stage of cheese-making. Peculiar features of curd formation affect the choice of cheese-making conditions and determine the quality of cheese. At the Siberian Research Institute of Cheese-making two instruments and two methods allowing monitoring of milk coagulation process and rheological properties of curd formation have been developed. The methods allow us to investigate the dynamics of milk coagulation and to measure the rheological characteristics of the curd (strength and elasticity). The first method and the instrument are designed to study the effect of conditions of milk mixture coagulation and curd treatment. The advantage of this method is the possibility of obtaining undistorted curd in the vessel which is then transferred to the device for measuring strength tensile. The device allows making comparative experiments on the same milk sample changing the factors (dose of enzyme, pH, and mass fraction of solids). The second instrument is a modernized version of a reconciler and has been designed to measure the ultimate strength. The ultimate strength of cheese curd reflects its technological properties and correlates with the loss of the cheese mass in the development of cheese curd. Analyzing the dynamics of formation of curd rheological characteristics it has been established that ultimate strength is not always a function of time: in many cases local extremes are observed. This phenomenon depends on the kind of milk coagulating enzyme, the protein composition of milk, the concentration and the state of calcium ions, the presence of inhibitory substances in milk. The developed methods make enable us to adjust processing at early stages of cheese-making, to specify binding properties of the cheese mass and the losses of milk components. The instruments and methods can be used more effectively when making cheese from mixtures which include dry and condensed components.

Keywords. Cheesemaking, rheological characteristics, cheese curd, dynamics of milk coagulation, strength, elasticity

Введение

Основным направлением научно технического прогресса в пищевой промышленности является развитие технологий, повышающих эффективность производственных процессов, что в свою очередь ведет к повышению производительности труда и экономии материальных ресурсов. Для разработки прогрессивных технологических решений необходимо изучение реологических свойств обрабатываемых продуктов, что особенно важно для продуктов с неньютоновскими свойствами [1, 2]. Реология рассматривает процессы, связанные с необратимыми остаточными деформациями и течением разнообразных вязких и пластических материалов, а также явления релаксации напряжений, упругого последействия и т.д. Экспериментальная реология (реометрия) изучает различные структурно-механические свойства тел с помощью специальных приборов и устройств [3, 4]. Дебон и соавторы изучали реологические свойства сквашиваемого молока с помощью ротационного вискозиметра, при этом продукт продемонстрировал ярко выраженные неньютоновские свойства, переходящие в неньютоновские при высоких скоростях сдвига. Схожие зависимости можно наблюдать в работах Н.Г. Острецовой и А.В. Чекалева, проводивших исследования реологических свойств белковых сгустков [5]. К важнейшим физическим свойствам сыра относятся реологические свойства: текучесть, вязкость, прочность, упругость. Консистенцию сыра можно описывать совокупностью реологических параметров, имеющих точный физический смысл: модуля упругости, вязкости, времени релаксации и т.д. С точки зрения реологии, сыр представляет собой вязкопластично-упругое тело [1–5].

Основными элементами, участвующими в процессе образования структуры сыров, являются белки. Именно их взаимодействию обязано изменение структурно-механических свойств смесей. Схематично процесс коагуляции протекает по схеме, при которой вначале белки подвергаются воздействию ферментов или ионов солей. При этом белки меняют свое конформационное состояние, соединяясь друг с другом и образуя конгломераты. Эта стадия практически не меняет внешнего вида смеси, подвергающейся коагуляции, и ее называют скрытой стадией. На второй стадии, когда размеры образовавшихся конгломератов превышают критические значения, наступает этап структурообразования, при котором образуется золь, постепенно переходящий в гель. В большинстве случаев эти системы не обладают свойством тиксотропии, т.е. не восстанавливают структуры при ее разрушении. Однако первичная тиксотропия (образование внутренней структуры) обязательно присутствует, и об этом говорит резкое изменение структурно-механических свойств после коагуляции. Система приобретает целый ряд свойств, характерных для твердых и структурированных систем. При коагуляции белков животного происхождения под влиянием свертывающих ферментов в сгусток переходит большая часть казеина и часть сывороточных белков. При этом большая часть жировых шариков

захватывается белковой структурой. В сыворотке остается незначительная часть сывороточных белков и углеводы, которые в основном представлены молочным сахаром (лактозой). При кислотной коагуляции общий механизм остается прежним, однако коэффициенты перехода уже будут другие. Для описания стадий процесса коагуляции можно использовать математический аппарат, применяемый при анализе цепей Маркова. При этом технологический процесс коагуляции рассматривается как цепь перехода компонентов из одного состояния в другое. Переход из одного состояния в другое характеризуется физико-химическими свойствами как среды, так и самого компонента. Общая схема коагуляции молочной смеси может быть представлена схематично (рис. 1). Исходная смесь, подвергаемая свертыванию, на первой стадии испытывает воздействие первого комплекса факторов КФ₁. В результате этого воздействия происходит осаждение коагулянта КГ₁, а исходная смесь переходит в состояние СС₁ из СС₀ (состояние смеси). На второй стадии смесь СС₁ под воздействием факторов КФ₂ происходит образование коагулянта КГ₂ и смесь переходит в состояние СС₂. На последующих стадиях на смесь воздействуют комплексы факторов КФ_і. Эффективность процесса коагуляции в целом можно оценить по отношению массовых долей сухих веществ в исходной смеси и полученных коагулянтах [6, 7].

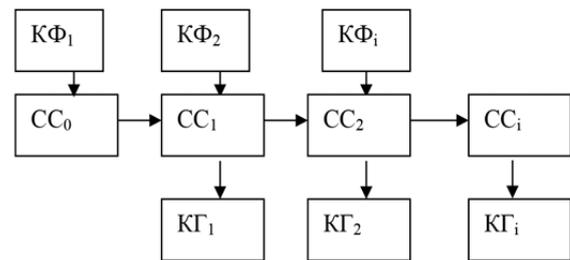


Рис. 1. Общая схема коагуляции исходной смеси

Большой научный и практический интерес представляет исследование реологических свойств сгустка неразрушающими методами и получение данных о динамике свертывания молока (молочной смеси) в ходе технологического процесса выработки сыра, поскольку в сыроделии важнейшим технологическим этапом получения сыра является этап свертывание молока или молочной смеси [8–10]. Динамика формирования сгустка влияет на выбор режимов при выработке сырного зерна и определяет качество сыра. Оценка влияния применяемых ингредиентов и коррекция режимов свертывания имеет первостепенное значение в технологическом процессе производства сыра. На формирование реологических свойств сгустка оказывает влияние целый ряд факторов, среди которых наибольшее значение имеют: качество молока, доза и тип молокозвертывающего фермента и закваски, количество ионов кальция, температура свертывания, исходная кислотность молока (смеси) и другие. Кроме продолжительности свертывания молока влияние на качество сыра оказывает и характер

формирования сгустка, из которого в дальнейшем вырабатывают сырное зерно.

Непрерывный контроль реологических свойств молочной смеси по ходу технологического процесса выработки сыра намного точнее и объективнее отражает ход этого процесса, чем дискретный лабораторный контроль структурно-механических свойств смеси и сгустка на входе, выходе и промежуточных фазах [11]. Изменение реологических свойств молочной смеси дает возможность судить о начале, окончании, скорости и направленности технологического процесса [12, 13]. Для оценки преимуществ или недостатков того или иного технологического процесса в сыроделии необходимо его корректное исследование. Преимущества одного технологического процесса в сравнении с другим можно оценивать по различным показателям: выходу из единицы сырья, потерям сырья при производстве, органолептическим показателям, трудоемкости и энергоемкости, сроку годности и т.д. На этапе свертывания молока важным показателем эффективности является расход молокосвертывающего фермента, поскольку цена его весьма высока. Решение о целесообразности применения тех или иных компонентов (ингредиентов), режимов, операций на практике зачастую приходится принимать в условиях информационной неопределенности. При этом необходимо учесть комплекс показателей, включающих продолжительность процесса выработки сырной массы, потери белка и жира, массовую долю влаги в продукте и др. Для принятия обоснованного решения необходимо проведение многочисленных экспериментов (пробных варок), позволяющих получить достоверные результаты. Такой подход требует значительных ресурсов времени и расходных материалов.

Существующие приборы для оценки формирования реологических показателей сгустка не дают возможности оценить динамику процессов. Тромбоэластографы и коагулографы не позволяют получить достаточное количество информации, поскольку сгусток, формирующийся в измерительных ячейках, частично или полностью разрушается инденторами. Поэтому исследователь не получает достоверной картины формирования структуры сгустка [14].

Целью работы является разработка приборов и методик, позволяющих оценивать реологические показатели сырного сгустка в динамике.

Объекты и методы исследования

Для проведения исследований процессов свертывания молока и формирования реологических характеристик сгустков в «Сибирском научном исследовательском институте сыроделия» (СибНИИС) разработаны два прибора и две методики, позволяющие реализовать наблюдение за этими процессами. Методики предусматривают исследование динамики свертывания молока, измерение реологических характеристик полученного сгустка (прочности и упругости). При реализации методик последовательно проводят свертывание молока (смеси), регистрируя динамику изменения процесса

свертывания неразрушающим методом, и измеряют предел прочности полученного сгустка. Параллельно можно проводить пять опытов.

Результаты и их обсуждение

Первая методика и прибор предназначены для исследований режимов свертывания молочных смесей и режимов обработки сырного зерна. Прибор фиксирует отклонение лазерного луча, отраженного от поверхности исследуемой молочной смеси. Схема прибора для исследования процесса свертывания молочных смесей приведена на рис. 2, общий вид установки – на рис. 3.

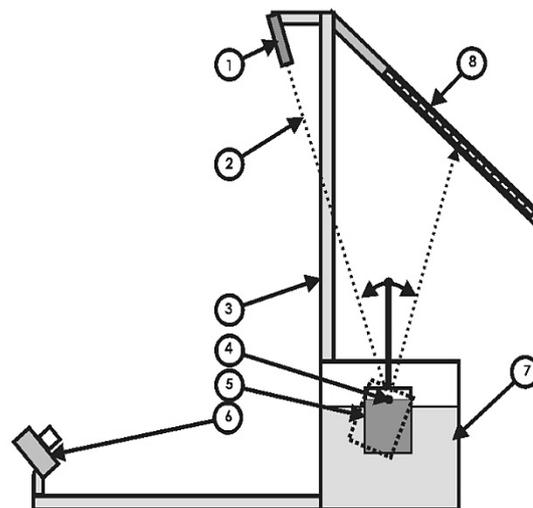


Рис. 2. Схема прибора для исследования процесса свертывания молочных смесей: 1 – лазер, 2 – луч лазера, 3 – стойка, 4 – подвижный штатив для стакана, 5 – стакан со смесью, 6 – видеокамера, 7 – жидкостный термостат, 8 – экран

Прибор состоит из термостатируемой емкости, в которой располагается цилиндр, заполненный до заданного уровня исследуемой смесью. Можно изменять наклон цилиндра относительно уровня жидкости в термостате на строго заданный угол с помощью привода от электродвигателя. На поверхность исследуемого образца направляется луч лазера. Луч, отраженный от поверхности продукта, попадает на градуированный экран. При изменении угла наклона цилиндра с образцом продукта в исходном состоянии положение луча на экране не меняется. При формировании структуры или изменении вязкости поверхность продукта при наклоне цилиндра меняет положение относительно горизонта. При этом положение на шкале луча, отраженного от поверхности образца, изменяется. При изменении положения цилиндра в крайних позициях фиксируется положение отраженного луча на экране с помощью видеокамеры. Это дает возможность анализировать изменение положения поверхности продукта во времени и получать данные о структуре сгустка на различных этапах его формирования. По величине отклонений положений луча на шкале получают график, характеризующий динамику реологических свойств продукта.

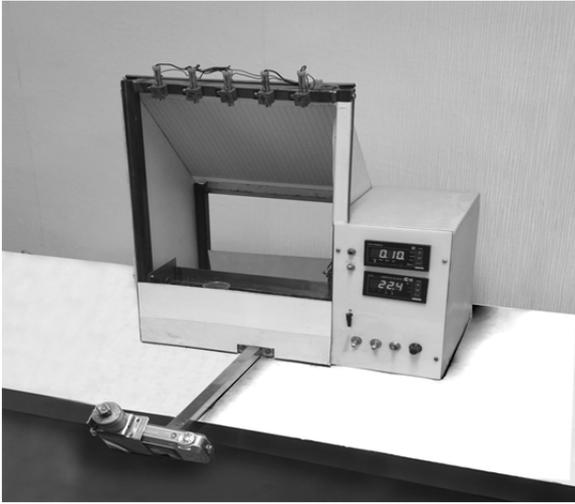


Рис. 3. Общий вид установки для исследования процесса свертывания молочных смесей

Работа с прибором осуществляется следующим образом. Вначале опыта проводят измерение показателей исходной смеси (массовой доли жира, белка, активной и титруемой кислотности, плотности) и разливают образцы смеси в цилиндрические мерные стаканчики вместимостью 100 мл по 100 мл в каждый. Перед заполнением стаканов смесью в них вносят растворы необходимых компонентов, предусмотренные программой проводимого опыта

(молокосвертывающий фермент, хлористый кальций и т.п.). Затем наполняют стаканы до метки молочной смесью, перемешивают стеклянной палочкой и устанавливают в подвижную рамку установки для исследования процесса свертывания молока. Установка помещена в термостат и периодически наклоняется на фиксированный угол. Отклонение луча от исходного положения пропорционально уровню образования структуры в смеси под влиянием молокосвертывающего фермента или другого коагулянта. В подвижную (качающуюся) рамку можно одновременно установить до пяти стаканчиков, т.е. параллельно можно проводить 5 опытов. Это могут быть 5 повторностей одного опыта или 5 различных вариантов опытов, проводимых при одной температуре. Опыты проводятся в автоматическом режиме. Результаты фиксируются на CD-карточке или непосредственно передаются на компьютер. Периодичность замеров можно программно изменять. Температуру свертывания можно регулировать в пределах от 25 до 45 °С. Периодичность фиксирования показаний прибора регулируется программно в пределах от 5 до 99 сек.

По полученным данным строят графики, характеризующие динамику процесса свертывания. Пример таких графиков дан на рис. 4: в координатах «время – вязкость» приведены результаты свертывания молочной смеси с пятью различными дозировками молокосвертывающего фермента.

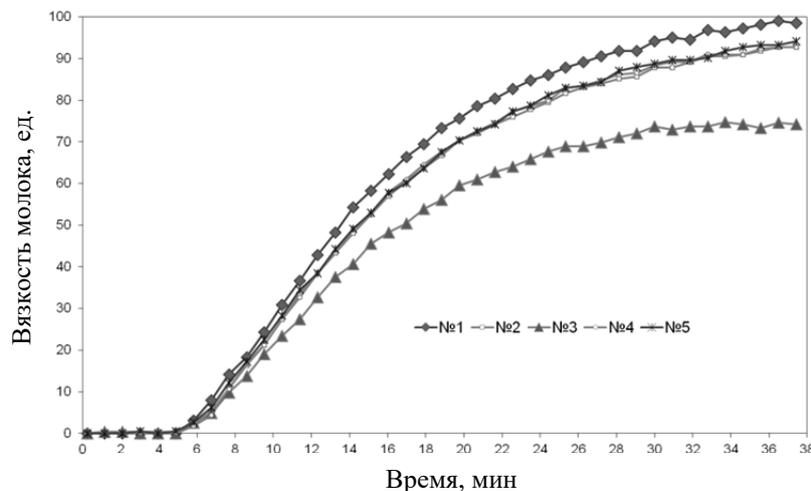


Рис. 4. График динамики свертывания пяти образцов молочных смесей

Достоинством метода является возможность получения неразрушенного сгустка в емкости. Сгусток, образующийся в цилиндре, не разрушается, получается монолитным, в дальнейшем можно определить для него предел прочности, т.е. на одном образце изучить формирование структуры и прочностные характеристики сгустка.

Для повышения производительности прибор снабжен пятью ячейками, в которые можно поместить пять цилиндров с образцами. Установка дает возможность проводить параллельные сравнительные опыты на одном молоке, меняя другие факторы (дозы фермента, уровень кислотности, массовую долю сухих веществ и др.). Прибор может исполь-

зоваться для исследования активности молокосвертывающих ферментов, сыропригодности молока, оптимальных режимов свертывания.

На следующем этапе измеряют предел прочности полученного сгустка. Предел прочности сырного сгустка отражает его технологические свойства и коррелирует с потерями сырной массы при выработке сырного зерна. Дело в том, что слабый сгусток при выработке сырного зерна дает много так называемой «сырной пыли», мелких частиц сгустка, которые теряются при формировании и снижают выход продукта [15].

Стаканчики (емкости) извлекаются из установки для исследования процесса свертывания молочных

смесей и устанавливаются в прибор для измерения предела прочности (рис. 5). Прибор для измерения предела прочности представляет собой модернизированный вариант реоконсистометра Гепплера [16, 17]. Прибор представляет собой штатив с установленной подвижной кареткой, снабженной датчиком усилия с присоединенным к нему специальным индентором, блока управления и компьютера.

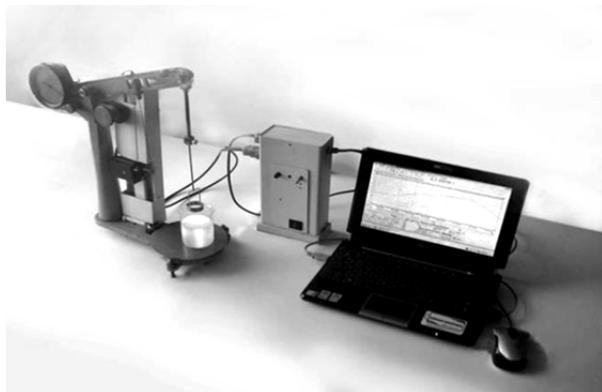


Рис. 5. Прибор для измерения предела прочности сгустка

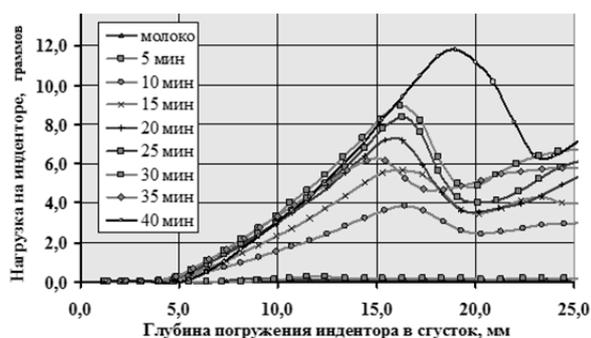


Рис. 6. Кривые нагрузки при измерении предела прочности

В ходе этой серии экспериментов получены графики изменения усилия на индентор при формировании структуры молочного сгустка (рис. 6).

Измерения производились при скорости движения индентора 4 мм/с. Вначале видно плавное нарастание нагрузки до определенного предела, затем резкое снижение нагрузки при превышении предела прочности сгустка. Далее движение индентора происходит со значительно меньшей нагрузкой.

Анализ динамики формирования реологических характеристик сгустков показал, что предел прочности не всегда является функцией времени. Так в целом ряде случаев наблюдаются локальные экстремумы. Это может зависеть от вида конкретного применяемого молокосвертывающего фермента, белкового состава молока, наличия ингибирующих веществ в исходном молоке, а также от концентрации и состояния ионов кальция, которые в целом ряде случаев имеют весьма важное значение [18].

В дальнейшем, после проведения исследований, полученный сгусток обрабатывают по заданному технологическому процессу с получением сырного зерна, формованием и прессованием. По полученным результатам делают вывод о необходимости внесения корректив в технологию разрабатываемого сыра, проводят расчет выхода сыра исходя из массовых долей сухих веществ в исходном сырье и полученном продукте.

Таким образом, установлено путем анализа динамики формирования реологических характеристик сгустков, что предел прочности не всегда является функцией времени: в целом ряде случаев наблюдаются локальные экстремумы. Это явление зависит от вида применяемого молокосвертывающего фермента, белкового состава молока, от концентрации и состояния ионов кальция, наличия ингибирующих веществ в молоке. Оборудование, приборы и методики, разработанные в СибНИИС [19], дают возможность скорректировать технологические приемы на ранних стадиях выработки сыра, уточнить водосвязывающие свойства сырной массы, степень потерь компонентов молока. Приборы и методики наиболее эффективно могут быть применены при разработке технологий выработки сыров из смесей с использованием сухих и сгущенных компонентов.

Список литературы

1. Круподеров, А.Ю. Реологические характеристики аномально вязких пищевых продуктов и других сред / А.Ю. Круподеров, Л.К. Николаев, А.В. Кузнецов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 4. – С. 96–106.
2. Karlsson, A.O. Rheological properties and microstructure during rennet induced coagulation of UF concentrated skim milk / A.O. Karlsson, R. Ipsen, Y. Ardö // International Dairy Journal. – 2007. – Vol. 17, Issue 6. – P. 674–682.
3. Impact of thermo-mechanical treatments on composition, solids loss, microstructure, and rheological properties of pasta filata-type cheese / Vincent Banville, Denise Chabot, Nelson Power, Yves Pouliot, Michel Britten // International Dairy Journal. – 2016. – Vol. 61. – P. 155–165.
4. Effect of carrageenan on the formation of rennet-induced casein micelle gels / Fang Wang, Xianting Liu, Yanan Hu, Jie Luo, Xin Lv, Huiyuan Guo, Fazheng Ren // Food Hydrocolloids. – 2014. – Vol. 36 – P. 212–219.
5. Lu, Y. Vollmer. Investigating rennet coagulation properties of recombined highly concentrated micellar casein concentrate and cream for use in cheese making / Y. Lu, D.J. McMahon, A.H. // Journal of Dairy Science. – 2017. – Vol. 100, Issue 2. – P. 892–900.
6. Майоров, А.А. Моделирование коагуляции молочно-растительных смесей / А.А. Майоров, И.М. Мироненко, О.М. Булгакова // Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока. – 2007. – Вып. 2. – С. 22. Lu, 24
7. Мусина, О.Н. Системное моделирование многокомпонентных продуктов питания / О.Н. Мусина, П.А. Лисин // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – Т. 4. – № 27. – С. 32–37.
8. Лисин, П.А. Структурно-механическая и термодинамическая характеристика биойогурта / П.А. Лисин, О.Н. Мусина, И.В. Кистер // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 54–59.

9. Растительные пищевые композиты полифункционального назначения / К.Л. Коновалов, М.Т. Шулбаева, А.И. Лосева, О.Н. Мусина // Пищевая промышленность. – 2010. – № 7. – С. 8–11.
10. Мусина, О.Н. Формула молочно-зерновых продуктов / О.Н. Мусина // Молочная промышленность. – 2011. – № 5. – С. 70–71.
11. Use of shear wave elastography for monitoring enzymatic milk coagulation / E. Budelli, M. Bernal, P. Lema, M. Fink, C. Negreira, M. Tanter, J.L. Gennisson // Journal of Food Engineering. – 2014. – Vol. 136. – P. 73–79.
12. Coagulation properties of ultrafiltered milk retentates measured using rheology and diffusing wave spectroscopy Sandra Sandra, Christina Cooper, Marcela Alexander, Milena Corredig // Food Research International. – 2011. – Vol. 44, Issue 4. – P. 951–956.
13. Feunteun, Steven Le. The rennet coagulation mechanisms of a concentrated casein suspension as observed by PFG-NMR diffusion measurements / Steven Le Feunteun, Minala Ouethrani, François Mariette // Food Hydrocolloids. – 2012. – Vol. 27, Issue 2. – P. 456–463.
14. Архипов, А.Н. Структурообразование молочных продуктов / А.Н. Архипов, А.А. Майоров // Молочная промышленность. – 2012. – № 2. – С. 74.
15. Майоров, А.А. Формирование структурно-механических свойств сыра / А.А. Майоров, Е.А. Николаева. – Барнаул: Азбука, 2007. – 223 с.
16. Раманаускас, Р.И. Избранные главы физической химии сыроделия / Р.И. Раманаускас. – Каунас: Технология, 2004. – 142 с.
17. Раманаускас, Р.И. Физико-химические аспекты применения молочно-белковых концентратов в сыроделии / Р.И. Раманаускас. – Каунас: Технология, 2005. – 106 с.
18. Роль кальция при переработке молока / И. М. Мироненко, Е. В. Чорей, Р. В. Жарков, М. В. Сухоруков // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 3. – С. 27–28.
19. Майоров, А.А. Оборудование и организация сыроделия: история и современность / А.А. Майоров, О.Н. Мусина. – Барнаул: Азбука, 2016. – 312 с.

References

1. Krupoderov A.Yu., Nikolaev L.K., Kuznetsov A.V. Reologicheskie kharakteristiki anomal'no vyazkikh pishchevykh produktov i drugikh sred [The rheological properties of abnormally viscous food products and other medium]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protssy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. [Scientific Journal NRU ITMO. Processes and Food Production Equipment], 2014, no. 4, pp. 96–106.
2. Karlsson A.O., Ipsen R., Ardo Y. Rheological properties and microstructure during rennet induced coagulation of UF concentrated skim milk. *International Dairy Journal*, 2007, vol. 17, no. 6, pp. 674–682.
3. Banville V., Chabot D., Power N., Pouliot Y., Britten M. Impact of thermo-mechanical treatments on composition, solids loss, microstructure, and rheological properties of pasta filata-type cheese. *International Dairy Journal*, 2016, vol. 61, pp. 155–165. DOI 10.1016/j.idairyj.2016.05.004.
4. Wang F., Liu X., Hu Ya., Luo J., Lv X., Guo H., Ren F. Effect of carrageenan on the formation of rennet-induced casein micelle gels. *Food Hydrocolloids*, 2014, vol. 36, pp. 212–219. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.10.004.
5. Lu Y., McMahon D.J., Vollmer A.H. Investigating rennet coagulation properties of recombinant highly concentrated micellar casein concentrate and cream for use in cheese making. *Journal of Dairy Science*, 2017, vol. 100, no. 2, pp. 892–900. DOI: 10.3168/jds.2016-11648.
6. Mayorov A.A., Mironenko I.M., Bulgakova O.M. Modelirovanie koagulyatsii molochno-rastitel'nykh smesey [Modeling of milk-vegetable mixtures coagulation]. *Aktual'nye problemy tekhniki i tekhnologii pererabotki moloka* [Actual problems of milk processing techniques and technology], 2007, no. 2, pp. 22–24.
7. Musina O.N., Lisin P.A. Sistemnoe modelirovanie mnogokomponentnykh produktov pitaniya [System modeling of multi-component foods]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2012, vol. 4, no. 27, pp. 32–37.
8. Lisin P.A., Musina O.N., Kister I.V. Strukturno-mekhanicheskaya i termodinamicheskaya kharakteristika bioyogurta [Structural-mechanical and thermodynamic characteristics of bio-yoghurt]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 1, pp. 54–59.
9. Konovalov K.L., Shulbaeva M.T., Loseva A.I., Musina O.N. Rastitel'nye pishchevye kompozity polifunktsional'nogo naznacheniya [Edible vegetable composites for multifunctional purpose]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2010, no. 7, pp. 8–11.
10. Musina O.N. Formula molochno-zernovykh produktov [Formula of milk-cereal products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2011, no. 5, pp. 70–71.
11. Budelli E., Bernal M., Lema P., Fink M., Negreira C., Tanter M., Gennisson J.L. Use of shear wave elastography for monitoring enzymatic milk coagulation. *Journal of Food Engineering*, 2014, vol. 136, pp. 73–79. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2014.03.026.
12. Sandra S., Cooper C., Alexander M., Corredig M. Coagulation properties of ultrafiltered milk retentates measured using rheology and diffusing wave spectroscopy. *Food Research International*, 2011, vol. 44, no. 4, pp. 951–956. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.02.018.
13. Feunteun S., Ouethrani M., Mariette F. The rennet coagulation mechanisms of a concentrated casein suspension as observed by PFG-NMR diffusion measurements. *Food Hydrocolloids*, 2012, vol. 27, no. 2, pp. 456–463. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.09.008.
14. Arkhipov A.N., Mayorov A.A. Strukturnoobrazovanie molochnykh produktov [Structure formation of dairy products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 2, p. 74.
15. Mayorov A.A., Nikolaeva E.A. *Formirovanie strukturno-mekhanicheskikh svoystv syra* [The formation of structural-mechanical properties of cheese]. Barnaul: Azbuka Publ., 2007. 223 p.
16. Ramanauskas R.I. *Izbrannye glavy fizicheskoy khimii syrodelya* [Selected chapters of physical chemistry of cheesemaking]. Kaunas: Tekhnologiya Publ., 2004. 142 p.

17. Ramanauskas R.I. *Fiziko-khimicheskie aspekty primeneniya molochno-belkovykh kontsentratsion v syrodelyi* [Physico-chemical aspects of the use of milk protein concentrates in cheese making]. Kaunas: Tekhnologiya Publ., 2005. 106 p.
18. Mironenko I.M., Chorey E.V., Zharkov R.V., Sukhorukov M.V. Rol' kal'tsiya pri pererabotke moloka [The role of calcium for milk processing]. *Syrodelye i maslodelie* [Cheesemaking and buttermaking], 2008, no. 3, pp. 27–28.
19. Mayorov A.A., Musina O.N. *Oborudovanie i organizatsiya syrodelya: istoriya i sovremennost'* [Equipment and organization of cheesemaking: history and modernity]. Barnaul: Azbuka Publ., 2016. 312 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Майоров, А.А. Новые наукоемкие приемы оценки реологических свойств в сыроделии: изучение процессов свертывания молока и формирования структуры сгустка / А.А. Майоров, Ю.А. Сиденко, О.Н. Мусина // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 55–61.

Mayorov A.A., Sidenko Yu.A., Musina O.N. New high-tech methods of rheological properties evaluation in cheesemaking: study of milk coagulation and formation of cheese curd structure. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 55–61 (in Russ.).

Майоров Александр Альбертович

д-р техн. наук, профессор, директор, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия», 656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66, тел.: +7 (3852) 564-526, e-mail: sibniis.altai@mail.ru

Сиденко Юрий Александрович

младший научный сотрудник лаборатории технологии молочных продуктов, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия», 656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66, тел.: +7 (3852) 564-526, e-mail: sibniis.altai@mail.ru

Мусина Ольга Николаевна

канд. техн. наук, доцент, ученый секретарь, заведующая сектором научно-технического анализа, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия», 656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66, тел.: +7 (3852) 56-46-12, e-mail: sibniis.altai@mail.ru

Alexander A. Mayorov

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Director, Siberian Research Institute of Cheese Making, 66, Sovetskoi Armii Str., Barnaul, 656016, Russia, phone: +7 (3852) 564-526, e-mail: sibniis.altai@mail.ru

Sergey Yu. Buzoverov

Junior researcher of the laboratory of technology of dairy products, Siberian Research Institute of Cheese Making, 66, Sovetskoi Armii Str., Barnaul, 656016, Russia, phone: +7 (3852) 564-526, e-mail: sibniis.altai@mail.ru

Natalia M. Suray

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Scientific Information' Analyses Department, Siberian Research Institute of Cheese Making, 66, Sovetskoi Armii Str., Barnaul, 656016, Russia, phone: +7 (3852) 564-526, e-mail: sibniis.altai@mail.ru



УДК 634.722

ЖЕЛИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕКТИНОВ СВЕЖИХ И ЗАМОРОЖЕННЫХ ЯГОД КРАСНОЙ СМОРОДИНЫ

Н.В. Мясищева^{1,*}, Е.Н. Артемова¹, М.А. Макаркина²

¹ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»,
302026, Россия, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»,
302530, Россия, Орловская область,
Орловский район, д. Жилина

*e-mail: makarkinanv@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 24.03.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. Ягоды красной смородины характеризуются высоким содержанием пектиновых веществ при оптимальном сочетании органических кислот и сахаров. Замораживание является эффективным способом сохранения высокого качества сырья в течение длительного времени. Целью настоящей работы являлось исследование технологических свойств пектинов свежих и замороженных ягод красной смородины и желе на их основе. В результате проведенных исследований выявлено, что ягоды красной смородины изучаемых сортов характеризовались высоким содержанием пектиновых веществ, содержание которых незначительно снижается в процессе низкотемпературного замораживания и хранения – до 4 % в среднем по сортам. При этом пектины ягод красной смородины являлись высокоэтерифицированными, так как степень их метоксилирования у большинства сортов (Баяна, Валентиновка, Вика, Дана, Дар Орла, Мармеладница, Нива, Орловская звезда, Орловчанка, Подарок лета) превышала 50 % на протяжении всего периода экспериментальных исследований. Это обуславливает технологическую ценность ягод красной смородины изучаемых сортов, выгодно характеризует их в качестве сырья для производства желейных продуктов со студнеобразной структурой. Анализ полученных данных позволяет выявить тесную зависимость структурно-механических характеристик желе по усилию нагружения и такими показателями химического состава сырья, как количество пектиновых веществ и степень их этерификации. Предполагается, что протопектин при варке способен переходить в растворимый пектин, повышая студнеобразующую ценность готового продукта. Сортообразцы, отличавшиеся более высокими значениями пектиновых веществ и степенью их этерификации, характеризовались лучшей желеобразующей способностью.

Ключевые слова. Красная смородина, пектины, замораживание, желеобразующая способность, степень этерификации, желе

JELLY-FORMING ABILITY OF PECTINS OF FRESH AND FROZEN RED CURRANT BERRIES

N.V. Myasishcheva^{1,*}, E.N. Artemova¹, M.A. Makarkina²

¹Orel State University named after I.S. Turgenev,
95, Komsomolskaya Str., Orel, 302026, Russia,

²All Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding,
Zhilina, Orel region, 302530, Russia

*e-mail: makarkinanv@mail.ru

Received: 24.03.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. Red currant berries are characterized by high contents of pectin substances and an optimum combination of organic acids and sugars. Freezing is an efficient method of retaining high quality of raw material for a long time. The aim of this research is to study technological features of pectin in fresh and frozen berries of red currant and in jelly produced on their base. As a result of the studies it has been determined that berries of studied red currant varieties are characterized by high contents of pectin substances, their contents being slightly reduced in a process of low temperature freezing and storage, namely, by 4% on average within the varieties. At the same time the pectin in berries of red currant are highly etherified because the degree of their methoxylation exceeds 50% in a majority of varieties (Bayana, Valentinovka, Vika, Dana, Dar Orla, Marmeladnitsa, Niva, Orlovskaya zvezda, Orlovchanka, Podarok leta) during the whole period of experimental studies. This fact confirms the technological value of berries of the studied red currant varieties and advantageously characterizes them as a raw material for production of jelly products. The analysis of the obtained data allows revealing a close dependence of texture-mechanical characteristics of the jelly according to the force of load and such indices of chemical composition of the raw material as the pectin substance quantity and the degree of their etherification. It is supposed that the protopectin is able to turn into the soluble pectin during cooking, thus increasing the jelly-forming value of the finished product. The genotypes with higher values of pectin substances and degree of their etherification are characterized by better ability to form jelly.

Keywords. Red currant, pectin, freezing, jelly-forming ability, etherification degree, jelly

Введение

Пектиновые вещества играют важную роль в технологии плодово-ягодных изделий, определяя студнеобразующие свойства готовых продуктов. Производство мармелада, желе, конфитюра, джема, повидла без дополнительного введения структурообразователя возможно благодаря наличию пектина в плодах.

Пектин способен образовывать гель или в присутствии сахара и кислоты в определенных соотношениях, или под действием поливалентных ионов. Наибольшее значение для практики имеют пектиновые студни первого типа. При этом для получения прочной желейной структуры содержание пектина в сырье должно быть не менее 1 % [1].

Ягоды красной смородины характеризуются высоким содержанием пектиновых веществ при оптимальном сочетании органических кислот и сахаров. Однако студнеобразующие свойства ягод зависят не только от общего количества пектинов, но также от степени их метоксилирования, соотношения растворимого пектина и протопектина и его способности переходить в растворимую форму при варке продукта.

Период технологического использования свежих ягод ограничен их сезонностью. Замораживание является эффективным способом сохранения высокого качества сырья в течение длительного времени. Под действием низких температур в процессе хранения плодов и ягод может происходить перегруппировка фракций пектиновых веществ, изменение их количеств и физико-химических свойств, что в свою очередь влияет на желеобразующие свойства конечной продукции [2, 3, 4, 5].

Целью настоящей работы являлось исследование технологических свойств пектинов свежих и замороженных ягод красной смородины.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны ягоды красной смородины 14 сортов, выращенные на коллекционных участках сортоизучения ВНИИСПК в 2012–2014 гг. в стадии технической зрелости, в том числе селекции ВНИИСПК (г. Орел): Ася, Баяна, Валентиновка, Вика, Дана, Дар Орла, Мармеладница, Нива, Орловская звезда, Орловчанка, Подарок лета; сорт Рачновская селекции ВСТИСП (г. Москва), сорт Виксне, полученный латвийскими селекционерами.

Контролем являлся наиболее распространенный в ЦЧР России сорт Голландская красная.

Для обоснования целесообразности круглогодичного использования ягод красной смородины в технологии желейных изделий изучалась способность замороженных ягод к образованию желе.

Содержание пектиновых веществ определяли в свежих ягодах красной смородины, а также подвергнутых быстрому замораживанию в стационарных морозильных камерах при температуре минус 30 °С с последующим хранением в течение 9 месяцев при температуре минус 18 °С и относительной влажности воздуха 90–95 %; прочность студня – в желе на их основе по следующим показателям и методикам: пектиновые вещества в сырье – колориметрическим карбазольным методом, основанном на получении специфического фиолетово-розового окрашивания уроновых кислот с карбазолом в сернокислой среде с использованием спектрофотометра СФ-46; степень этерификации пектиновых веществ – титриметрическим методом, основанном на титровании щелочью предварительно выделенных и подготовленных пектиновых веществ до и после гидролиза (ГОСТ 29059-91); пектиновые вещества в желе – по пектату кальция (ГОСТ 8756.11-2015); прочность студня продуктов – по разработанной пятибалльной шкале органолептической оценки [4, 5]; по усилию нагружения на приборе «Структурометр» согласно методике определения прочности студней в режиме «Bloom Strength».

Достоверность полученных результатов и их графическая зависимость подтверждается проведением экспериментов в многократной повторности с использованием приложения Excel MS Office.

Результаты и их обсуждение

Среднее содержание пектиновых веществ (ПВ) в свежих ягодах красной смородины изучаемых сортов составило 8,3 % на сухую массу, при этом минимальное значение данного показателя отмечено в ягодах сорта Красная Виксне (6,8 %), максимальное – Орловчанка (11,0 %) (табл. 1).

Последний выделялся наибольшим количеством как протопектина (6,0 %), так и растворимого пектина (5,0 %), при низком выходе сока. Значение пектиновых веществ выше или на уровне среднего имели ягоды сортов Голландская красная (9,3 %), Баяна (8,3 %), Валентиновка (9,3 %), Орловская звезда (8,5 %), Подарок лета (10,0 %).

Количество протопектина, растворимого пектина и суммы пектиновых веществ на уровне или выше среднего значения как в свежих, так и замороженных ягодах имели сорта Баяна, Валентиновка, Голландская красная, Орловская звезда, Орловчанка, Подарок лета.

Свежие ягоды красной смородины характеризовались преобладанием в них протопектина, количество которого в процессе низкотемпературного замораживания и хранения уменьшилось в среднем по сортам на 25 % (рис. 1).

Содержание пектиновых веществ в свежих и замороженных ягодах красной смородины, %

Сорт	до замораживания			после 9-ти месяцев хранения		
	протопектин	пектин	сумма ПВ	протопектин	пектин	сумма ПВ
Ася	4,9	3,1	8,0	4,17	3,41	7,58
Баяна	5,1	3,2	8,3	4,34	3,55	7,89
Валентиновка	5,6	3,7	9,3	4,76	4,1	8,86
Вика	4,5	3,2	7,7	3,83	3,55	7,38
Виксне	4,8	2,0	6,8	4,08	2,22	6,30
Голландская кр. (к)	5,3	4,0	9,3	4,51	4,44	8,95
Дана	4,5	3,1	7,6	3,82	3,41	7,23
Дар Орла	4,6	3,1	7,7	3,91	3,44	7,35
Мармеладница	4,9	2,9	7,8	4,17	3,21	7,38
Нива	4,7	2,5	7,2	3,99	2,78	6,77
Орловская звезда	5,4	3,1	8,5	4,59	3,44	8,03
Орловчанка	6,0	5,0	11,0	5,1	5,55	10,65
Подарок лета	5,6	4,4	10,0	4,76	4,84	9,60
Рачновская	4,0	3,6	7,6	3,40	3,99	7,39
Среднее	5,0	3,3	8,3	4,25	3,71	7,95
Мин	4,0	2,0	6,8	3,40	2,22	6,30
Макс	6,0	5,0	11,0	5,10	5,55	10,65
Сохраняемость в среднем по сортам, %	100	100	100	85	112	96

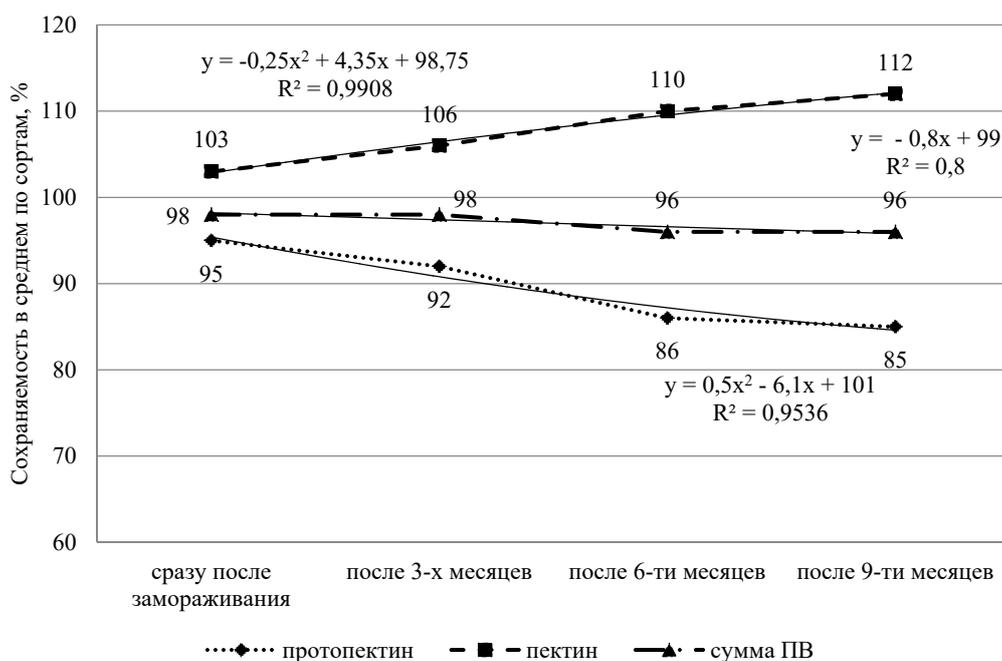


Рис. 1. Сохраняемость пектиновых веществ в ягодах красной смородины в процессе низкотемпературного хранения

Среднесортное количество растворимого пектина в ягодах красной смородины к концу эксперимента увеличилось до 12 %, однако общее содержание пектиновых веществ незначительно снизилось, при этом потери в среднем по сортам после девяти месяцев низкотемпературного хранения составили 4 %.

Возможно, изменения массовой концентрации пектиновых веществ при замораживании и хранении могут быть связаны с процессами гидролиза сложных высокомолекулярных компонентов, содержащихся в кожице и мякоти ягод, так как пектины являются метаболически подвижными соединениями [5, 6].

Прочность студня продуктов переработки и желеобразующая способность зависят не только от их количества пектина, кислотности, но и от степени этерификации (метоксилирования) полиуронидной части пектиновых веществ. При естественном гидролизе пектиновых веществ длина цепочек их молекул может изменяться. Поэтому наилучшей студнеобразующей способностью обладает фруктово-ягодное сырье, полученное из плодов технической зрелости, когда происходит гидролиз протопектина и превращение его в пектин. Демполимеризация пектиновой молекулы может также происходить под действием ферментов микроорганизмов (при хранении), а также в результате теплового или

химического воздействия при переработке пектин-содержащего сырья. Считают, что студнеобразующей способностью обладают те фракции пектинов, которые имеют молекулярную массу не менее 10 000, а остальные не участвуют в студнеобразовании. При одном и том же значении молекулярной массы пектина студнеобразующая способность его зависит от степени этерификации остатков галактурановой кислоты метоксилированными группами ОСН₃. Наилучшей студнеобразующей способностью обладают высокополимеризованные пектины со степенью метоксилирования выше 50 %. Из-за непрерывного естественного гидролиза, студнеобразующая способность пектиновых веществ даже для плодов одного и того же сорта меняется в ходе созревания, при их хранении и переработке [7].

Целесообразным считалось определение степени этерификации пектиновых веществ как в свежих, так и в замороженных ягодах красной смородины в течение девяти месяцев их низкотемпературного хранения.

Установлено, что свежие ягоды красной смородины изучаемых сортов характеризуются высокой

степенью метоксилирования пектинов (выше 50 %), за исключением сорта Виксне, ягоды которого характеризовались минимальным значением этого показателя – 39,4 (%) (табл. 2).

Максимальное значение степени этерификации отмечено в свежих ягодах красной смородины сорта Мармеладница (66,7 %), значения выше среднего (57 %) имели свежие ягоды сортов Баяна (63,8 %), Вика (58,0 %), Дар Орла (57,3 %), Нива (60,5 %), Орловская звезда (62,7 %), Орловчанка (64,9 %).

Выявлено, что низкотемпературное замораживание не оказывает существенного влияния на степень этерификации пектиновых веществ. Однако отмечено незначительное снижение численных значений данного показателя в ягодах изучаемых сортов в течение всего периода эксперимента.

При этом ягоды, отличавшиеся более высокой степенью этерификации пектинов, сохранили свои свойства после низкотемпературного воздействия. Так на конец хранения уменьшение степени этерификации пектинов в среднем по сортам составило 6 % (рис. 2).

Таблица 2

Степень этерификации пектиновых веществ ягод красной смородины

Сорт	Степень этерификации, %				
	до замораживания	сразу после замораживания	после 3-х месяцев	после 6-ти месяцев	после 9-ти месяцев
Ася	51,1	51,8	50,4	49,4	48,0
Баяна	63,8	57,5	56,9	56,8	56,3
Валентиновка	54,1	56,6	55,0	53,9	52,4
Вика	58,0	62,9	61,2	60,0	58,3
Виксне	43,3	42,5	41,3	40,5	39,4
Голландская красная (к)	55,1	53,0	51,5	50,6	49,1
Дана	53,2	54,5	53,0	52,0	50,5
Дар Орла	57,3	57,9	56,4	56,3	56,7
Мармеладница	66,7	64,8	63,0	61,8	60,0
Нива	60,5	60,1	58,4	57,3	56,7
Орловская звезда	62,7	61,6	59,9	58,8	57,1
Орловчанка	64,9	64,0	62,3	61,1	59,3
Подарок лета	56,1	55,3	55,7	55,7	56,0
Рачновская	51,7	50,8	49,4	48,5	47,1
Среднее	57,0	56,7	55,3	54,5	53,4
Min	43,3	42,5	41,3	40,5	39,4
Max	66,7	64,8	63,0	61,8	60,0

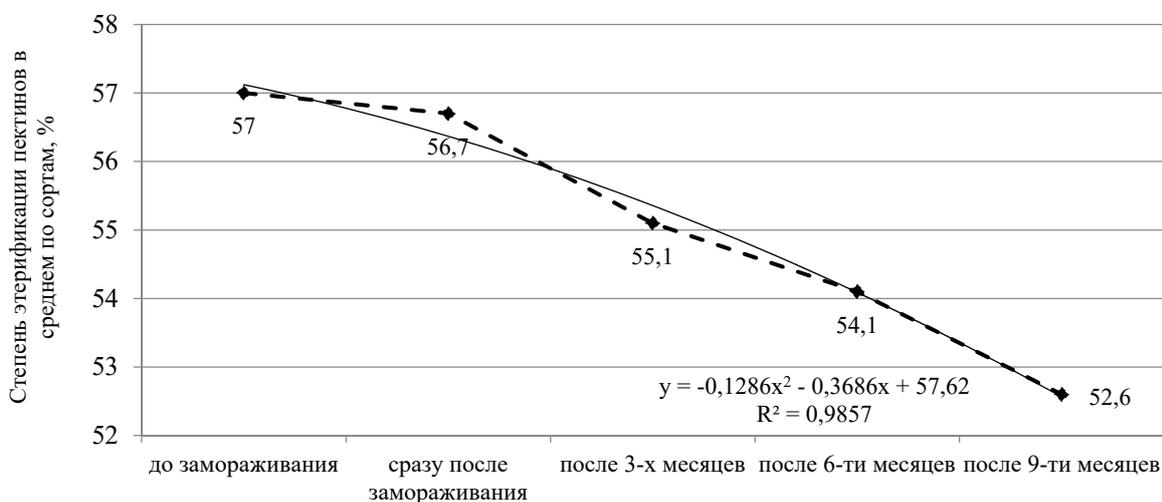


Рис. 2. Изменение степени этерификации пектиновых веществ ягод красной смородины в процессе хранения

Возможно это связано с частичным отщеплением групп OCH_3 в результате частичных разрывов молекулярных связей между молекулами полимера вследствие изменения фазового состояния воды под действием низких температур в процессе хранения. При переходе воды в лед, образовавшиеся кристаллы льда вызывали необратимые повреждения структуры пектина [8]. Короткие цепочки пектиновых молекул оказывались неспособными образовывать такое же количество зон связывания, как до замораживания, что приводило к снижению степени этерификации пектина.

Одним из важнейших критериев качества железных продуктов является содержание в них пектиновых веществ (табл. 3). Сортообразцы Мармеладница и Вика выгодно отличались от остальных по этому показателю (2,070 %), при этом ягоды данных сортов имели количество пектиновых веществ ниже среднего значения. Вероятно, накопление пектина в готовом продукте может быть объяснено переходом протопектина в растворимый пектин при тепловой обработке.

Таблица 3

Содержание пектинов в желе
из ягод красной смородины, %

Сортообразец	Желе из свежих ягод	Желе из замороженных ягод
Голландская красная (контроль)	1,204±0,001	0,586±0,001
Ася	1,242±0,002	0,932±0,001
Баяна	1,518±0,003	1,099±0,002
Валентиновка	1,276±0,002	1,007±0,001
Вика	2,070±0,015	1,320±0,009
Дана	1,104±0,011	0,772±0,009
Дар Орла	1,104±0,003	0,949±0,002
Виксне	0,690±0,005	0,469±0,003
Мармеладница	2,070±0,009	2,050±0,010
Нива	1,449±0,004	1,113±0,002
Орловская звезда	1,518±0,006	1,472±0,005
Орловчанка	1,966±0,007	1,904±0,004
Подарок лета	1,380±0,004	1,071±0,002
Рачновская	0,966±0,022	0,671±0,011
Среднее	1,400	1,100
Min	0,690	0,469
Max	2,070	2,120

Высокие значения пектинов имели сорта Орловчанка (1,966 %); Баяна и Орловская Звезда (1,518 %), Нива (1,449 %), Подарок лета (1,380 %). Наименее ценным по количеству пектинов было желе сорта Виксне (0,690 %). Высоким содержанием пектинов в желе из замороженных ягод характеризовались сортообразцы Мармеладница, Орловчанка, Орловская звезда, Вика – 2,050; 1,904; 1,472; 1,320 (%) – соответственно. Выявлено, что по количеству пектиновых веществ продукт на основе замороженных ягод несколько уступает желе из свежего сырья. По нашему мнению, это может быть связано с общим уменьшением содержания пектинов и степенью их этерификации в ягодах после

воздействия на них низких температур и последующем хранении.

Органолептическая оценка желе из ягод красной смородины показала, что из большинства изучаемых сортов было получено желе высокого качества, с прочным студнем, не растекающимся при комнатной температуре. Желе сорта Виксне отличалось мажущейся консистенцией, не свойственной для данного вида переработки (3,8 балла). Лучшее желе с прочным студнем имели сорта Вика (4,7 балла), Мармеладница (4,9 балла), Нива (4,8 балла), Орловская звезда (4,8 балла), Орловчанка (4,8 балла). У сортов Ася, Валентиновка, Дана отмечено наличие синерезиса в желе, а сорт Дар Орла характеризуется растекающейся консистенцией готового продукта. Установлено, что органолептические показатели готового продукта зависят от сортовых особенностей ягод и существенно не меняются после воздействия на них низких температур и последующего хранения.

Прочность студня сортообразцов по мере уменьшения усилия нагружения представлена в табл. 4.

Таблица 4

Оценка прочности студня желе
из ягод красной смородины

Сортообразец	Усилие нагружения, г	
	Желе из свежих ягод	Желе из замороженных ягод
Мармеладница	56,5	54,0
Орловская звезда	44,5	39,5
Орловчанка	40,5	39,5
Вика	36,5	28,0
Баяна	31,0	29,5
Нива	30,0	29,5
Подарок лета	27,5	24,5
Дар Орла	25,5	19,5
Рачновская	22,0	20,5
Голландская красная (к)	21,5	20,5
Виксне	21,5	20,5
Валентиновка	21,5	17,5
Дана	20,5	17,5
Ася	20,0	19,0
Среднее	29,9	27,1
Min	20,0	17,5
Max	56,5	54,0

Максимальное значение этого показателя отмечено в сортообразцах Мармеладница, как из свежих (56,5 г), так и замороженных (54,0 г) ягод. Стоит отметить, что данный сортообразец не выделялся по количеству пектинов в сырье, однако характеризовались высокой степенью их метоксилирования. Минимальная прочность студня (усилие нагружения 20,0 г) выявлена в желе из свежих ягод сорта Ася при среднем значении 29,9 (г); в желе из замороженных ягод – у сортообразцов Валентиновка и Дана – усилие нагружения 17,5 (г) – при среднем значении данного показателя 27,1 (г).

Сортообразцы Баяна, Вика, Мармеладница, Нива, Орловская звезда, Орловчанка имели значения уси-

лия нагружения выше среднего в желе как из свежих (более 30,0 г), так и из замороженных ягод (более 27,1 г) и отличались наиболее прочной консистенцией, что подтверждает и их органолептическая оценка по этому показателю (4,5 балла и более). Студень хорошего качества также был отмечен в желе из ягод сорта Подарок лета, при этом усилие напряжения в продукте из свежего сырья составляло 27,5 г, из замороженного – 24,5 г.

Важное значение для переработки имеет способность сырья сохранять свои технологические свойства в готовом продукте. Для этого была определена корреляция между биохимическим составом ягод красной смородины и желе на их основе. Установлена средняя положительная корреляция между количеством пектиновых веществ в свежих ягодах и продуктах их переработки (+0,538), а также высокая положительная корреляция между этими показателями при использовании в технологии желе замороженного сырья (+0,871). Выявлена высокая положительная корреляция между количеством пектинов в ягодах и степенью их этерификации (+0,928), а также между прочностью готового продукта по усилию нагружения (+0,926). Определена положительная зависимость между степенью этерификации пектинов и прочностью студня продукта – коэффициент парной корреляции при этом составил +0,895.

В результате проведенных исследований выявлено, что ягоды красной смородины изучаемых сортов характеризовались высоким содержанием пектиновых веществ, содержание которых незначи-

тельно снижается в процессе низкотемпературного замораживания и хранения – до 4 % в среднем по сортам. При этом пектины ягод красной смородины являлись высокоэтерифицированными, так как степень их метоксилирования у большинства сортов (Баяна, Валентиновка, Вика, Дана, Дар Орла, Мармеладница, Нива, Орловская звезда, Орловчанка, Подарок лета) превышала 50 % на протяжении всего периода экспериментальных исследований. Это обуславливает технологическую ценность ягод красной смородины изучаемых сортов, выгодно характеризует их в качестве сырья для производства жележных продуктов со студнеобразной структурой. Анализ полученных данных позволяет выявить тесную зависимость структурно-механических характеристик желе по усилию нагружения и такими показателями химического состава сырья, как количество пектиновых веществ и степень их этерификации. По нашему мнению, протопектин при варке способен переходить в растворимый пектин, повышая студнеобразующую ценность готового продукта. Сортообразцы, отличавшиеся более высокими значениями пектиновых веществ и степенью их этерификации, характеризовались лучшей желеобразующей способностью: Баяна, Вика, Мармеладница, Нива, Орловская звезда, Орловчанка, Подарок лета. Ягоды красной смородины Ася, Вискне, Дана, по проведенным исследованиям, нецелесообразно использовать в технологии жележных изделий в следствие низкого качества готового продукта.

Список литературы

1. Сапожникова, Е.В. Пектиновые вещества плодов / Е. В. Сапожникова. – М.: Наука, 1965. – 182 с.
2. Мясичева, Н.В. Замораживание – эффективный способ консервирования ягод красной смородины / Н.В. Мясичева, Е.Н. Артемова // Пищевая промышленность. – № 12. – 2007. – С. 50–51.
3. Мясичева, Н.В. Влияние замораживания и хранения на технологические свойства и пищевую ценность ягод красной смородины / Н.В. Мясичева, Е.Н. Артемова // Вопросы питания. – № 4. – 2011. – С. 42–46.
4. Мясичева, Н.В. Технологическое обоснование целесообразности использования ягод красной смородины новых сортов в производстве желе / Н.В. Мясичева, Е.Н. Артемова, М.А. Макаркина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – № 1 (36). – 2016. – С. 64–69.
5. Мясичева, Н.В. Товароведно-технологическая оценка новых помологических сортов красной смородины и жележных продуктов на их основе; дис. ... канд. с.-х. наук: 05.18.15 / Мясичева Нина Викторовна. – Москва, 2009. – 193 с.
6. Петрова, В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений / В.П. Петрова. – Киев: Вища школа, 1986. – 286 с.
7. Артемова, Е.Н. Использование свежих и замороженных ягод красной смородины новых сортов в производстве жележных продуктов: монография / Е.Н. Артемова, Н.В. Мясичева. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – 150 с.
8. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий / А.В. Зубченко. – Воронеж: Воронежская государственная технологическая академия, 1997. – 416 с.
9. Хрундин, Д.В. Совершенствование технологии жележной начинки на основе изучения и регулирования свойств пектинов: 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства»: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Дмитрий Викторович Хрундин. – М., 2009. – 27 с.

References

1. Sapozhnikova E.V. *Pektinovyе veshchestva plodov* [Pectic substances of fruits]. Moscow: Nauka Publ., 1965. 182 p.
2. Artemova E.N., Myasishcheva N.V. *Zamorazhivanie – effektivnyy sposob konservirovaniya yagod krasnoy smorodiny* [Freezing – an effective way of preserving red currant berries]. *Pishchевaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2007, no. 12, pp. 50–51.
3. Myasishcheva N.V., Artemova E.N. *Vliyanie zamorazhivaniya i khraneniya na tekhnologicheskie svoystva i pishchевuyu tsennost' yagod krasnoy smorodiny* [Effect of freezing and storage on technological properties and nutritional value of redcurrant berries]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Problems], 2011, no. 4, pp. 42–46.
4. Myasishcheva N.V., Artemova E.N., Makarkina M.A. *Tekhnologicheskoe obosnovanie tselesoobraznosti ispol'zovaniya yagod krasnoy smorodiny novykh sortov v proizvodstve zhele* [Technological feasibility of the use of berries red currants new varie-

ties in the production of jelly]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2016, vol. 36, no. 1, pp. 64–69.

5. Myasishcheva N.V. *Tovarovedno-tehnologicheskaya otsenka novykh pomologicheskikh sortov krasnoy smorodiny i zhelelynykh produktov na ikh osnove. Diss. kand. s.-kh. nauk* [Commodity-technological evaluation of new pomologic varieties of red currant and jelly products based. Cand. agr. sci. diss.]. Moscow, 2009. 193 p.

6. Petrova V.P. *Biokhimiya dikorastushchikh plodovo-yagodnykh rasteniy* [Biochemistry of wild-growing fruit and berry plants]. Kiev: Vishcha shkola Publ., 1986. 286 p.

7. Artemova E.N., Myasishcheva N.V. *Ispol'zovanie svezhikh i zamorozhennykh yagod krasnoy smorodiny novykh sortov v proizvodstve zhelelynykh produktov: monografiya* [The use of fresh and frozen redcurrant berries of new varieties in the production of jelly products]. Orel: Gosuniversitet – UNPK Publ., 2012. 150 p.

8. Zubchenko A.V. *Fiziko-khimicheskie osnovy tekhnologii konditerskikh izdeliy* [Physico-chemical basis of confectionery technology]. Voronezh: VGTA Publ., 1997. 416 p.

9. Khrundin D.V. *Sovershenstvovanie tekhnologii zhelelynoy nachinki na osnove izucheniya i regulirovaniya svoystv pektinov. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Perfection of technology of jelly filling on the basis of studying and regulation of properties of pectins. Cand. eng. sci. thesis]. Moscow, 2009. 27 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Мясищева, Н.В. Желирующая способность пектинов свежих и замороженных ягод красной смородины / Н.В. Мясищева, Е.Н. Артемова, М.А. Макаркина // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 62–68.

Myasisheva N.V., Artemova E.N., Makarkina M.A. Jelly-forming ability of pectins of fresh and frozen red currant berries. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 62–68 (In Russ.).

Мясищева Нина Викторовна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», 302020, Россия, г. Орел, Наугорское шоссе, 29, e-mail: makarkinanv@mail.ru

Артемова Елена Николаевна

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации питания, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», 302020, Россия, г. Орел, Наугорское шоссе, 29

Макаркина Маргарита Алексеевна

д-р с.-х. наук, заведующий лабораторией биохимической и технологической оценки сортов и хранения, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», 302530, Россия, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, e-mail: makarkina.m@mail.ru

Nina V. Myasishcheva

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology and organization of catering, Orel State University named after I.S. Turgenev, 29, Naugorskoye Shosse, Orel, 302020, Russia, e-mail: makarkinanv@mail.ru

Elena N. Artemova

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Technology and organization of catering, Orel State University named after I.S. Turgenev, 29, Naugorskoye Shosse, Orel, 302020, Russia, e-mail: helena-1959@yandex.ru

Margarita A. Makarkina

Dr.Sci.(Agr.), Head of the Laboratory of biochemical and technological estimation of cultivars and storage, All Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Orel region, 302530, Russia, e-mail: makarkina.m@mail.ru



УДК 637.14

ИЗУЧЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

И.А. Смирнова, Н.Ю. Гутов*, А.В. Юрташкина

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

*e-mail: gutov.nik@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 20.04.2017

Дата принятия в печать: 16.05.2017

Аннотация. В настоящее время на рынке молочных продуктов появляются продукты, обогащенные молочно-белковыми концентратами, с целью повышения уровня потребления белка населением. В работе представлены результаты исследования состава двух образцов молочно-белковых концентратов – Неопролакт У (1) и Promilk Кappa Optimum 85 с целью дальнейшего применения их в производстве молочных продуктов. Идентифицированы фракции белков молочно-белковых концентратов с использованием величины молекулярного веса. В результате электрофоретического разделения фракций белков методом свободного электрофореза с помощью ячейки для электрофореза MINI-PROTEAN получена исходная электрофореграмма. В исследованных образцах идентифицировано количество фракций сывороточных белков и казеина. Определены абсолютные значения фракций сывороточных белков и казеина в образцах молочно-белковых концентратов. На основании полученных абсолютных значений фракций сывороточных белков и казеина рассчитано их процентное содержание в молочно-белковых концентратах. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что исследованные образцы молочно-белковых концентратов могут быть использованы в производстве молочных продуктов в качестве дополнительного компонента с целью повышения пищевой ценности готового продукта.

Ключевые слова. Молочно-белковый концентрат, молочный белок, казеин, сывороточные белки, фракционирование белков

STUDYING OF FRACTIONAL COMPOSITION OF MILK-PROTEIN CONCENTRATES FOR THE PURPOSE OF THEIR APPLICATION IN PRODUCTION OF DAIRY PRODUCTS

I.A. Smirnova, N.Yu. Gutov*, A.V. Yurtashkina

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

*e-mail: gutov.nik@yandex.ru

Received: 20.04.2017

Accepted: 16.05.2017

Abstract. Now, in order to increase the level of consumption of protein by population there appear food products enriched with milk-protein concentrates in the market of dairy products. The article deals with the results of the research on the composition of two samples of milk protein concentrates – Neoprolakt U (1) and Promilk Kappa Optimum 85 for the purpose of their further application in production of dairy products. Fractions of proteins of milk-protein concentrates have been identified using the value of molecular weight. The initial electrophoregram has been obtained as a result of electrophoretic fractionation of proteins with the method of free electrophoresis by means of a MINI-PROTEAN cell for electrophoresis. The number of fractions of whey proteins and casein has been identified in the studied samples. Absolute values of fractions of whey proteins and casein in the samples of milk-protein concentrates have been defined. On the basis of the obtained absolute values of fractions of whey proteins and casein their percentage in milk-protein concentrates has been calculated. The obtained results allow us to conclude that the studied samples of milk-protein concentrates can be used in production of dairy products as an additional component in order to increase nutritive value of the finished product.

Keywords. Milk-protein concentrate, milk protein, casein, whey proteins, fractionation of proteins

Введение

Получение концентрата молочного белка или молочного белкового концентрата осуществляется из обезжиренного молока с применением методов ультрафильтрации/диафильтрации. В процессе ультрафильтрации обезжиренное молоко разделя-

ется на ультраконцентрат (ретентат), который обогащен белками молока, и ультрафильтрат (пермеат), в основном состоящий из воды и низкомолекулярных веществ молока: лактозы, витаминов, макро- и микроэлементов. Распылительной сушкой ультраконцентрата получают молочные белковые

концентраты. В процессе диалфильтрации используется разбавление ультраконцентрата водой и его повторная ультрафильтрация.

Белки в МБК представлены белковыми комплексами из казеина и сывороточных белков. Казеин в концентрате молочного белка присутствует в мицеллярной форме, которая похожа на форму казеинов в молоке, а сывороточные белки находятся в нативной или денатурированной форме. Поскольку связанные с белком минеральные вещества при ультрафильтрации не отделяются, содержание золы молочно-белковых концентратов достаточно высокое (7–8 %). Содержание белка в МБК может составлять величину от 42 до 85 % в зависимости от вида МБК [3].

Молочные белковые концентраты имеют ярко выраженный молочный вкус. Основными областями их применения являются, прежде всего, производство сыров и творога, в т.ч. зерненого. Их применение допускается также в производстве йогурта, сметаны, других молочных продуктов, майонезов, других соусов [2].

Целью данного исследования явилось проведение анализа состава двух образцов молочно-белковых концентратов – Неопролакт У (1) и Promilk Карра Optimum 85 с целью применения их в производстве молочных продуктов. Для этого были идентифицированы фракции белков методом электрофоретического разделения с использованием величин молекулярного веса, а также определены абсолютные значения белков в изученных образцах молочно-белковых концентратов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются молочно-белковые концентраты, которые были изучены в лаборатории научно-образовательного центра Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета). Фракционирование белков было выполнено с помощью ячейки для электрофореза MINI-PROTEAN двух наименований молочно-белковых концентратов: «Неопролакт У (1)» и «Promilk Карра Optimum 85».

Метод свободного электрофореза заключается на различии в скорости движения (подвижности) белков в электрическом поле, которая определяется величиной заряда белка при определенных значениях pH и ионной силы раствора.

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 показан пример исходной электрофореграммы образца молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) и Promilk Карра Optimum 85.

При анализе данных рис. 1 получена электрофореграмма с величинами молекулярного веса, определенными в исследованных образцах молочно-белковых концентратов в результате электрофоретического разделения фракций белков.

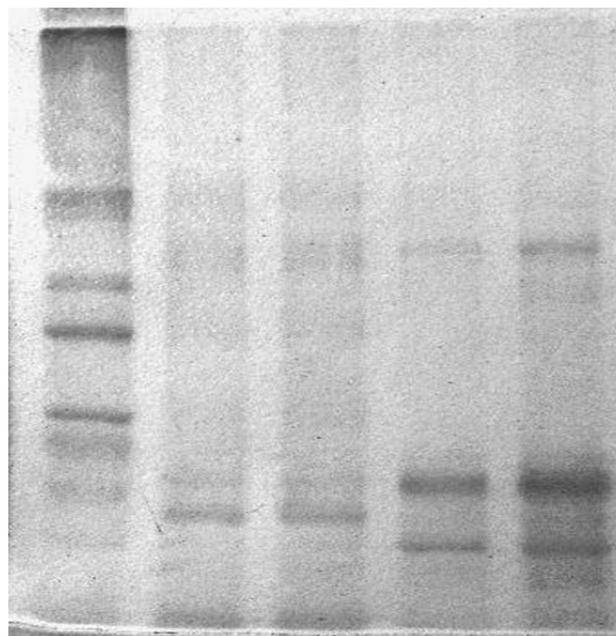


Рис. 1. Исходная электрофореграмма образцов

На рис. 2 показана электрофореграмма, обработанная в программе TotalLab™ Quant v12.3

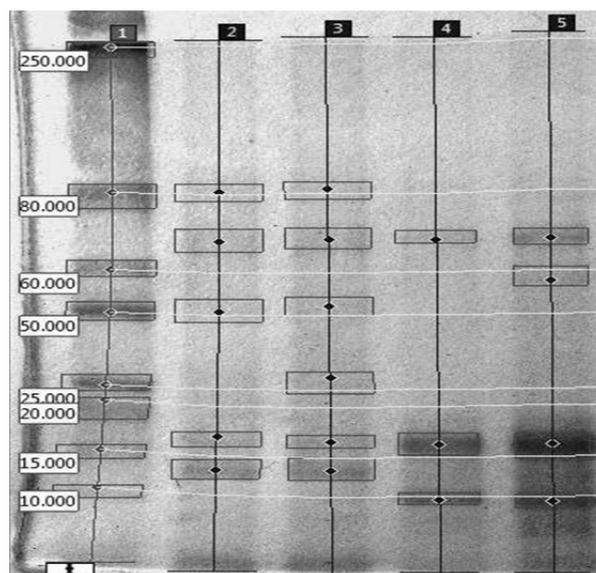


Рис. 2. Электрофореграмма, обработанная в программе TotalLab™ Quant v12.3

В обработанной электрофореграмме полосы 2 и 3 соответствуют МБК Неопролакт У (1), а полосы 4 и 5 относятся к МБК Promilk Карра Optimum 85. Полоса 1 является маркером.

Анализируя рис. 2, можно определить молекулярный вес каждой фракции белка в образцах молочно-белковых концентратов.

По результатам исследования получены следующие результаты, отражающие величину молекулярного веса фракций белка, представленные в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Молекулярный вес фракций белка МБК Неопролакт У (1)

Наименование продукта	Номер полосы	Молекулярный вес, кДа
Образец Неопролакт У (1) (линия 2, 4)	1	80,000
	2	64,373
	3	50,110
	4	27,075
	5	15,521
	6	12,458

Таблица 2

Молекулярный вес фракций белка МБК Promilk Карра Optimum 85

Наименование продукта	Номер полосы	Молекулярный вес, кДа
Образец Promilk Карра Optimum 85 (линия 4, 5)	1	65,166
	2	57,935
	3	15,387
	4	8,407

Определение молекулярного веса позволяет идентифицировать различные белки по фракциям.

С использованием данных табл. 1 белки молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) разделены на следующие фракции:

- β -лактоглобулин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 80,000 кДа;
- α -лактальбумин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 64,373 кДа;
- иммуноглобулин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 50,110 кДа.

Вышеупомянутые белки относятся к фракциям сывороточных белков [2].

На следующем этапе идентифицированы фракции казеина с использованием данных табл. 1:

- α_{s1} -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 27,075 кДа;
- α_{s2} -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 15,521 кДа;
- β -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 12,458 кДа.

Анализ данных табл. 2 позволяет идентифицировать фракции белков молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85:

- β -лактоглобулин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 65,166 кДа;
- α -лактальбумин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 57,935 кДа.

Вышеперечисленные белки относятся к фракциям сывороточных белков [4].

При анализе данных из молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 выделены следующие фракции казеина:

- α_{s1} -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 15,387 кДа;
- α_{s2} -казеин, соответствующий по справочным данным молекулярной массе 8,407 кДа [4].

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что молочно-белковый концентрат Неопролакт У (1) содержит 3 фракции сывороточных белков (β -лактоглобулин, α -лактальбумин, иммуноглобулин) и 3 фракции казеина (α_{s1} -казеин, α_{s2} -казеин, β -казеин).

Молочно-белковый концентрат Promilk Карра Optimum 85 содержит 2 фракции сывороточных белков (β -лактоглобулин, α -лактальбумин) и 2 фракции казеина (α_{s1} -казеин, α_{s2} -казеин).

Результаты расчета абсолютных значений фракций белков молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) представлены в табл. 3.

Таблица 3

Данные для расчета абсолютных значений фракций белков МБК Неопролакт У (1)

Наименование продукта	Номер полосы	%, от общего содержания казеинов	%, от общего содержания сывороточных белков	%, от общего содержания белка	Содержание сывороточных белков на 100 г	Содержание казеина на 100 г	Содержание белка г/100 г
Образец Неопролакт У (1) (линия 2, 4)	1	-	25,20	11,03	4,06	5,22	9,28
	2	-	51,50	22,54			
	3	-	23,30	10,20			
	4	17,61	-	9,90			
	5	13,86	-	7,79			
	6	68,53	-	38,54			

Таблица 4

Абсолютные значения фракций сывороточных белков МБК Неопролакт У (1)

Фракции сывороточных белков	Абсолютное содержание фракции на 100г, г/100г	%, от общего содержания сывороточных белков	%, от общего содержания белка
β -лактальбумин	1,023	25,2	11,02
α -лактальбумин	2,079	51,2	22,40
иммуноглобулин	0,946	23,3	10,19

С использованием данных табл. 3 были рассчитаны абсолютные значения фракций сывороточных белков. Полученные данные представлены в табл. 4.

По данным табл. 4 можно сделать вывод о том, что наибольшее содержание во фракциях сывороточных белков молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) имеет фракция α -лактальбумина, а наименьшее значение у иммуноглобулина. Наибольший процент от общего содержания белка (22,40 %) имеет фракция α -лактальбумина.

Абсолютные значения фракций казеина молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) представлены в табл. 5.

Таблица 5

Абсолютные значения фракций казеина
МБК Неопролакт У (1)

Фракции казеина	Содержание фракции на 100г, г/100г	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания белка
α_{s1} -казеин	0,919	17,61	9,90
α_{s2} -казеин	0,723	13,86	7,79
β -казеин	3,577	68,53	38,55

По данным табл. 5 можно сделать вывод о том, что наибольшее содержание во фракциях казеинов молочно-белкового концентрата Неопролакт У (1) имеет фракция β -казеина, наименьшее значение у α_{s2} -казеина. Самый высо-

кий процент от общего содержания белка (38,55 %) имеет фракция β -казеина [5].

Результаты расчета абсолютных значений фракций белков молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 представлены в табл. 6.

С использованием данных табл. 6 были рассчитаны абсолютные значения фракций сывороточных белков. Полученные данные представлены в табл. 7.

По данным табл. 7 можно сделать вывод о том, что наибольшее количество во фракциях сывороточных белков молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 имеет фракция β -лактальбумина, а наименьшее значение у α -лактальбумина. Наибольшим процентом от общего содержания белка (21,11 %) обладает фракция β -лактальбумина [6].

Абсолютные значения фракций казеина молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 представлены в табл. 8.

Таблица 6

Данные для расчета абсолютных значений фракций белков МБК Promilk Карра Optimum 85

Наименование продукта	Номер полосы	%, от общего содержания казеинов	%, от общего содержания сывороточных белков	%, от общего содержания белка	Содержание сывороточных белков на 100 г	Содержание казеина на 100 г	Содержание белка, г/100 г
Образец Promilk Карра Optimum 85 (линия 4, 5)	1	-	75,76	21,11	21,76	56,32	78,08
	2	-	24,24	6,75			
	3	79,54	-	57,38			
	4	20,46	-	14,76			

Таблица 7

Абсолютные значения фракций сывороточных белков МБК Promilk Карра Optimum 85

Фракции сывороточных белков	Абсолютное содержание фракции на 100г, г/100г	% от общего содержания сывороточных белков	% от общего содержания белка
β -лактальбумин	16,485	75,76	21,11
α -лактальбумин	5,275	24,24	6,76

Таблица 8

Абсолютные значения фракций казеина
МБК Promilk Карра Optimum 85

Фракции казеина	Абсолютное содержание фракции на 100г, г/100г	% от общего содержания казеинов	% от общего содержания белка
α_{s1} -казеин	44,797	79,54	57,37
α_{s2} -казеин	11,523	20,46	14,76

Анализируя данные табл. 8, можно сделать вывод о том, что наибольшее содержание во фракциях казеинов молочно-белкового концентрата Promilk Карра Optimum 85 имеет фракция α_{s1} -казеина, наименьшее значение у α_{s2} -казеина. Самый высокий процент от общего содержания белка (57,37 %) имеет фракция α_{s1} -казеина [7].

Процентное содержание сывороточных белков и казеинов от общего количества белка в молочно-

белковых концентратах Неопролакт У (1) и Promilk Карра Optimum 85 представлено в табл. 9.

Таблица 9

Процентное содержание сывороточных белков и казеинов МБК Неопролакт У (1) и Promilk Карра Optimum 85

	Неопролакт У (1)	Promilk Карра Optimum 85
% содержания сывороточных белков от общего содержания белка	43,75	27,87
% содержания казеинов от общего содержания белка	56,25	72,13

По данным табл. 9 можно судить о высоком содержании казеинов (72,13 %) в молочно-белковом концентрате Promilk Карра Optimum 85 [8].

Список литературы

1. Удаление β -лактоглобулина из молочной сыворотки с помощью хитозана / А.В. Бакулин, С.А. Лопатин, Т.С. Щербинина, В.П. Варламов, В.П. Курченко, С.Г. Ботина, Е.Ю. Агаркова, В.Д. Харитонов // Молочная промышленность. – 2012. – № 11. – С. 62–64.

2. Лосев, А.Н. Кисломолочный напиток с микропартикулятом сывороточных белков / А.Н.Лосев, Е.И. Мельникова, Е.Б. Станиславская // Пищевая промышленность. – 2015. – № 12. – С. 36–38.
3. Выделение β -лактоглобулина из сыворотки: использование различных форм хитозана / В.П. Варламов, Т.С. Щербинина, А.В. Бакулин [и др.] // Молочная промышленность. – 2013. – № 11. – С. 56–57.
4. Применение технологически функциональных белков «PROCREAM 151С» в производстве мороженого / А.А. Творогова, Н.В. Казакова, А.В. Спиридонова [и др.] // Молочная промышленность. – 2014. – № 7. – С. 64–65.
5. Горбатова, К.К. Химия и физика молока / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.
6. Мельникова, Е.И. Применение функциональных молочных белков в технологии мороженого / Е.И. Мельникова, А.Н. Пономарев, Е.Е. Попова // Молочная промышленность. – 2012. – № 12. – С. 64–65.
7. Дымар, О.В. Технологические аспекты использования микропартикулятов сывороточных белков при производстве молочных продуктов / О.В. Дымар // Молочная промышленность. – 2014. – № 6. – С. 18–21.
8. Функциональные ингредиенты на основе молочной сыворотки в производстве маргинальных молочных продуктов / В.С. Сомов, М.Н. Омаров, М.С. Золоторева, И.А. Евдокимова // Молочная промышленность. – 2014. – № 8. – С. 54–55.

References

1. Bakulin A.V., Lopatin S.A., Scherbinina T.S., Varlamov V.P., Kurchenko V.P., Botina S.G., Agarkova E.Yu., Kharitonov V.D. Udalenie β -laktoglobulina iz molochnoy syvorotki s pomoshch'yu khitozana [Development of the method to remove beta-lactoglobulin from milk whey with the aid of chitosan]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 11, pp. 62–64.
2. Losev A.N., Mel'nikova E.I., Stanislavskaya E.B. Kislomolochnyy napitok s mikropartikulyatom syvorotochnykh belkov [Fermented Milk Drink with microparticulate of Whey Protein]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2015, no. 12, pp. 36–38.
3. Varlamov V.P., Shcherbinina T.S., Bakulin A.V., Butkevich T.V., Kurchenko V.P., Kharitonov V.D., Agarkova E.Yu., Botina S.G. Vydelenie β -laktoglobulina iz syvorotki: ispol'zovanie razlichnykh form khitozana [Extraction of beta-lactoglobulin from whey: application of various forms of hitosan]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2013, no. 11, pp. 56–57.
4. Tvorogova A.A., Kazakova N.V., Spiridonova A.V., Alekseeva O.V., Svistun N.N. Primenenie tekhnologicheskii funktsional'nykh belkov «PROCREAM 151S» v proizvodstve morozhenogo [Use of the technologically functional proteins of "PROCREAM 151C"]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 7, pp. 64–65.
5. Gorbatova K.K., Gun'kova P.I. *Khimiya i fizika moloka* [Chemistry and physics of milk]. St. Petersburg: GIORД Publ., 2012. 336 p.
6. Mel'nikova E.I., Ponomarev A.N., Popova E.E. Primenenie funktsional'nykh molochnykh belkov v tekhnologii morozhenogo [Milk proteins in the ice cream technology]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2012, no. 12, pp. 64–65.
7. Dymar O.V. Tekhnologicheskie aspekty ispol'zovaniya mikropartikulyatov syvorotochnykh belkov pri proizvodstve molochnykh produktov [Technological aspects of applying microparticulates of whey proteins at milk products manufacturing]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 6, pp. 18–21.
8. Somov V.S., Omarov M.N., Zolotoreva M.S., Evdokimova I.A. Funktsional'nye ingredienty na osnove molochnoy syvorotki v proizvodstve marzhinal'nykh molochnykh produktov [Functional ingredients on the basis of milk whey in the manufacturing of marginal milk products]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 8, pp. 54–55.

Дополнительная информация / Additional Information

Смирнова, И.А. Изучение фракционного состава молочно-белковых концентратов с целью их применения в производстве молочных продуктов / И.А. Смирнова, Н.Ю. Гутов, А.В. Юрташкина // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 69–74.

Smirnova I.A., Gutov N.Yu., Yurtashkina A.V. Studying of fractional composition of milk-protein concentrates for the purpose of their application in production of dairy products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 69–74 (In Russ.).

Смирнова Ирина Анатольевна

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

Гутов Николай Юрьевич

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

Юрташкина Анна Викторовна

студент кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

Irina A. Smirnova

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of technology of milk and dairy products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-58

Nikolay Yu. Gutov

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) 39-68-58, e-mail: gutov.nik@yandex.ru

Anna V. Yurtashkina

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

УДК 663.4:664.788.3

БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫЕ НАПИТКИ ИЗ СВЕТЛОГО И ТОМЛЕННОГО ГРЕЧИШНОГО СОЛОДА

Т.В. Танашкина^{1,*}, А.А. Семенюта¹, А.С. Троценко², А.Г. Клыков³

¹ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

²ООО «Аква Спринг»,
694008, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Вокзальная, 56

³ФГБНУ «Приморский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства»,
692539, Россия, Приморский край, Уссурийский район,
п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30

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

Дата поступления в редакцию: 07.04.2017

Дата принятия в печать: 10.05.2017

Аннотация. Для изготовления слабоалкогольных напитков применяют различное растительное сырье, в том числе нетрадиционные виды солодов. Цель данной работы – обоснование возможности получения безглютеновых слабоалкогольных напитков на основе светлого и томленного гречишного солода и оценка их качества. Светлый солод готовили из зерна гречихи сортов При 373 и Изумруд, томленный – из сорта Изумруд. Для осахаривания гречишного затора в него добавляли ячменный солод или ферментный препарат амилолитического действия. Сусло браживали сухими пивными дрожжами низового брожения *Saflager 34/70*. Установили, что при использовании в качестве осахаривающего агента ячменного солода доля в засыпи светлого гречишного солода (сорт При 373) не может быть выше 50 %, а при добавлении в гречишный затор ферментного препарата возможно приготовление суслы из 100 % гречишного солода. Все слабоалкогольные напитки из светлого и томленного гречишного солода, полученные с применением ферментного препарата, были безглютеновыми. По качественным показателям они соответствовали ГОСТ 52700-2006 и характеризовались высокими органолептическими свойствами. Существенных различий в органолептических и физико-химических характеристиках напитков, полученных из светлого гречишного солода, в приготовлении которого использовали зерно разных сортов (При 373 и Изумруд), не выявлено. В данной работе впервые показана возможность применения томленного солода из гречихи для получения слабоалкогольного напитка.

Ключевые слова. Безглютеновые слабоалкогольные напитки, светлый гречишный солод, томленный гречишный солод

GLUTEN-FREE LOW-ALCOHOL BEVERAGES FERMENTED FROM LIGHT AND SCALDING BUCKWHEAT MALT

T.V. Tanashkina^{1,*}, A.A. Semenyuta¹, A.S. Trotsenko², A.G. Klykov³

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

²Aqua Spring,
56, Vokzalynaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 694008, Russia

³Primorsky Scientific Research Institute of Agriculture,
30, Volozhenina Str., Stl. Timiryazevsky,
Ussuriysky district, Primorsky krai, 692539, Russia

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

Received: 07.04.2017

Accepted: 10.05.2017

Abstract. Various plant raw materials are used to produce low-alcohol beverages. A goal of the article is to show the possibility of obtaining gluten-free low-alcohol beverages fermented from light and scalding buckwheat malt and to evaluate their quality. Light malt is made from Pri 373 and Izumrud buckwheat grain varieties; scalding malt is made from Izumrud variety. Barley malt or amylolytic enzymes are added to saccharify the mash. The wort is fermented using *Saflager 34/70* dry beer yeast of bottom fermentation. It has been found that when barley malt is used for saccharification the proportion of light buckwheat malt (Pri 373) in a malt charge cannot be higher than 50% but the buckwheat malt content rises to 100% when the amylolytic enzyme is added to the mash. Low-alcohol beverages fermented from light and scalding buckwheat malt obtained by adding the amylolytic enzyme are gluten-free. They correspond to GOST 52700-2006 by quality factors and are characterized by high sensory properties. No significant differences in sensory and analytical characteristics of beverages obtained from light buckwheat malt prepared from grain of different varieties (Pri 373 and Izumrud) have been found. For the first time the possibility to use scalding malt from buckwheat for obtaining a low-alcohol beverage has been demonstrated.

Keywords. Gluten-free low-alcohol beverages, light buckwheat malt, scalding buckwheat malt

Введение

Одной из наиболее перспективных и динамично развивающихся групп продуктов в мире и России являются напитки, в том числе алкогольсодержащие. Тенденцией последних лет является снижение в структуре их потребления доли крепких напитков и, напротив, увеличение слабоалкогольных [1]. Для их производства активно привлекаются нетрадиционные виды растительного сырья с целью формирования новых физико-химических, органолептических и функциональных свойств готового продукта [2–7]. С введением нового ГОСТа на пиво в июле 2013 г. [8] изменились требования к пивоваренному сырью. Теперь для изготовления пива можно применять только ячменный и пшеничный солод. Напитки, приготовленные на основе ржаного, овсяного, гречишного и других видов солодов, стали относиться к категории слабоалкогольных.

Из нетрадиционных видов солодов в последние годы привлечено внимание к гречишному, поскольку в отличие от других, полученных из зерна злаковых культур, он не содержит глютена и поэтому может использоваться в питании больных целиакией. Кроме этого, гречишный солод обладает еще рядом преимуществ по сравнению с ячменным и пшеничным. Его белки характеризуются более высокой биологической ценностью, в нем высокое содержание витаминов группы В, ионов калия, марганца, железа, цинка, меди. Также он единственный среди всех остальных видов солодов содержит биофлавоноид рутин [11], эффективное действие которого доказано в профилактике и лечении многих заболеваний.

Несмотря на отмечаемые большинством авторов трудности, возникающие при затирании гречишного солода из-за низкого уровня активности амилолитических ферментов, а также фильтрации сусла вследствие высокой вязкости затора, было показано, что получать гречишные слабоалкогольные напитки возможно [12]. Оптимизированные инфузионные способы затирания позволяют приготовить сусло с хорошим содержанием экстракта и удовлетворительной вязкостью [12]. Так, сообщалось об использовании гречишного солода в технологии полисолодовых экстрактов [13], хлебного кваса [14], безглютенового кваса [15], безалкогольного пива [16], а также пива верхового брожения [17], безалкогольных напитков [18].

В указанных выше работах авторы использовали гречишный солод, приготовленный по типу светлого. Анализ литературных данных и собственные материалы свидетельствуют, качество гречишного солода, а, следовательно, и напитков из него зависит от сорта зерна, из которого он произведен, а также особенностей технологии получения. В этом направлении исследований по сортам гречихи и производству из них слабоалкогольных напитков не проводилось. Недавно нами был получен патент [19] на способ получения томленного гречишного солода, который в изготовлении напитков пока не применялся.

Целью работы является обоснование возможности получения безглютеновых слабоалкогольных напитков на основе светлого и томленного гречишного солода и оценка их качества.

Объекты и методы исследования

В работе использовали два типа гречишного солода: светлый и томленный. Светлый солод получали из зерна гречихи сортов При 373 и Изумруд [20], томленный – из зерна сорта Изумруд [19]. Эти два сорта отличаются друг от друга содержанием белка, в зерне При 373 (11,2 %) его меньше, чем в зерне Изумруд (15,8 %). Зерно было выращено на опытных участках Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства РАСХН (г. Уссурийск, Приморский край). Слабоалкогольные напитки готовили настойным способом [21]. В качестве осаживающего агента использовали светлый ячменный солод или ферментный препарат Бирзим Амил ХТ амилолитического действия. Для сбраживания применяли сухие пивные дрожжи низового брожения *Saflager 34/70*. Брожение вели в течение 6 суток при температуре 14 °С, дображивание – 5 суток при 8–4 °С, созревание – 14–30 суток при 1 °С. Готовность напитков определяли по уровню диацетила в них (не более 0,3 мг/дм³). В сусле перед сбраживанием определяли экстрактивность [10], содержание аминного азота [22], титруемую [10] и активную кислотность, продолжительность осаживания [10]. В готовых напитках – объемную долю спирта [23], массовую долю осадка [24], активную кислотность, цвет [22], содержание диацетила [25], а также органолептические показатели [26, 27]. Обработку и статистический анализ результатов осуществляли с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Способность к осаживанию является основным свойством, определяющим пригодность затора для изготовления сусла и его дальнейшего сбраживания. Характерной особенностью солода из гречихи является недостаточная способность осаживать затор. В связи с этим при получении сусла необходимо применять в качестве дополнительного источника ферментов пивоваренный солод или коммерческие ферментные препараты [12, 28].

На первом этапе были выполнены предварительные эксперименты, в которых в качестве источника ферментов выступал ячменный солод. Так как в работе преследовали цель получить безглютеновые напитки, то необходимо было опытным путем определить минимальную долю ячменного солода в засыпи, при которой происходило осаживание затора. Для этого готовили образцы заторов с различным соотношением ячменного и светлого гречишного солода, полученного из зерна гречихи сорта При 373. Затирание проводили при одинаковых условиях. Результаты представлены в табл. 1. В заторах с долей гречишного солода 60 % и выше осаживание было слишком долгим, либо вообще не происходило. Известно, что продолжи-

тельное осахаривание отрицательно влияет на качество суслу [21], поэтому, при затирании доля светлого гречишного солода в засыпи в смеси с ячменным не должна превышать 50 %.

Таблица 1

Зависимость продолжительности осахаривания затора от содержания в засыпи гречишного и ячменного солода

№ п/п	Доля гречишного солода в засыпи, %	Доля ячменного солода в засыпи, %	Продолжительность осахаривания, мин
1	100	0	Не осахаривался
2	80	20	Не осахаривался
3	60	40	85
4	50	50	50
5	40	60	39
6	20	80	27
7	0	100	17

Для того, чтобы приготовить затор из 100 % светлого гречишного солода использовали коммерческий ферментный препарат амилолитического действия. В этих условиях полное осахаривание затора происходило в течение 5 минут.

Таким образом, для приготовления ячменно-гречишного суслу можно использовать ячменный и светлый гречишный солод в соотношении 1:1, гречишного – светлый гречишный солод (100 %) с добавлением ферментного препарата на стадии затирания.

Таблица 2

Физико-химические показатели образцов суслу

Показатели	Рекомендуемые значения для ячменно-го суслу [21, 25]	Суслу		
		ячменное	ячменно-гречишное	гречишное
Экстрактивность начального суслу, %		11,0		
Свободный аминный азот, мг/дм ³	110...180	135±5	120±7	63±5
Титруемая кислотность, к.ед.	не более 2,3	2,0±0,1	1,8±0,2	0,9±0,1
Активная кислотность, pH	5,5...5,6	6,0±0,1	6,0±0,1	6,2±0,1
Продолжительность осахаривания, мин	20...25	22	50	5

Примечание: «—» – не нормируется

С учетом результатов предварительного эксперимента готовили слабоалкогольные напитки Гречишный (100 % гречишного солода в засыпи) и Ячменно-гречишный (соотношение ячменного и гречишного солода 1:1), в качестве контроля – Ячменный (пиво) из 100 % светлого ячменного солода. Образцы готовили настойным способом по общепринятой технологии для ячменного пива [21]. Общая продолжительность затирания составила 130 мин для гречишного затора, 175 мин для яч-

менно-гречишного и 142 мин для ячменного. Физико-химический анализ образцов суслу, экстрактивность которых предварительно была доведена до 11 %, представлен в табл. 2.

Для гречишного суслу было характерно очень низкое содержание аминного азота, которое можно объяснить, с одной стороны, его невысоким уровнем в солоде (96 мг/дм³), с другой – слабой активностью протеолитических ферментов гречишного солода [28]. Активная кислотность была выше рекомендуемых значений во всех образцах суслу, что обусловлено высоким уровнем pH воды используемой при затирании. Органолептический анализ готовых напитков проводили по 25-бальной шкале [26, 27]. Результаты представлены на рис. 1 и в табл. 3. Поскольку полученные образцы напитков не подвергались процессу фильтрации, то, соответственно, относились к категории нефiltroванных. Все они давали небольшую опалесценцию. Также был зафиксирован незначительный дрожжевой осадок. Цвет ячменного был золотистым, гречишного и ячменно-гречишного – более светлым. Для двух последних был характерен лимонно-желтый оттенок, подчеркивающий их оригинальность. Все образцы получили высокую дегустационную оценку. Гречишный напиток, по сравнению с двумя другими, характеризовался более гармоничным вкусом и ароматом, выраженной хмелевой горечью.

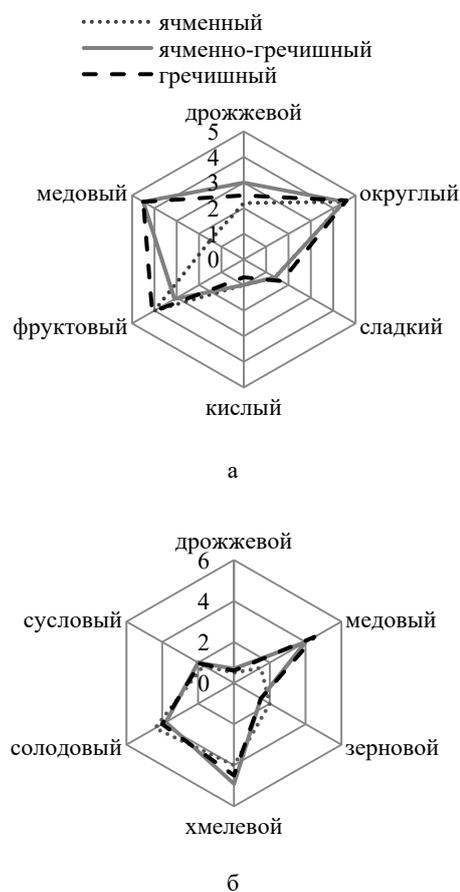


Рис. 1. Профилограммы вкуса (а) и аромата (б) образцов слабоалкогольных напитков

Таблица 3

Органолептические показатели образцов слабоалкогольных напитков

Наименование образца слабоалкогольного напитка	Прозрачность (0-3)*	Цвет (0-3)*	Вкус (2-5)*	Хмелевая горечь (2-5)*	Аромат (1-4)*	Пенообразование (2-5)*	Общий балл (max 25)
Ячменный	2,5	2,7	4,3	4,5	3,8	4,5	22,3
Ячменно-гречишный	2,5	2,6	4,7	4,5	3,8	4,4	22,5
Гречишный	2,5	2,5	4,9	4,7	4,0	4,4	23,0

Примечание: * – значения показателя [26, 27]

Анализ физико-химических показателей свидетельствует, что все образцы соответствовали стандартам [8, 9] (табл. 4). Более низкая концентрация спирта в гречишном напитке, возможно, связана с недостаточным содержанием аминного азота в солоде и сусле, что отрицательно сказалось на жизнедеятельности дрожжей при накоплении биомассы на начальных этапах брожения и, как следствие, на продукции ими этилового спирта. Таким образом, можно заключить, что из гречишного солода, приготовленного из зерна сорта При 373, можно получать низкоглютеновые (ячменно-гречишный) и безглютеновые (гречишный) слабоалкогольные напитки, обладающие высокими органолептическими характеристиками и соответствующие по физико-химическим показателям нормативным документам.

Таблица 4

Физико-химические показатели образцов слабоалкогольных напитков

Показатели	Напиток				
	ГОСТ 31711-2012 [8]	ГОСТ Р 52700-2006 [9]	ячменный	ячменно-гречишный	гречишный
Экстрактивность начального сула, %	11,0	-*	11,0		
Объемная доля спирта, %	не менее 4,0	1,2...9,0	4,4±0,2	4,4±0,2	4,0±0,2
Цвет, ед. ЕВС	3,4...31,0	-*	20,3±0,1	19,5±0,1	18,5±0,1
Активная кислотность, pH	3,8...4,8	-*	4,7±0,2	4,7±0,2	4,5±0,2
Содержание диацетила, мг/дм ³	-*	-*	нет	0,10±0,02	0,30±0,02

Примечание: *«-» – не нормируется

С разработкой способа получения томленого солода из гречихи возникла необходимость оценить возможность его применения в изготовлении слабоалкогольных напитков и установить как его свойства, отличающиеся по ряду показателей от светлого, отразятся на органолептических и физико-химических характеристиках готового напитка.

В опыте использовали светлый (контроль) и томленный (опыт) гречишный солод, полученный из зерна сорта Изумруд. Образцы готовили настольным способом, в затор добавляли ферментный препарат амилолитического действия. Брожение, дображивание и созревание вели так же, как в предыдущем опыте.

Результаты показали (табл. 5), что содержание аминного азота в сусле из томленного гречишного солода было значительно выше, чем из светлого. Это явилось следствием изначально высокого уровня этого показателя в томленном солоде (214 мг/дм³) по сравнению со светлым (111 мг/дм³), а также его более глубокой белковой растворенности – 39,0 против 24,8 % у светлого. С одной стороны, такое высокое содержание аминного азота в сусле в большей степени обеспечивает азотистым питанием клетки дрожжей, но, с другой, может приводить к пониженному пенообразованию из-за более низкой концентрации пептидов и преобладания свободных аминокислот. Активная кислотность сула из томленного солода была ближе к рН-оптимуму гидролитических ферментов солода, по сравнению с сусликом из светлого. Продолжительность осахаривания обоих образцов, как и в предыдущем опыте, не превышала 5 мин, что объясняется внесением в затор ферментного препарата. Следовательно, опытный образец, приготовленный из томленного гречишного солода, не уступал контрольному, а по показателю рН превосходил его.

Таблица 5

Физико-химические показатели образцов сула из светлого и томленного гречишного солода

Показатели	Рекомендуемые значения для ячменного сула [21, 25]	Суло	
		из светлого гречишного солода	из томленного гречишного солода
Экстрактивность начального сула, %	11,0	11,0	
Свободный аминный азот, мг/дм ³	110...180	185±14	303±10
Титруемая кислотность, к.ед.	не более 2,3	0,9±0,1	1,0±0,1
Активная кислотность, pH	5,5...5,6	6,0±0,1	5,6±0,1
Продолжительность осахаривания, мин	20...25	5	5

После сбраживания, дображивания и созревания через 27 суток проводили органолептический (табл. 6, рис. 2) и физико-химический анализ готовых напитков (табл. 7). В обоих образцах был зафиксирован незначительный дрожжевой осадок, что допускается для нефилтрованных слабоалкогольных напитков. Мутность контрольного образца из светлого солода была выше, а цвет был более темным, чем у напитка из томленного.

Органолептические показатели образцов слабоалкогольных напитков из светлого и томленного гречишного солода

Наименование образца слабоалкогольного напитка	Прозрачность (0-3)*	Цвет (0-3)*	Вкус (2-5)*	Хмелевая горечь (2-5)*	Аромат (1-4)*	Пенообразование (2-5)*	Общий балл (max 25)
Из светлого гречишного солода	1,5	2,5	4,9	4,7	4,0	4,4	22
Из томленного гречишного солода	2,0	2,6	4,7	4,5	3,8	4,4	22

Примечание: * – значения показателя [26, 27]

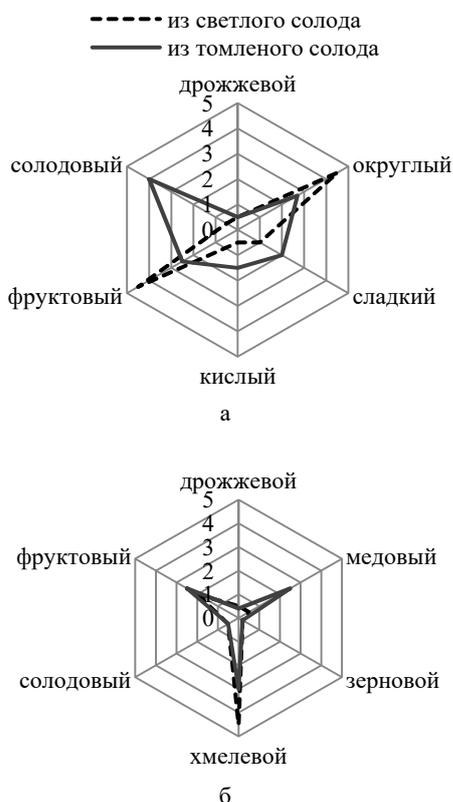


Рис. 2. Профилограммы вкуса (а) и аромата (б) образцов слабоалкогольных напитков из светлого и томленного гречишного солода

Таблица 7

Физико-химические показатели образцов слабоалкогольных напитков из светлого и томленного гречишного солода

Показатели	Слабоалкогольный напиток		
	ГОСТ 52700-2006 [9]	из светлого солода	из томленного солода
Экстрактивность начального сусле, %	-*	11,0	
Массовая доля сухих веществ, %	-	4,5±0,1	3,8±0,1
Объемная доля спирта, %	1,2...9,0	3,5±0,1	4,0±0,1
Цвет, ед. ЕВС	-	11,2±0,2	8,2±0,3
Массовая доля осадка в замутненных напитках, % не более	2,0	0,40±0,3	0,25±0,2
Титруемая кислотность, к.ед.	-	4,0±0,1	4,8±0,1

Примечание: *«-» – не нормируется

В ходе дегустаций было установлено, что образец напитка из светлого гречишного солода обладал гармоничным, мягким, округлым вкусом и выраженным хмелевым ароматом с легкими фруктовыми тонами. У напитка из томленного солода вкус был более плотным, солодовым, слегка сладковатым, аромат – сложный, хмелевой, с медовыми и фруктовыми тонами. Из-за наличия небольшого дрожжевого осадка для обоих образцов был характерен очень слабый дрожжевой привкус. В целом, по органолептическим показателям представленные образцы слабоалкогольных напитков соответствовали оценке «отлично».

Результаты физико-химического анализа показали, что напиток на основе томленного гречишного солода был лучше сброжен. Об этом свидетельствовали более низкое значение массовой доли сухих веществ и более высокое содержание спирта в нем, чем в напитке из светлого. По-видимому, это связано с повышенным уровнем аминного азота в сусле из томленного солода. Кроме того, сусле из него, как уже было отмечено выше, характеризовалось оптимальным значением pH (табл. 5) для протекания гидролитических процессов при загирации, что привело к накоплению в сусле большего количества питательных веществ. Все это способствовало активному размножению и увеличению биомассы дрожжей и в конечном итоге более полному сбраживанию и выходу спирта. Напротив, осадка было больше в контрольном образце, приготовленном из светлого гречишного солода, что подтверждает данные о его более высокой мутности, по сравнению с опытным. Цвет напитка из светлого солода был темнее, чем из томленного, как и было установлено визуально при органолептической оценке. Согласно ГОСТ Р52700-2006 [9] объемная доля спирта в слабоалкогольном напитке может быть 1,2...9 %, массовая доля осадка – не более 2 %. Следовательно, по физико-химическим показателям опытный и контрольный образцы удовлетворяли нормам, предъявляемым для слабоалкогольных напитков.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования показали возможность получения слабоалкогольных напитков, как из светлого, так и томленного гречишного солода. Все они характеризовались высокими органолептическими свойствами. Существенных различий в органолептических и физико-химических характеристиках напитков, полученных из светлого гречишного солода, в приготовлении которого использовали зерно разных сортов (При 373 и Изумруд), не выявлено. Слабоалкогольные напитки, в изготовлении которых применяли только гречишный солод без добавления ячменного, можно отнести к категории безглютеновых, что позволяет использовать их в питании людей, страдающих целиакией.

Список литературы

1. Мартыненко, П.А. Структура потребления алкоголя как индикатор социальной группы в современных российских городах / П.А. Мартыненко, Я.М. Рощина // Экономическая социология. – 2014. – № 15 (1). – С. 20–42.
2. Бэмфорд, Ч. Новое в пивоварении / Ч. Бэмфорд. – СПб.: Профессия, 2007. – 520 с.
3. Optimisation of the mashing procedure for 100 % malted proso millet (*Panicum miliaceum* L.) as a raw material for gluten-free beverages and beers / M. Zarnkow [et al.] // J. Inst. Brew. – 2010. – № 116 (10). – P. 141–150.
4. Behaviour of malted cereals and pseudo-cereals for gluten-free beer production / B. De Meo [et al.] // J. Inst. Brew. – 2011. – № 117 (4). – С. 541–546.
5. Иванченко, О.Б. Применение плодов шиповника в технологии пивных напитков / И.Б. Иванченко, М.М. Данченко // Пиво и напитки. – 2015. – № 2. – С. 12–15.
6. Чекина, М.С. Разработка технологии затирания солода из овса / М.С. Чекина, Т.В. Меледина, М.Д. Хлыновский // Пиво и напитки. – 2015. – № 6. – С. 44–48.
7. Кобелев, К.В. Тритикале – перспективная зерновая культура для натуральных напитков брожения / К.В. Кобелев, М.В. Гернет, С.А. Хурушудян // Пиво и напитки. – 2016. – № 3. – С. 26–29.
8. ГОСТ 31711-2012. Пиво. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 15 с.
9. ГОСТ 52700-2006. Напитки слабоалкогольные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
10. ГОСТ 29294-2014. Солод пивоваренный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 26 с.
11. Gluten-free cereal products and beverages / Edited by E. Arendt, F. D. Bello. – Amsterdam [etc.]: Academic Press. – 2008. – 445 p.
12. Wijngaard, H.H. Optimization of mashing program for 100 % malted buckwheat / H.H. Wijngaard, E.K. Arendt // J. Inst. Brew. – 2006. – № 112 (1). – P. 57–65.
13. Коротких, Е.А. Получение гречишного солода для производства солодовых экстрактов / Е.А. Коротких, С.В. Востриков // Пиво и напитки. – 2010. – № 6. – С. 36–37.
14. Коротких, Е.А. Хлебный квас на основе порошкообразного полисолодового экстракта / Е.А. Коротких, С.В. Востриков, И.В. Новикова // Пиво и напитки. – 2011. – № 4. – С. 26–27.
15. Безглютеновый квас / Е.А. Коротких [и др.] // Пиво и напитки. – 2013. – № 5. – С. 46–50.
16. Петрова, Н.А. Способ приготовления безалкогольного гречишного пива / Н.А. Петрова, В.Г. Оганисян, О.Б. Иванченко // Пиво и напитки. – 2011. – № 5. – С. 12–14.
17. Processing of a top fermented beer brewed from 100% buckwheat malt with sensory and analytical characterisation / V.P. Nic Phiarais [et al.] // J. Inst. Brew. – 2010. – № 116 (3). – P. 265–274.
18. Безалкогольные напитки на основе полизернового сырья / И.О. Казаков [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 40–43.
19. Способ получения гречишного солода: патент на изобретение № 2590720 / Ю.В. Приходько, Т.В. Танашкина, А.А. Семенюта. – Опубликовано: 10.07.2016. Бюл. № 19, 8 с.
20. Способ получения гречишного светлого солода: патент на изобретение № 2510607 / Т.В. Танашкина, А.С. Троценко, В.П. Корчагин, А.А. Семенюта, Ю.В. Приходько. – Опубликовано: 10.04.2014. Бюл. № 10, 12 с.
21. Нарцисс, Л. Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс. – СПб.: Профессия, 2007. – 640 с.
22. European Brewery Convention, Analytica-EBC. Fachverlag Hans Carl: Nurnberg, 1998.
23. ГОСТ 12787-81. Пиво. Методы определения спирта, действительного экстракта и расчет сухих веществ в начальном сусле. – М.: Стандартинформ, 2011. – 11 с.
24. ГОСТ 8756.9-2016. Продукты переработки фруктов и овощей. Метод определения осадка. – М.: Стандартинформ, 2016. – 11 с.
25. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.
26. Меледина, Т.В. Дегустационная оценка пива: уч. пособие / СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. – 126 с.
27. Экспертиза напитков. Качество и безопасность / В.М. Позняковский [и др.]. – Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2005. – 407 с.
28. Use of response surface methodology to investigate the effectiveness of commercial enzymes on buckwheat malt for brewing purposes / V.P. Nic Phiarais [et al.] // J. Inst. Brew. – 2006. – № 112 (4). – P. 324–332.

References

1. Martynenko P.A., Roshchina Ya.M. Struktura potrebleniya alkogolya kak indikator sotsial'noy gruppy v sovremennykh rossiyskikh gorodakh [Patterns of alcohol consumption as a social group indicator in modern Russian cities]. *Ekonomicheskaya sotsiologiya* [Economic Sociology], 2014, vol. 15, no. 1, pp. 20–42.
2. Bemfort Ch. *Novoe v pivovarenii* [New in brewing]. St. Petersburg: Professija Publ., 2007. 520 p.
3. Zarnkow M., Keßler M., Back W., Arendt E.K., Gastl M. Optimisation of the mashing procedure for 100 % malted proso millet (*Panicum miliaceum* L.) as a raw material for gluten-free beverages and beers. *J. Inst. Brew.*, 2010, vol. 116, no. 10, pp. 141–150.
4. De Meo B., Freeman G., Marconi O., Booer C., Perretti G., Fantozzi P. Behaviour of malted cereals and pseudo-cereals for gluten-free beer production. *J. Inst. Brew.*, 2011, vol. 117, no. 4, pp. 541–546. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2011.tb00502.x
5. Ivanchenko O.B., Danina M.M. Primenenie plodov shipovnika v tekhnologii pivnykh napitkov [The use of rose hips in the technology of beer drinks]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2015, no. 2, pp. 12–15.
6. Chekina M.S., Meledina T.V., Khlynovskiy M.D. Razrabotka tekhnologii zatiraniya soloda iz ovsa [Development of Oats Mashing Technology]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2015, no. 6, pp. 44–48.
7. Kobelev K.V., Gernet M.V., Khurushudyan S.A. Tritikale – perspektivnaya kul'tura dlya natural'nykh napitkov brozheniya [Triticale - a promising crops for natural fermented beverages]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2016, no. 3, pp. 26–29.
8. GOST 31711-2012. *Pivo. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [State Standard 31711-2012. Beer. General specifications]. Moscow: Standartinform Publ., 2013. 15 p.
9. GOST 52700-2006. *Napitki slabookogol'nye. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [State Standard 52700-2006. Drinks with low quantity of alcohol. General specifications]. Moscow: Standartinform Publ., 2008. 11 p.

10. GOST 29294-2014. *Solod pivovarennyy. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard 29294-2014. Brewing malt. General specifications]. Moscow: Standartinform Publ., 2014. 26 p.
11. Arendt E.K., Bello F.D. *Gluten-free cereal products and beverages*. Amsterdam: Academic Press. Publ., 2008. 445 p.
12. Wijngaard H.H., Arendt E.K. Optimisation of a mashing program for 100% malted buckwheat. *J. Inst. Brew.*, 2006, no. 112, pp. 57–65.
13. Korotkih E.A., Vostrikov S.V. Poluchenie grechishnogo soloda dlia proizvodstva solodovykh ekstraktov [Reception of buckwheat malt for manufacture of malt extracts]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2010, no. 6, pp. 36–37.
14. Korotkih E.A., Vostrikov S.V., Novikova I.V. Khlebnyy kvas na osnove poroshkoobraznogo polisolodovogo ekstrakta [Grain kvass on the basis of the powdery polymalt extract]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2011, no. 4, pp. 26–27.
15. Korotkih E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V., Khripushi V.V. Bezglutenovyi kvas [Gluten-Free Kvass]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2013, no. 5, pp. 46–50.
16. Petrova N.A., Ogannisyan V.G., Ivanchenko O.B. Sposob prigotovleniya bezalkogol'nogo grechishnogo piva [Method of preparation of non-alcoholic buckwheat beer]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2011, no. 5, pp. 12–14.
17. Phiarais B.P. Nic., Mauch A., Shcehl B.D., Zarnkow M., Gastl M., Herrmann M., Zannini E., Arendt E.K. Processing of a Top Fermented Beer Brewed from 100% Buckwheat Malt with Sensory and Analytical Characterisation. *J. Inst. Brew.*, 2010, no. 116 (3), pp. 265–274.
18. Kazakov I.O., Kiseleva T.F., Unshchikova T.A., Tsvetkov E.V. Bezalkogol'nye napitki na osnove polizernovogo syr'ya [Soft drinks based on grain raw materials mixture]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 1, pp. 40–43.
19. Prikhod'ko Yu.V., Tanashkina T.V., Semenyuta A.A. Sposob poluchenija grechishnogo soloda [Method for producing buckwheat malt]. Patent RF, no. 2590720, 2016.
20. Tanashkina T.V., Trotsenko A.S., Korchagin V.P., Semenyuta A.A., Prikhod'ko Yu.V. Sposob poluchenija grechishnogo svetlogo soloda [Method for producing light buckwheat malt]. Patent RF, no. 2510607, 2014.
21. Nartsiss L. *Kratkiy kurs pivovareniya* [Abriss der Bierbrauerei]. St. Petersburg: Professija Publ., 2007. 640 p.
22. *European Brewery Convention, Analytica*—EBC. Fachverlag Hans Carl: Nurnberg, 1998.
23. GOST 12787-81. *Pivo. Metody opredeleniya spirta, deystvitel'nogo ekstrakta i raschet sukhikh veshchestv v nachal'nom susle* [State Standard 12787-81. Beer. Methods for determination of spirit, actual extract and estimation of dry substances in the initial must]. Moscow: Standartinform Publ., 2011. 11 p.
24. GOST 8756.9-2016. *Produkty pererabotki fruktov i ovoshchey. Metod opredeleniya osadka*. [State Standard 8756.9-2016. Fruit and vegetable products. Method for determining residue quantity]. Moscow: Standartinform Publ., 2016. 11 p.
25. Ermolaeva G.A. *Spravochnik rabotnika laboratorii pivovarennogo predpriyatiya* [Hand book of brewery laboratory assistant]. St. Petersburg: Professija Publ., 2004. 536 p.
26. Meledina T.V. *Degustatsionnaya otsenka piva* [Tasting evaluation beer]. St. Petersburg: ITMO University Publ., 2012. 126 p.
27. Poznyakovskiy V.M., Pomozova V.A., Kiseleva T.F., Permyakova L.V. *Ekspertiza napitkov. Kachestvo i bezopasnost'* [Expertise of drinks. Quality and safety]. Novosibirsk: Sib. Univ. Publ., 2005. 407 p.
28. Nic Phiarais B.P., Schehl B.D., Oliviera J.C., Arendt E.K. Use of response surface methodology to investigate the effectiveness of commercial enzymes on buckwheat malt for brewing purposes. *J. Inst. Brew.*, 2006, vol. 112, no. 4, pp. 324–332.

Дополнительная информация / Additional Information

Безглютенные слабоалкогольные напитки из светлого и томленого гречишного солода / Т.В. Танашкина, А.А. Семенюта, А.С. Троценко, А.Г. Клыков // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 74–80.

Tanashkina T.V., Semenyuta A.A., Trotsenko A.S., Klykov A.G. Gluten-free low-alcohol beverages fermented from light and scalding buckwheat malt. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 74–80 (In Russ.)

Танашкина Татьяна Владимировна

канд. биол. наук, доцент департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (914) 140-58-38, e-mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

Семенюта Анна Андреевна

ассистент департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (914) 074-80-64, e-mail: Nyrochka_1988@mail.ru

Троценко Андрей Сергеевич

канд. техн. наук, главный технолог, ООО «Аква Спринг», 694008, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Вокзальная, 56, e-mail: trotsenko_a_86@mail.ru

Клыков Алексей Григорьевич

д-р биол. наук, зав. лабораторией селекции зерновых и крупяных культур, ФГБНУ «Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», 692539, Россия, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30

Tatiana V. Tanashkina

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

Anna A. Semenyuta

Assistant of the Department of Food Science and Technology of the School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (914) 074-80-64, e-mail: Nyrochka_1988@mail.ru

Andrey S. Trotsenko

Cand. Sci.(Eng.), Chief Technologist, Aqua Spring, 56, Vokzal'naya, 694008, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, e-mail: trotsenko_a_86@mail.ru

Alexey G. Klykov

Dr. Sci.(Biol.), Chief of the Lab of Cereals, Primorsky Scientific Research Institute of Agriculture, 30, Volozhenina Str., Timiryazevsky Stl., Ussuriysky District, 692539, Russia

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЕРНЫХ ЛИСТЬЕВ БАДАНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

С.В. Цырендоржиева*, И.В. Хамаганова

ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный
университет технологий и управления»,
670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в

*e-mail: ts-svetlana1971@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 05.04.2017

Дата принятия в печать: 29.05.2017

Аннотация. В статье показано, что дикорастущее травянистое растение – бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch), может быть отнесено к перспективным пищевым дикоросам, обладающим высокой пищевой ценностью вследствие наличия в нем витамина С, каротиноидов, фенольных соединений, минеральных веществ, органических кислот, углеводов. Листья и корни бадана широко используются при изготовлении лекарственных препаратов, пищевых и биологически активных добавок, бальзамов, сиропов, напитков, различных видов травяного чая. Имеются перспективы применения бадана в технологии таких групп продуктов питания, как продукты животного происхождения, хлебобулочные и кондитерские изделия, различные соусы, консервированные продукты и другие. Исследованиями установлено, что в водный экстракт переходят практически все соединения, обнаруженные в листьях, но только в разных количествах, при этом в составе сухих веществ экстракта в наибольшем количестве содержатся дубильные вещества и фенольные соединения. Представлены результаты изучения химического состава черных листьев бадана и водного баданового экстракта, а также исследований по использованию экстракта из черных листьев бадана в технологии мясных и рыбных продуктов – копчено-вареных изделий из свинины и пресервов из омуля. Особенность разработанных технологий заключается в использовании баданового экстракта в количестве 10 % шприцовочного рассола при производстве карбонада «Особый» и 20 % заливочного рассола при изготовлении пресервов «Омуль маринованный». Доказано увеличение сроков хранения разработанных продуктов по сравнению с нормативными данными за счет бактериостатических и антиоксидантных свойств баданового экстракта. В результате оценки промышленно-ценных свойств выбранного перспективного растительного источника биологически активных веществ – черных листьев бадана, как пищевого компонента и изучение возможности его использования при производстве мясных и рыбных продуктов, установлена возможность вырабатывать продукты нового поколения с высокими потребительскими свойствами.

Ключевые слова. Черные листья бадана, водный экстракт, варено-копченые продукты из свинины, рыбные пресервы, качество

THE USE OF BLACK LEAVES OF BERGENIA IN FOOD PRODUCTION

S.V. Tsyrendorzhieva*, I.V. Khamaganova

East-Siberian State University of Technology and Management,
40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia

*e-mail: ts-svetlana1971@mail.ru

Received: 05.04.2017

Accepted: 29.05.2017

Abstract. The article shows that a wild herbaceous plant (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) can be referred to promising food-borne wild plants that have high nutritional value due to the presence of vitamin C, carotenoids, phenolic compounds, minerals, organic acids, carbohydrates. Leaves and roots of bergenia are widely used in the manufacture of medicines, food and biologically active additives, balms, syrups, beverages, various kinds of herbal tea. There are perspectives of using bergenia in the technology of such groups of food products as foods of animal origin, bakery and confectionery products, various sauces, canned foods and others. Studies have shown that practically all the compounds found in the leaves pass into the aqueous extract, but only in different amounts while the solids of the extract contain the largest amount of tannins and phenolic compounds. The results of the study on chemical composition of black leaves of bergenia and aquatic bergenia extract are presented, as well as studies on the use of black leaves of bergenia extract in the technology of meat and fish products – smoked-boiled pork products and preserves from omul. The peculiarity of the developed technologies is the use of the bergenia extract in the amount of 10% of the syringe brine during production of the carbonade "Osobyi" and 20% of the pickling brine during the production of "Omul marinated" preserves. The increase in the shelf life of the developed products has been proved in comparison with the regulatory data due to the bacteriostatic and antioxidant properties of the bergenia extract. The result of evaluation of commercially valuable properties of the selected promising plant source of biologically active substances – black leaves of the bergenia – as a food component and the study of the possibility of its use in the production of meat and fish products enable us to conclude that to produce products of a new generation with high consumer properties is possible.

Keywords. Black leaves of Bergenia, aqueous extract, cooked smoked pork products, fish preserves, quality

Введение

Одной из актуальных проблем в области сохранения здоровья является обеспечение населения высококачественными и экологически чистыми продуктами питания. Для ее решения, гарантирующей нормальную жизнедеятельность всех органов и организма человека, необходимо создание продуктов питания, содержащих эффективные и оптимальные в физиологическом значении биологически активные компоненты, обладающие оздоровительным эффектом. С целью профилактики и лечения различных заболеваний в настоящее время используются разнообразные биологически активные добавки растительного происхождения.

В последние годы все чаще обращаются к исследованиям, направленным на изучение возможностей использования дикорастущих травянистых растений при создании продуктов питания повышенной биологической активности. В Республике Бурятия представляет интерес дикорастущее травянистое растение – бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch), повсеместно произрастающий в прибрежной зоне Байкала на затемненных,

влажных склонах, в сосновых, кедрово-пихтовых, березово-сосновых горных лесах, поселяется на сухих солнечных склонах, нормально переносит условия каменистых берегов горных рек. Достаточная обеспеченность сырьевыми запасами бадана в Бурятии не вызывает сомнения: общая площадь бадановых зарослей на территории республики занимает 600 тыс. га при средней урожайности сырых листьев 2,5, а корневищ – 2,1 кг/м² [4].

На основании результатов анализа научно-технической литературы была поставлена цель работы – оценка промышленно-ценных свойств нового перспективного растительного источника биологически активных веществ (БАВ) – черных листьев бадана, как пищевого компонента и изучение возможности его использования при производстве мясных и рыбных продуктов. Бадан толстолистный (лекарственный) относится к многолетним травянистым растениям. На практике используют листья и корни. На первом этапе исследований проведен анализ ассортимента препаратов, добавок, напитков, вырабатываемых на основе и с использованием листьев и корневища бадана (рис. 1).

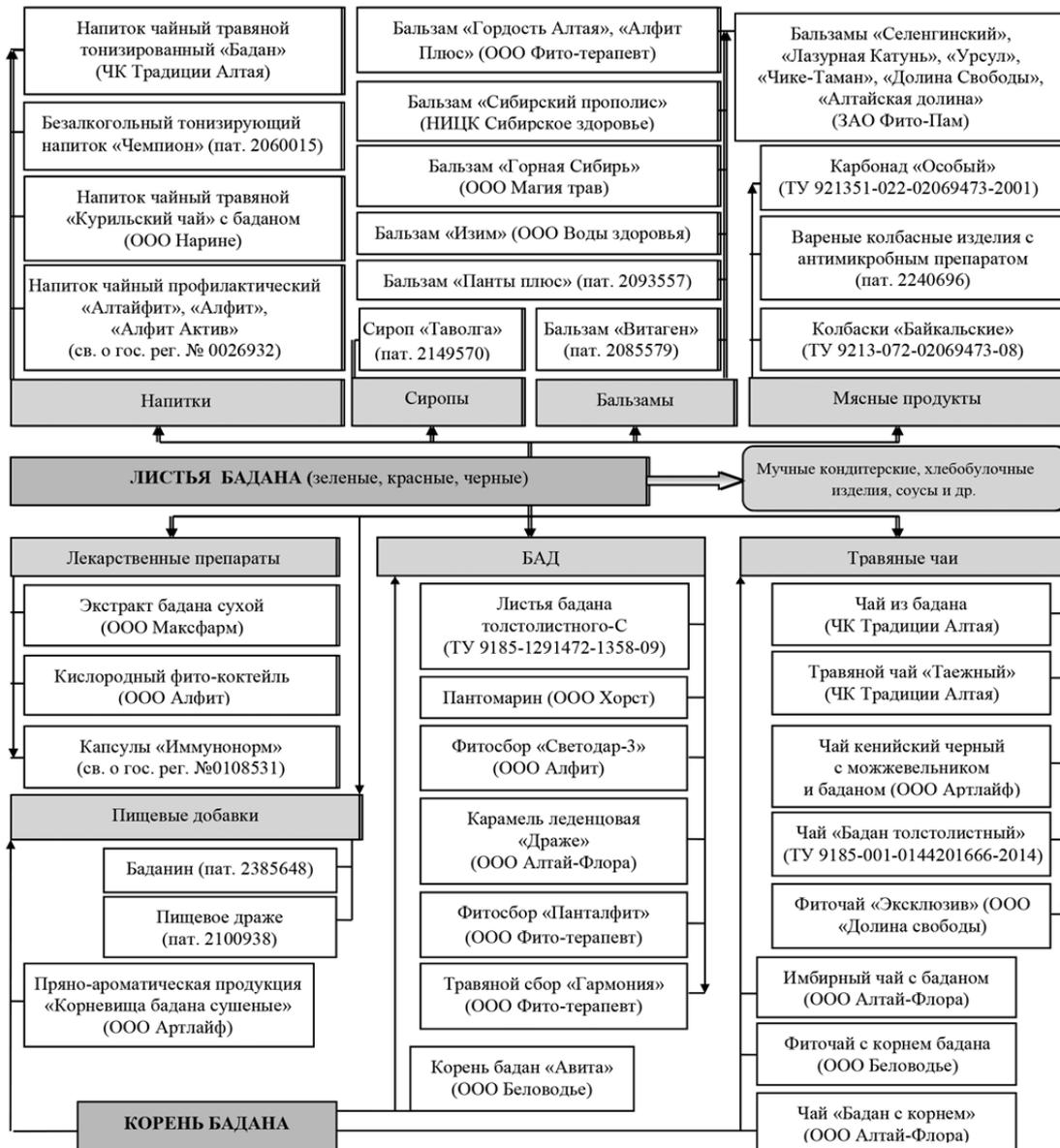


Рис. 1. Продукты питания и напитки с использованием листьев и корня бадана толстолистного

Как видно из рисунка, листья и корневище бадана широко используются при изготовлении разнообразных лекарственных препаратов, пищевых и биологически активных добавок, бальзамов, сиропов, напитков, различных видов травяного чая. Имеются сведения об использовании листьев бадана в технологии вареных колбасных изделий и копченостей [3, 8]. Анализ литературных данных позволил сделать вывод об имеющихся перспективах применения бадана в технологии других основных групп продуктов питания, в частности хлебобулочных и кондитерских изделий, различных соусов, консервированных продуктов и других.

Получаемые из корней бадана отвары и настои издавна применяют при лечении желудочно-кишечных заболеваний, болезней горла и полости рта, при лихорадках и головных болях, а также в стоматологической практике.

Особый интерес представляет наземная часть растения. Благодаря своеобразному циклу развития на этом растении одновременно находятся зеленые листья (первого и второго года), красные (третьего и четвертого года) и черные (четвертого и пятого года). Черные листья, по существу, представляют отмершее ферментированное сырье. Их сбор можно начинать весной, сразу после таяния снега. Красные листья бадана ферментируются глубокой осенью, их заготовка в этот срок не причинит вреда растению.

Количество БАВ в листьях бадана на разных фазах вегетации неодинаково, но их качественный состав сходен и представлен разными группами фенольных соединений, водорастворимыми и жирорастворимыми витаминами, минеральными веществами. Благодаря наличию широкого спектра химических соединений бадан толстолистный с давних пор использовался в качестве лекарственного растения в народной тибетской и монгольской медицине [9, 10]. Противовоспалительные, мощные antimicrobные, мочегонные, адаптогенные и другие свойства бадана лежат в основе лечения разных заболеваний. При оценке иммунокорректирующих свойств черных листьев бадана толстолистного установлено их благотворное влияние на все звенья иммунной защиты [5].

Бадан относится к растениям, накапливающим в значительных количествах дубильные вещества. В фенольный комплекс входят полимерные и мономерные соединения, соответственно флавоноиды и простые фенолы – гидрохинон и его гликозид арбутин [6]. Из числа реакций, в которых участвуют фенольные соединения, наибольший интерес и практическую ценность представляют реакции окисления, обуславливающие антиоксидантные свойства фенолов. Главным действующим началом, обеспечивающим фенольным антиоксидантам способность тормозить радикально-цепные процессы окисления, являются ароматическое ядро и карбонильные и гидроксильные функциональные группы. Антиоксидантные свойства фенольных соединений и витаминов бадана могут быть использованы не только при создании лекарственных препаратов, но и в пищевой промышленности для замедле-

ния окислительных процессов, происходящих в сырье и готовых продуктах на разных стадиях технологического процесса и при хранении.

Несмотря на литературные данные о применении листьев бадана, сведения о его химическом составе весьма ограничены. В связи с этим на следующем этапе исследований был изучен химический состав черных листьев бадана.

Объекты и методы исследования

При проведении эксперимента был изучен комплекс показателей с использованием следующих методов определения: содержание влаги – ГОСТ 28561-90; золы – по общепринятой методике; общий азот – по методу Кьельдаля; белковый азот – по методу Барнштейна; содержание комплекса фенольных соединений – спектрофотометрическим методом; дубильные вещества – осаждением желатином из водной вытяжки; органические кислоты – титриметрическим методом; яблочную и лимонную кислоту – методом Х.Н. Почикаса; янтарную кислоту – методом титрования перманганатом; щавелевую кислоту – весовым методом в виде оксалата; массовые доли редуцирующих сахаров, общего сахара, сахарозы – по ГОСТ 8756.13-87; крахмал – объемным методом; глюкозу – йодометрическим методом; фруктозу – методом Мак-Рери и Слаттери; сырую клетчатку – весовым методом Ганнеберга и Штомана; пектиновые вещества – весовым кальций-пектатным методом; содержание витаминов В₁, В₂, С, Е – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на анализаторе «Флюорат-02»; витамин К – фотометрированием гексанового экстракта; красящие пигменты (каротиноиды) – спектрофотометрическим методом с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Ветштейна и Хольма; бета-каротин – по методу Мурри; минеральный состав – методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрофотометре «Сатурн» и AASIN (Германия).

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований представлены в табл. 1.

Количественным определением БАВ установлено, что черные листья содержат большое количество фенольных соединений – более 20 %, углеводов различных классов – 25–30 %, аскорбиновой кислоты – более 70 мг%, каротиноидов – более 30 мг%.

Усвояемые углеводы листьев бадана представлены сахарозой, редуцирующими сахарами, в том числе глюкозой, фруктозой, а также крахмалом. В достаточно больших количествах в бадане обнаружены токоферолы, которые являются природными антиоксидантами, защищают различные вещества в организме от окислительных процессов, тем самым препятствуя старению организма.

По содержанию витамина С листья бадана превосходят многие овощные культуры, традиционно используемые в рационах питания. Одним из наиболее распространенных и важных с точки зрения биологической роли для организма является бета-каротин, содержание которого в бадановых

листьях составляет 4,19 мг% (физиологическая потребность для взрослых составляет 5 мг/сутки [1].

Таблица 1

Химический состав
черных листьев бадана толстолистного

Наименование показателей	Содержание в 100 г
Влага, г	9,71±0,203
Белок, г	3,97±0,005
Зола, г	7,92±0,008
Углеводы, г, в том числе:	
нередуцирующие сахара	2,603±0,006
редуцирующие сахара, в том числе, %:	9,66±0,009
- глюкоза	5,58±0,07
- фруктоза	3,42±0,024
крахмал	5,02±0,29
сырая клетчатка	13,75±0,068
пектиновые вещества	2,16±0,008
Органические кислоты, в пересчете на яблочную, г	1,867±0,054
яблочная	0,248±0,006
лимонная	0,237±0,004
щавелевая	0,167±0,008
янтарная	0,0483±0,011
Фенольные соединения, г, в том числе:	26,25±0,02
флавоноиды, в пересчете на рутин	2,18±0,04
рутин	0,43±0,007
флавонолы	0,632±0,019
антоцианы	0,095±0,012
дубильные вещества	16,88±1,54
Макроэлементы, мг:	
калий	267,3
натрий	26,77
магний	1444,6
фосфор	46,65
кальций	3174,3
железо	18,77
Микроэлементы, мг:	
цинк	63
медь	87
хром	9
никель	11
марганец	620
кобальт	22
серебро	3,1
Витамины, мг:	
аскорбиновая кислота	76,5±0,027
витамин В ₁ (тиамин)	0,083±0,004
витамин В ₂ (рибофлавин)	0,262±0,007
сумма каротиноидов	33,47±0,011
бета-каротин	4,19±0,009
витамин К	1,60±0,02
витамин Е	0,351±0,027

Листья бадана отличаются богатством необходимых для организма минеральных веществ. Характерной особенностью этого растения является высокое содержание макроэлементов – кальция и магния.

Следует отметить, что бадан можно отнести к растениям, характеризующимся достаточно высоким содержанием белка.

Представленные результаты исследований химического состава позволяют рассматривать черные листья бадана в качестве пищевого растительного компонента, богатого источника БАВ, при производстве продуктов питания функционального назначения.

Идентификация функциональных продуктов питания и функциональных пищевых ингредиентов осуществляется с учетом существенных признаков на отдельные виды продуктов и ингредиентов. В соответствии с классификацией, приведенной в стандарте [2], установлены общие требования к кодированному обозначению функциональных пищевых ингредиентов; при этом основными целями кодировки является унифицированное представление и маркировка свойств и эффективности функциональных пищевых ингредиентов.

В результате анализа данных, приведенных в табл. 1, была произведена классификация функциональных пищевых ингредиентов, входящих в состав листьев бадана толстолистного. На рис. 2 приведены отдельные функциональные пищевые ингредиенты листьев бадана, эффективность которых подтверждена опубликованными экспериментальными данными.



Рис. 2. Классификация функциональных пищевых ингредиентов, входящих в листья бадана

Как видно из данных рис. 2, содержание витаминов С, Е, каротиноидов, флавоноидов и антоцианов позволяет отнести черные листья бадана к классу В (антиоксидантный эффект) группы I; по содержанию таких функциональных ингредиентов, как микроэлементы, витамины С, В₁, флавоноидов, антоцианов – к классу В группы I. Антисклеротический эффект витамина Е, каротиноидов, способность пищевых волокон поддерживать уровень общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в крови позволяют сделать заключение, что рассматриваемый объект можно отнести ко II группе класса В (эффект поддержания деятельности сердечно-сосудистой системы).

Следует отметить, что условием классификации функционального пищевого ингредиента является его эффективность при систематическом употреблении в составе пищевых продуктов в рамках пищевого рациона. Эффективность подлежит научному подтверждению и обоснованию согласно требованиям нормативных правовых документов.

В настоящее время большое внимание уделяется исследованиям по изучению введения БАВ растений в состав пищевых продуктов и предлагаются

различные способы использования растительных фитокомпонентов – в виде муки, водных и спиртовых экстрактов, шротов и выжимок в консервированном и сушеном виде [8].

Отдельный этап исследований был посвящен изучению водных экстрактов из черных листьев бадана, поскольку наиболее выгодным и легко применимым является метод водной экстракции БАВ из растительного сырья, однако при обычной мацерации невысок выход экстрактивных веществ. Для получения водных экстрактов с повышенным содержанием сухих веществ предложено дополнительное механическое перемешивание с последующей ультразвуковой обработкой, что позволяет повысить выход экстрактивных веществ, по сравнению с мацерацией в 1,5 раза и в 3 раза сократить продолжительность экстрагирования.

Установлено, что в водный экстракт переходят практически все соединения, обнаруженные в листьях, но только в разных количествах, так в составе сухих веществ экстракта в наибольшем количестве содержатся дубильные вещества и фенольные соединения. На долю фенольных соединений и белков приходится около 40 %, редуцирующие сахара составляют 20 % сухого остатка, органические кислоты – 3 %. В экстракте содержатся каротиноиды, аскорбиновая кислота, а также большое количество минеральных веществ, в том числе микроэлементов [4]. Полученные результаты позволили сформулировать вывод о том, что водный экстракт черных листьев бадана характеризуется высоким технологическим потенциалом.

На заключительном этапе работы с целью расширения ассортимента и повышения биологической ценности продуктов были проведены исследования по использованию водного экстракта из черных листьев бадана в технологии мясных и рыбных продуктов.

В ходе экспериментальных исследований на данном этапе микробиологические показатели определяли по ГОСТ 9958-81; перекисное число – йодометрическим методом; йодное число – методом Кауфмана; содержание нитрозопигментов – фотоколориметрическим методом; органолептические показатели – по девятибалльной шкале.

Анализ полученных данных показывает, что замена 10 % шприцовочного рассола экстрактом способствует повышению выхода копчено-вареного продукта из свинины карбоната «Особый» на 6 %, увеличению содержания нитрозопигментов на 32 %, при этом выявлено снижение остаточного количества нитрита натрия на 1/4 по сравнению с контролем. Установлено, при посоле цельномышечных кусков мяса с бадановым экстрактом обеспечиваются более благоприятные окислительно-восстановительные условия для протекания реак-

ций нитрозирования, что обуславливается присутствием редуцирующих сахаров, каротиноидов и таких БАВ, как аскорбиновая кислота, флавоноиды.

Технология пресервов «Омуль маринованный» предусматривает посол рыбного сырья в заливке, выдерживание до 10 суток. На этом этапе изготовления продуктов становится возможным использование растительного экстракта в составе заливочного рассола. На основании органолептической оценки выбрана 20%-ная замена рассола на экстракт листьев бадана: готовый продукт имел приятный вкус, упругую и сочную консистенцию, при этом хорошо выраженные вкусовые качества сохранялись более длительный период по сравнению с образцом, изготовленным по традиционной технологии.

Исследования степени происходящих в жире окислительных процессов на протяжении 30 суток в копчено-вареном продукте из свинины и рыбных пресервах из омуля показали, что добавление растительного экстракта значительно снижает скорость накопления продуктов окисления в процессе хранения всех опытных образцов по сравнению с контролем. Так, на 15-е сутки хранения накопление перекисей в контрольном образце происходит интенсивнее по сравнению с опытным, при этом перекисное число составило 0,074 и 0,052 мг% йода, соответственно. О меньшей скорости гидролитических процессов свидетельствуют данные по кислотному числу: за 3 месяца хранения кислотное число контрольных образцов заметно увеличилось и составило 1,08 мгКОН, в то время как опытных образцов – 0,9 мгКОН.

Имеющиеся сведения о способности водного экстракта из черных листьев бадана подавлять развитие микроорганизмов [7, 8] подтолкнули к изучению влияния баданового экстракта на санитарно-гигиеническое состояние готовой продукции в процессе хранения. Результаты проведенных исследований показали, что экстракт из черных листьев бадана способствует улучшению микробиологического состояния продуктов животного происхождения. Через 12 суток хранения КМАФАнМ в контрольных и опытных образцах составило $4 \cdot 10^2$ и $2 \cdot 10^2$ КОЕ/г.

Комплексными исследованиями установлено, что цельномышечные копчено-вареные продукты из свинины, пресервы из омуля имеют не только более высокие потребительские свойства, но более длительные сроки хранения, что обуславливается бактериостатическими и антиоксидантными свойствами применяемого баданового экстракта.

Таким образом, вовлечение растительного сырья (листьев бадана) в сферу пищевых производств позволяет вырабатывать продукты нового поколения с высокими потребительскими свойствами.

Список литературы

1. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.
2. ГОСТ Р 54059-2010. Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
3. Браткова, Е.В. Создание лечебно-профилактического продукта из местного сырья / Е.В. Браткова, Т.Ф. Чиркина // Актуальные проблемы адекватного питания в эндемичных регионах: материалы Всеросс. науч. конференции. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ. – 2002. – С.16.

4. Чиркина, Т.Ф. Перспективные растительные источники биологически активных веществ в Байкальском регионе / Т.Ф. Чиркина, А.М. Золотарева, З.А. Пластинина // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – №1. – С. 14–18.
5. Седунова, Е.Г. Возможность использования черных листьев бадана толстолистного в качестве природного иммуномодулятора / С.Н. Лебедева, С.Д. Жамсаранова // Новые научные технологии в Дальневосточном регионе. – Благовещенск, 1999. – С. 51–52.
6. Цырендоржиева, С.В. Биологически активные вещества перезимовавших листьев бадана / С.В. Цырендоржиева, Т.Ф. Чиркина, З.А. Пластинина // Сб. науч. тр. Серия. Химия биологически активных веществ. – Вып. 5. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 1999. – С.159–165.
7. Влияние растительного экстракта на технологические характеристики пресервов из омуля / С.В. Цырендоржиева, В.В. Драгина [и др.] // Пища. Экология. Качество: труды III Междунар. науч.-практ. конференции. – Новосибирск, 2003. – С. 120–122.
8. Чиркина, Т.Ф. Влияние растительного экстракта на качество мясных копчено-вареных изделий из свинины / Т.Ф. Чиркина, С.В. Цырендоржиева, З.А. Пластинина // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 1. – С. 29–30.
9. Biological advances in *Bergenia* genus plant / Zhang Y., Liao C., Liu X., Fang S., Li Y., He D. // Afr. J. of Biotechnology. – 2011. – V. 10(42). – P. 8166–8169.
10. Yang, X.M. Analysis of nutritive components and mineral element of *Bergenia pacumbis* in Tibet sejila / X.M. Yang, Z.K. Wang, R.X. Li // J. Changjiang vegetables. – 2009. – V. 22. – P. 57–58.

References

1. MR 2.3.1.2432-08. Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii [MR 2.3.1.2432-08. The norms of physiological requirements in energy and nutrients for different groups of the Russian population].
2. GOST R 54059-2010. *Produkty pishchevye funktsional'nye. Ingredienty pishchevye funktsional'nye. Klassifikatsiya i obshchie trebovaniya* [Functional food products. Functional food ingredients. Classification and general requirements]. Moscow: Standartinform Publ., 2011. 12 p.
3. Bratkova E.V., Chirkina T.F. Sozdanie lechebno-profilakticheskogo produkta iz mestnogo syr'ya [Creation of a curative and prophylactic product from local raw materials]. *Materialy vsrossiyskoy nauch. konferentsii «Aktual'nye problemy adekvatnogo pitaniya v endemichnykh regionakh»* [Proc. of the All-Russia Sci. Conf. «Current problems of adequate nutrition in endemic regions»]. Ulan-Ude, 2002, pp. 16–18.
4. Chirkina T.F., Zolotareva A.M., Plastinina Z.A. Perspektivnye rastitel'nye istochniki biologicheskii aktivnykh veshchestv v Baykal'skom regione [Prospective plant sources of biologically active substances in the Baikal region]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2009, no. 1, pp. 14–18.
5. Sedunova E.G., Lebedeva S.N., Zhamsaranova S.D. Vozmozhnost' ispol'zovaniya chernykh list'ev badana tolstolistnogo v kachestve prirodnoho immunomodulyatora [The possibility of using black crassifolia leaves as a natural immunomodulatory]. *Materialy region. konf. s vsrossiyskim uchastiem «Novye nauchnye tekhnologii v Dal'nevostochnom regione»* [Proc. of the reg. conf. with All-Russian participation «New scientific technology in the Far East»], Blagoveshchensk, 1999, pp. 51–52.
6. Tsyrendorzhiyeva S.V., Chirkina T.F., Plastinina Z.A. Biologicheskii aktivnye veshchestva perezimovavshikh list'ev badana [Biologically active substances overwintered leaves of *Bergenia*]. *Sb. nauch. tr. Seriya. Khimiya biologicheskii aktivnykh veshchestv*. [Coll. scientific works. Series: Chemistry of biologically active substances], Ulan-Ude, 1999, pp. 159–165.
7. Tsyrendorzhiyeva S.V., Dragina V.V. et al. Vliyanie rastitel'nogo ekstrakta na tekhnologicheskii kharakteristiki preservov iz omulya [Influence of plant extracts on the technological characteristics of preserves from cisco]. *Materialy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Pishcha. Ekologiya. Kachestvo»* [Proc. of the III International scientific and practical conference «Food. Ecology. Quality»], Novosibirsk, 2003, pp. 120–122.
8. Chirkina T.F., Tsyrendorzhiyeva S.V., Plastinina Z.A. Vliyanie rastitel'nogo ekstrakta na kachestvo myasnykh kopcheno-varenykh izdeliy iz svininy [Influence of plant extracts on the quality of meat products smoked and boiled pork]. *Izvestia vuzov. Pishhevaya tekhnologiya* [News institutes of higher Education. Food technology], 2002, no.1, pp. 29–30.
9. Zhang Y., Liao C., Liu X., Fang S., Li Y., He D. Biological advances in *Bergenia* genus plant. *Afr. J. of Biotechnology*, 2011, vol. 42, no. 10, pp. 8166–8169. DOI: 10.5897/AJB11.342.
10. Yang X.M., Wang Z.K., Li R.X. Analysis of nutritive components and mineral element of *Bergenia pacumbis* in Tibet sejila. *J. Changjiang vegetables*, 2009, vol. 22, pp. 57–58.

Дополнительная информация / Additional Information

Цырендоржиева, С.В. Использование черных листьев бадана в производстве пищевых продуктов / С.В. Цырендоржиева, И.В. Хамаганова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 81–86.

Tsyrendorzhiyeva S.V., Khamaganova I.V. The use of black leaves of *bergenia* in food production. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 81–86 (in Russ.).

Цырендоржиева Светлана Владимировна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии продуктов общественного питания, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский технологический университет технологий и управления» (ВСГУТУ), 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в, тел.: +7 (3012) 41-72-10, e-mail: ts-svetlana1971@mail.ru

Хамаганова Инга Вячеславовна

д-р техн. наук, доцент, заведующая кафедрой технологии продуктов общественного питания, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский технологический университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40в, тел.: +7 (3012) 41-72-10, e-mail: xiv2609@mail.ru

Svetlana V. Tsyrendorzhiyeva

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Department of Technology of Food Products, East Siberian State University of Technologies and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: +7 (3012) 41-72-18, e-mail: ts-svetlana1971@mail.ru

Inga V. Khamaganova

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Technology of Public Catering Products, East Siberian State University of Technologies and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: +7 (3012) 41-72-18, e-mail: xiv2609@mail.ru

УДК 637.344

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ КРИОКОНЦЕНТРИРОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В НЕСКОЛЬКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ СТУПЕНЯХ

А.А. Гущин

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

*e-mail: GuschinAA@suek.ru

Дата поступления в редакцию: 17.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. В России свыше 50 % молочной сыворотки сливается как отходы производства, что является не только экономически невыгодным, но и несет угрозу окружающей среде. Одним из возможных путей решения этой проблемы является внедрение технологии разделительного вымораживания. Настоящая работа посвящена исследованию эффективности криоконцентрирования молочной сыворотки многоступенчатым методом. Проведены опыты по разделительному вымораживанию молочной сыворотки в емкостном кристаллизаторе. Вымораживание осуществлялось в три ступени: на первой ступени температура хладоносителя составляла минус 4 °С, на второй ступени – минус 5,5 °С, на третьей – минус 7 °С. Продолжительность вымораживания на каждый из ступеней составляла 180 мин. Установлена нелинейная зависимость между толщиной слоя льда на теплообменной поверхности и продолжительностью кристаллизации сыворотки, разработаны соответствующие уравнения регрессии. Определены физико-химические показатели образуемых концентратов и льда. Установлено, что трехступенчатое разделительное вымораживание позволяет повысить содержание сухих веществ в сыворотке в 2 раза. Исследована структура образующегося льда. Обнаружено, что лед имеет более прочную структуру при более медленном процессе вымораживания. Определена величина потерь сухих веществ при разделительном вымораживании молочной сыворотки: на первой, второй и третьей ступени этот показатель составляет соответственно 37,7; 29,5 и 27,4 % от исходного содержания. При этом по белку и лактозе на первой и третьей ступени концентрирования потери приблизительно одинаковые и составляют 21–25 %, а на второй ступени они несколько выше (28–33 %).

Ключевые слова. Криоконцентрирование, молочная сыворотка, температура, разделительное вымораживание

ANALYSIS OF WHEY CRYOCONCENTRATION AT SEVERAL SUCCESSIVE STAGES

A.A. Gushchin

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

*e-mail: GuschinAA@suek.ru

Received: 17.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. In Russia, more than 50% of whey is drained as a waste product, which brings no profit and poses a threat to the environment. One possible solution to this problem is the introduction of technology of separation freezing out. The present paper is devoted to the research on the effectiveness of cryoconcentration of whey using a multistep method. Experiments were performed on separation freezing out of whey in a capacitive crystallizer. Freezing out was carried out in three stages. At the first stage a coolant temperature was -4°C, at the second stage it was -5.5°C, at the third stage it was -7°C. The duration of each step was 180 min. The nonlinear relationship between the thickness of the layer of ice on the heat exchange surface and the length of whey crystallization has been established. The corresponding regression equation has been developed. Physical and chemical indices of concentrates and ice formed have been defined. It has been found that the three-stage separation freezing out improves solids content of the whey by 2 times. The structure of the resulting ice has been studied. It has been found that the ice structure is more solid when the process of freezing out is slow. The value of solids losses during separation freezing out of whey has been determined. They are 37.7, 29.5 and 27.4% of the initial content at the first, second and third stages, respectively. In this case the losses of protein and lactose at the first and third stages of concentration are approximately the same and constitute 21–25%. They are a bit higher (28–33%) at the second stage.

Keywords. Cryoconcentration, whey, temperature, separation freezing out

Введение

Молочная сыворотка представляет собой уникальный продукт, содержащий широкий спектр биологически активных питательных веществ в сбалансированном соотношении. Достаточная калорийность и хорошая усвояемость обуславливают высокую пищевую ценность данного продукта. Из белкового компонента можно выделить казеин, содержание которого составляет порядка 0,3 %, и сывороточные белки (с концентрацией около 0,36 %), в которые входит ангиогенин (0,5–1,2 мг/г) и лактоферрин (0,08 мг/мл) [1]. Аминокислотный состав белков молочной сыворотки схож с аминокислотным составом мышечной ткани человека. Концентрация незаменимых аминокислот в сывороточных белках (валин, изолейцин, лейцин) выше, чем в других белках растительного и животного происхождения. В молочной сыворотке содержание некоторых витаминов (рибофлавина, пиридоксина, аскорбиновой кислоты) превышает их содержание в цельном молоке (табл. 1), что обусловлено специфическим действием молочнокислых бактерий [1].

По данным Международной молочной ассоциации из 140 млн. т. молочной сыворотки, производимой во всем мире, до 50 % сливается как отходы производства. По экспертной оценке на территории России этот показатель достигает 80 % [2]. Таким образом, на сегодняшний день объемы сливаемой молочной сыворотки эквивалентны потере более 1,5 млн. тонн молока. Это является не только экономически невыгодным, но и несет угрозу окружающей среде, так как ее загрязняющая способность в 100–500 раз больше, чем у бытовых сточных вод. Стоит также отметить, что материальные затраты на утилизацию сливаемой молочной сыворотки на очистных сооружениях России составляют порядка 12–15 млрд. руб. в год.

Таблица 1

Витаминный состав молока и сыворотки

Витамины	Молочная сыворотка	Цельное молоко
Тиамин (В1)	0,37	0,45
Рибофлавин (В2)	2,00	1,50
Пиридоксин (В6)	1,30	0,33
Кобаламин (В12)	2,60	4,00
Аскорбиновая кислота (С)	4,70	1,50
Ретинол (А)	0,04	0,25
Токоферол (Е)	0,29	0,85
Биотин (Н)	0,01	56,00
Холин	662,00	313,00

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что в настоящее время для пищевой промышленности является актуальным вопрос о разработке и внедрении эффективных методов переработки молочной сыворотки [2]. Возможным решением данного вопроса является внедрение эффективных технологий переработки сыворотки, одним из которых является криоконцентрирование. Сущность данного метода состоит в том, что в процессе кристаллизации влаги происходит вытеснение твердой фазой молекул растворенного вещества.

Таким образом, наблюдается увеличение концентрации незамерзшей части раствора. При криоконцентрировании наблюдаются минимальные биохимические изменения, что обуславливает высокое качество получаемых продуктов [3, 4, 5]. Другим достоинством разделительного вымораживания являются относительно низкие энергозатраты. Так, например, по сравнению с выпариванием величина энергетических затрат сокращается в разы, поскольку удельная теплота плавления составляет 340 кДж/кг, в то время как удельная теплота парообразования – 2300 кДж/кг [6]. Помимо этого, поскольку криоконцентрирование протекает при отрицательных температурах, то резко замедляются процессы коррозии, что дает возможность использовать более дешевый конструкционный материал [7, 8].

Таким образом, целью работы является исследование эффективности применения метода криоконцентрирования для молочной сыворотки.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования выступала молочная сыворотка. Для проведения экспериментальных исследований по разделительному вымораживанию использовалась установка, принципиальная схема которой представлена на рис. 1.

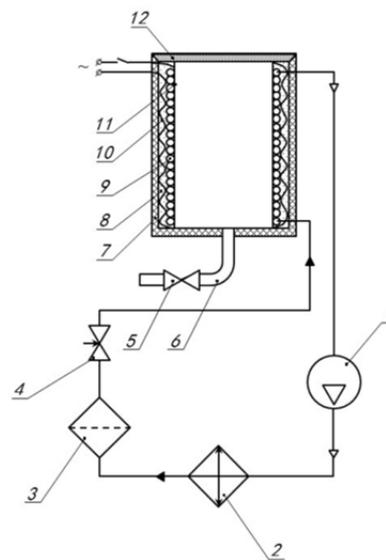


Рис. 1. Принципиальная схема емкостного криоконцентратора: 1 – компрессор, 2 – конденсатор, 3 – фильтр-осушитель, 4 – терморегулирующий вентиль, 5 – вентиль трубопровода слива, 6 – сливной трубопровод, 7 – теплоизоляция, 8 – хладоноситель, 9 – змеевиковый испаритель, 10 – ТЭН, 11 – рабочая емкость, 12 – теплоизоляционная крышка

Концентрируемый продукт заливается в рабочую емкость 11, которая закрывается теплоизоляционной крышкой 12. Для осуществления процесса кристаллизации тепло от продукта отводится за счет работы холодильной машины, состоящей из компрессора 1, конденсатора 2, фильтра-осушителя 3, терморегулирующего вентиля 4 и испарителя 9, обмотанного вокруг рабочей емкости 11. После завершения процесса кристаллизации холодильная машина останавливается, и открывается вентиль 5

для слива незамерзшей части продукта (концентрат) через трубопровод 6. После этого на ТЭНы 10 подается ток и осуществляется плавление льда на стенках цилиндрической емкости. Оттаявший лед также удаляется из емкости через трубопровод 6.

Для автоматического поддержания температуры в охлаждаемом объеме использовался измеритель-регулятор 2ТРМ-1 в наружном исполнении, в качестве датчиков температуры применялись термометры сопротивления ТСМ100М. Принципиальная электрическая схема установки представлена на рис. 2.

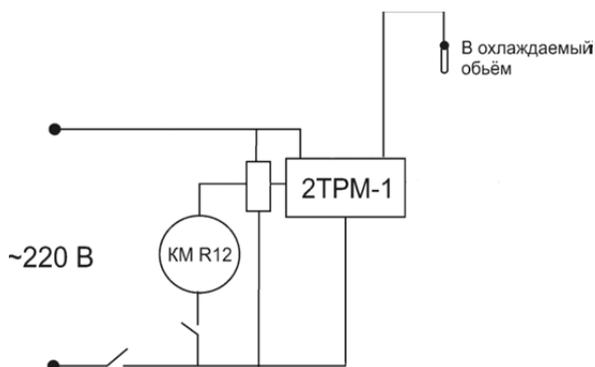


Рис. 2. Электрическая схема криоконцентратора

Для повышения степени концентрирования использовалось трехступенчатое вымораживание. При этом исходили из предположения о том, что на каждой последующей ступени концентрирования необходимо понижать температуру хладоносителя, что вызвано снижением криоскопической температуры концентрата. Продолжительность каждой из ступеней криоконцентрирования составляла 180 мин. В каждом из опытов использовалось одинаковое количество молочной сыворотки «Волжаночка», равное 3 л. На первой ступени температура хладоносителя составляла минус 4 °С, на второй ступени – минус 5,5 °С, на третьей – минус 7 °С. Продолжительность вымораживания на каждый из ступеней составляла 180 мин.

Плотность сыворотки определяли ареометром. Перевод значения плотности, измеряемой в соответствии с ГОСТ 3625-84, в массовую долю сухих веществ молочной сыворотки осуществляли в соответствии с табл. 4 в ГОСТ Р 53438-2009 «Сыворотка молочная. Технические условия». Массовую долю лактозы определяли рефрактометрически с помощью рефрактометра ИРФ-22.

Результаты и их обсуждение

Вначале был проведен физико-химический анализ исходной молочной сыворотки, по результатам которых были определены следующие показатели:

- плотность – 1,032 г/см³;
- показатель преломления – 1,3395;
- массовая доля сухих веществ – 7,25 %;
- массовая доля лактозы – 5,08 %.

По физико-химическим показателям исследуемая сыворотка соответствовала нормам, изложенным в ГОСТ Р 53438-2009.

Далее проводились эксперименты по криоконцентрированию молочной сыворотки. Через каждые 30 минут проводился замер толщины образовавшегося слоя льда. Измерение проводилось в 8 местах, расположенных по всей длине окружности емкости на одинаковом расстоянии. За конечное значение толщины слоя льда принималось среднее арифметическое от данных замеров. На рис. 3 приведены графики изменения толщины слоя льда при первичном, вторичном и третичном концентрировании молочной сыворотки.

Установлена нелинейная зависимость между толщиной слоя льда на теплообменной поверхности и продолжительностью кристаллизации сыворотки. При первичном криоконцентрировании через 180 мин. толщина слоя льда составила 22 мм, что соответствует 1,57 кг вымороженной воды. В случае вторичного и третичного концентрирования толщина образованного льда составила 26 и 28 мм, что эквивалентно 1,81 и 1,92 кг вымороженной воды.

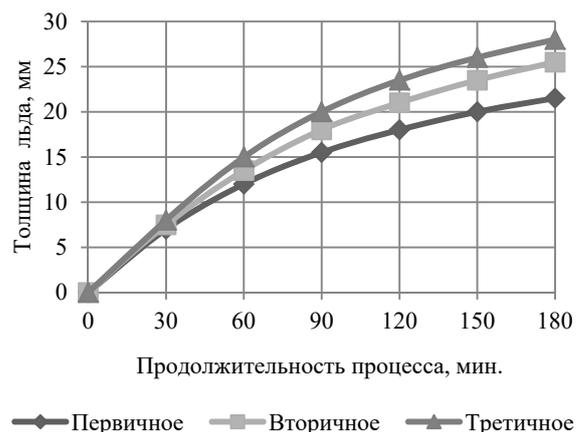


Рис. 3. Графики изменения толщины слоя льда при ступенчатом криоконцентрировании молочной сыворотки

Графики, приведенные на рис. 3, могут быть описаны следующими уравнениями регрессии:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= -0,00053\tau^2 + 0,212\tau + 0,548; R^2 = 995; \\ \delta_2 &= -0,00062\tau^2 + 0,254\tau + 0,167; R^2 = 997; \\ \delta_3 &= -0,00071\tau^2 + 0,281\tau + 0,214; R^2 = 998. \end{aligned} \quad (1)$$

где $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – толщина слоя льда соответственно на 1, 2 и 3 ступени концентрирования, мм.; τ – продолжительность концентрирования, мин.

Используя формулы 1 можно вычислить среднюю скорость изменения толщины слоя льда следующим образом:

$$v = \frac{\delta_i - \delta_{i-1}}{\tau}, \quad (2)$$

где δ_i – толщина слоя льда в i -момент времени, мм; τ – промежуток времени, за который произошло изменение толщины слоя льда от δ_{i-1} до δ_i , час.

Соответствующие графики приведены на рис. 4.

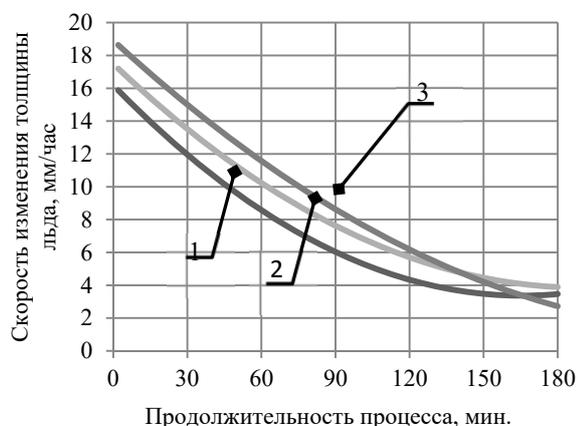


Рис. 4. Графики расчетной скорости изменения толщины слоя льда при первичном (1), вторичном (2) и третичном (3) криоконцентрировании молочной сыворотки

Наибольшая скорость образования льда наблюдается на протяжении первых 30 мин процесса и составляет 12–18 мм/час. Через 180 мин. после начала процесса кристаллизации этот показатель снижается до 3–4 мм/час. Так как на каждой последующей ступени температура хладоносителя снижается, то скорость образования льда повышается. Однако с другой стороны при переходе от ступени к ступени концентрация продукта увеличивается, что обуславливает снижение криоскопической температуры и некоторое замедление процесса кристаллизации.

Далее были определены физико-химические показатели образуемых концентратов и льда. Результаты анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химический состав продуктов криоконцентрирования молочной сыворотки

Продукт	Жир, г/100 г	Белок, г/100 г	Лактоза, г/100 г	Сухие вещества, %
Исходная сыворотка	0,101	0,73	5,08	7,25
1-й кристаллизат	0,097	0,43	2,85	5,8
1-й концентрат	0,123	0,82	5,63	9,75
2-й кристаллизат	0,059	0,6	4,2	6,1
2-й концентрат	0,083	1,31	8,8	12,07
3-й кристаллизат	0,083	0,73	5,08	7,02
3-й концентрат	0,092	1,47	10,37	14,37

После первой ступени разделительного вымораживания концентрация сухих веществ в сыворотке повысилась на 34 %. При этом содержание белка и лактозы повысилось на 12 и 11 % от ис-

ходного содержания. После второй ступени вымораживания концентрация сухих веществ увеличилась еще на 24 %, белка и лактозы – на 60 и 56 %, что значительно выше, чем после концентрирования на первой ступени. После третьей ступени разделительного вымораживания содержание сухих веществ повысилось еще на 19 %. При этом степень концентрирования белка и лактозы ниже, чем на второй ступени, и составляет 12 и 18 % соответственно. Таким образом, трехступенчатое разделительное вымораживание позволяет повысить содержание сухих веществ в 2 раза. Образующийся в данном процессе лед может направляться на повторное концентрирование с целью снижения потерь сухих веществ.

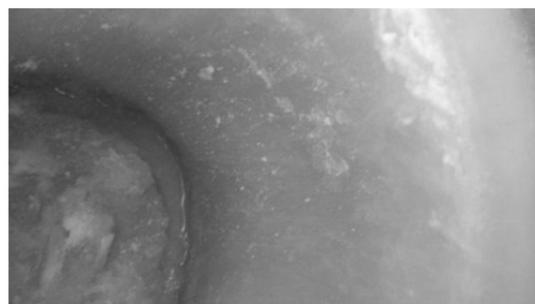
На рис. 5 приведены фотографии структуры образующегося ледяного массива.



а



б



в

Рис. 5. Фотографии структуры льда, образующегося после первой (а), второй (б) и третьей (в) ступени криоконцентрирования молочной сыворотки

После первой ступени концентрирования на внутренней стороне рабочей емкости образуется цилиндрический массив с ровными стенками, на которых наблюдаются частицы свернувшегося белка (белые включения). При вторичном криоконцентрировании сыворотки образующийся лед в начале

имеет плотную консистенцию, но под конец эксперимента замерзла тонкими слоями, которые неплотно смерзались с основной массой. После третьей ступени концентрирования образуется плотный лед с вкраплениями свернувшегося белка, большая концентрация которых наблюдается в верхней части. Также как и на второй ступени под конец процесса вымораживания формируются неплотные слои льда. На рис. 5в можно наблюдать данные слои льда, которые отошли от основной массы в процессе удаления концентрата из рабочей емкости.

Снижение температуры охлаждающей поверхности с одной стороны интенсифицирует процесс кристаллизации, а с другой – снижает эффективность концентрирования вследствие увеличения потерь сухих веществ в образующемся льду. Для оценки данного фактора были проведены расчеты потерь сухих веществ ξ по следующей формуле

$$\xi = \frac{C_l}{C_n} \cdot \frac{m_l}{m_n} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где C_l – содержание сухих веществ во льду, %; C_n – содержание сухих веществ в исходном растворе, %; m_l – масса образованного льда, кг; m_n – исходная масса раствора, кг.

По формуле (3) возможно проводить расчет не только по общему содержанию сухих веществ, но и по содержанию определенного компонента, например белка. Для этого в переменные C и m подставляются соответствующие показатели по данному компоненту.

В табл. 3 приведены результаты расчета потерь

сухих веществ для всех трех ступеней концентрирования.

Таблица 3

Потери сухих веществ при разделительном вымораживании молочной сыворотки, %

Величина потерь:	Номер ступени концентрирования		
	1	2	3
по белку	22,3	27,7	21,1
по лактозе	24,5	32,6	25,2
по сухим веществам	37,7	29,5	27,4

Из представленных данных следует, что на каждой последующей ступени концентрирования снижаются общие потери сухих веществ. При этом по белку и лактозе на первой и третьей ступени концентрирования потери приблизительно одинаковые, а на второй ступени они несколько выше.

Таким образом, были исследованы процессы трехступенчатого криоконцентрирования молочной сыворотки при последовательном снижении температуры охлаждающей поверхности. Приведена структура образующегося льда, исследован физико-химический состав концентрата и кристаллизата, разработаны уравнения регрессии, позволяющие определить толщину слоя льда в зависимости от времени процесса. Установлено, что потери сухих веществ снижаются на каждой последующей ступени вымораживания: на первой, второй и третьей ступени они составляют 37,7; 29,5 и 27,4 % соответственно. Предложенная технология позволяет повысить степень концентрации сухих веществ в 2 раза. При этом образующийся лед может направляться на повторное вымораживание с целью снижения потерь сухих веществ.

Список литературы

1. Храмов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храмов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
2. Молочная сыворотка в России: проблемы переработки и перспективы рынка (<http://www.abercade.ru/>).
3. Федоров, Д.Е. Разработка низкотемпературной технологии выделения гемоглобина из крови убойных животных: дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Федоров Дмитрий Евгеньевич. – Кемерово, 2014. – 136 с.
4. Короткий, И.А. Исследование процессов криоконцентрирования молочной сыворотки / И.А. Короткий, П.А. Гунько, Д.Е. Федоров // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 148–153.
5. Короткий, И.А. Разделительное вымораживание при переработке обезжиренного молока / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, О.М. Мальцева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 10. – С. 115–121.
6. Короткая, Е.В. Эффективность производства искусственного холода в разделительных вымораживающих установках // Е.В. Короткая, М.Г. Курбанова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 43. – № 4. – С. 116–123.
7. Лугинин, М.И. Разработка и исследование струйного криоконцентраатора жидких продуктов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.04.03 / Лугинин Михаил Игоревич. – Краснодар, 2008. – 138 с.
8. Филаткин, В.Н. Разделительные вымораживающие установки / В.Н. Филаткин, В.Т. Плотников. – М.: Агропромиздат, 1987. – 353 с.

References

1. Khramtsov A.G. *Fenomen molochnoy syvorotki* [Whey phenomenon]. St. Petersburg: Professija Publ., 2011. – 804 p.
2. *Molochnaya syvorotka v Rossii: problemy pererabotki i perspektivy rynka* [Whey in Russia: problems and prospects of the market processing]. Available at: <http://www.abercade.ru/>. (accessed December 2016).
3. Fedorov D.E. *Razrabotka nizkotemperaturnoy tekhnologii vydeleniya gemoglobina iz krovi uboynykh zhivotnykh*. Diss. kand. tekhn. nauk [The development of low-temperature technology release of hemoglobin from the blood of slaughtered animals. Cand. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2014. 136 p.
4. Korotkiy I.A., Gun'ko P.A., Fedorov D.E. Issledovanie protsessov kriokontsentrirvaniya molochnoy syvorotki [Investigation of cryo concentrating whey]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2014, no. 1, pp. 148–153.

5. Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Mal'tseva O.M. Razdelitel'noe vymorazhivanie pri pererabotke obezzhirennogo moloka [Separating freezing in the processing of skimmed milk]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2015, no. 10, pp. 115–121.
6. Korotkaya E.V., Kurbanova M.G. Effektivnost' proizvodstva iskusstvennogo kholoda v razdelitel'nykh vymorazhivayushchikh ustanovkakh [The effectiveness of artificial cold production in the separation of freezing plants]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2016, vol. 43, no. 4, pp. 116–123.
7. Luginin M.I. *Razrabotka i issledovanie struyного kriokonsentratora zhidkikh produktov. Diss. kand. tekhn. nauk* [Development and research of cryo jet concentrator liquid products. Cand. eng. sci. diss.]. Krasnodar, 2008. 138 p.
8. Filatkin V.N., Plotnikov V.T. *Razdelitel'nye vymorazhivayushchie ustanovki* [Separating the chiller plant]. Moscow: Agropromizdat Publ., 1987. 353 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Гущин А.А. Анализ процессов криоконцентрирования молочной сыворотки в нескольких последовательных ступенях / А.А. Гущин // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 87–92.

Gushchin A.A. Analysis of whey cryoconcentration at several successive stages. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 87–92 (In Russ.).

Гущин Алексей Алексеевич

аспирант кафедры теплохладотехники, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: GuschinAA@suek.ru

Aleksey A. Gushchin

Postgraduate Student of the Department of Heat Refrigerant Equipment, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: GuschinAA@suek.ru



УДК: 664.8.037.5

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ЯГОД В АППАРАТЕ С ВИБРАЦИОННОЙ ТАРЕЛКОЙ

А.Ф. Сорокопуд, И.Б. Плотников*, Л.В. Плотникова

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

*e-mail: plotnikov-ib@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 20.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. Ягодные культуры наиболее перспективны для Сибирского региона в качестве сырьевой базы для создания продуктов, обогащенных биологически активными веществами. Отмечены недостатки известного способа переработки замороженного плодово-ягодного сырья в поле низкочастотных механических колебаний, показана целесообразность улучшения его технико-экономических характеристик. Экспериментальная установка представляет собой аппарат диаметром 0,146 м с плоским дном, в объеме аппарата установлена плоская тарелка диаметром 0,142 м толщиной 3 мм и перфорированная отверстиями диаметром 2,5...3,5 мм. Тарелка жестко закреплена на штоке, который совершает возвратно-поступательные движения и через кривошипный механизм соединен с валом электродвигателя. Расстояние от тарелки до дна составляло 0,045 м, частота колебаний тарелки 13,3...20 Гц, амплитуда 6, 7 и 8 мм. Аппарат герметично закрывался крышкой, которая устанавливалась на расстоянии 0,02 м от свободной поверхности жидкости. По периферии тарелки установлена отбортовка равномерно вверх и вниз, общей высотой 0,02 м. Содержание сухих водорастворимых веществ измерялось рефрактометрическим методом. В экспериментах использовалась ягода клюквы урожая 2015 года, собранная в Мариинском районе Кемеровской области. Замороженные при минус 18 °С ягоды клюквы по 300 граммов помещались в пространство под и над тарелкой, заливалась вода в количестве 1200 мл, при температуре (18±2) °С, тарелка приводилась в движение, переработка прекращалась при достижении равновесия в системе. В результате обработки данных установлено влияние исследуемых параметров на извлечение сухих водорастворимых веществ: наиболее влиятелен диаметр отверстий, влияние амплитуды колебаний во взаимодействии с другими параметрами присутствует, но менее существенно. Получена экспериментально-статистическая модель, справедливая для исследуемой системы в диапазонах изменения параметров. Выполнена оптимизация параметров с использованием метода Ньютона. Показано, что содержание сухих веществ по сравнению с известным способом возросло в экстракте почти в 2 раза.

Ключевые слова. Клюква, сухие вещества, вибрационная перфорированная тарелка, амплитуда, частота, гидромодуль

IMPROVING THE METHOD OF FROZEN BERRY PROCESSING IN THE DEVICE WITH VIBRATING PLATE

A.F. Sorokopud, I.B. Plotnikov*, L.V. Plotnikova

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

*e-mail: plotnikov-ib@mail.ru

Received: 20.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. Berries are the most promising source of raw materials for the Siberian region to create products enriched with biologically active substances. Noted are drawbacks of the common method of processing of frozen fruit raw material in the field of low-frequency mechanical vibrations. The expediency of improving its technical and economic characteristics is shown. The experimental device is an apparatus with a diameter of 0.146 m and having a flat bottom. A 3 mm thick flat plate with a diameter of 0.142 m and having perforated holes with a diameter of 2.5 ... 3.5 mm is installed in the device. The plate is rigidly fixed on the rod which performs reciprocating motion through a crank mechanism and is connected with the motor shaft. The distance from the plate to the bottom is 0.045 m; the frequency of the plate oscillation is 20 ... 13.3 Hz, and the amplitude of 6, 7 and 8 mm. The device is sealed with a lid which is placed at a distance of 0.02 m from the free surface of the liquid. On the plate periphery a flange is set uniformly upward and downward having the overall height of 0.02 m. The content of dry water-soluble substances is measured with refractometer. Carrying out the experiments we use cranberry collected in 2015 in the Mariinsk district of the Kemerovo region. A 300 gram batch of cranberry frozen at -18°C is placed in a space under and over the plate, 1200 ml of water at the temperature of 18 ± 2°C being poured into the vessel. Then the plate is set in motion. Processing is stopped when equilibrium in the system is reached. Basing on the obtained data the influence of the studied parameters on the extraction of dry water-soluble substances has been established: the diameter of the holes is the most influential parameter while the amplitude of oscillations is less influential but interacting with other parameters it does influence the process. Experimentally-statistical model valid for the studied system in the range of parameter changes has been obtained. The optimization of parameters using Newton's method has been fulfilled. It has been shown that in this case the content of dry substances in the extract increases by almost 2 times in comparison with the known method.

Keywords. Cranberry, dry substances, vibrating perforated plate, amplitude, frequency, water duty

Введение

Создание продуктов, обогащенных биологически активными веществами, – важная задача в решении проблемы здорового питания. Для Сибирского региона ягодные культуры особенно перспективны: стабильные урожаи, быстрое плодоношение, богатый химический состав, хорошая сохранность ягодников в зимних условиях и др. Использование местного растительного сырья для обогащения продуктов питания массового потребления – перспективно. Ягодные культуры Сибири содержат большой комплекс витаминов, биологически активных веществ, микроэлементов [1, 2, 3, 8].

Существующие способы переработки и последующего использования растительного сырья базируются на извлечении целевых компонентов, их дальнейшем переводе в нейтральный растворитель и последующем внесении в продукты. Экстрагирование твердого растительного сырья для получения экстрактов, концентратов, сиропов наиболее часто используется для извлечения полезных веществ. Переработка ягодного сырья ввиду несложной технологии, достаточной сырьевой базы, невысоких капитальных затрат является перспективной сферой деятельности для создания малотоннажных производств.

Короткий срок сбора ягодного сырья, его большие объемы предопределяют условия консервирования для дальнейшей переработки в течение года. Замораживание ягод и дальнейшее их хранение в замороженном состоянии – наиболее распространенный, простой и дешевый способ консервирования [4].

Недостатки традиционного способа переработки замороженного плодово-ягодного сырья отмечены в [5] и др. работах. Совершенствование технологии и аппаратного оформления производства экстрактов из замороженного ягодного сырья представляется актуальной научно-технической проблемой. Осуществление в одной единице оборудования нескольких технологических операций в условиях наложения на обрабатываемую систему поля низкочастотных механических колебаний позволяет существенно сократить время переработки, снизить энергозатраты, уменьшить число единиц оборудования и др. [1, 5].

Однако, способ [5] имеет и недостатки: невысокая производительность, недостаточное содержание сухих водорастворимых веществ (СВВ) в экстракте, невысокий коэффициент полезного использования рабочего объема аппарата. Таким образом, совершенствование способа переработки замороженного ягодного сырья с целью повышения технико-экономических характеристик и создания многофункционального аппарата является актуальной проблемой.

В работе рассматривается запатентованный способ [5] получения водных экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья в поле низкочастотных механических колебаний, создаваемых перфорированной вибрационной тарелкой, и пути совершенствования способа и его аппаратного оформления.

Целью работы является модернизация запатентованного способа [5] путем увеличения производительности аппарата; обоснование предложенного решения.

Объекты и методы исследования

Ягоды клюквы широко распространены в северных болотистых районах Сибири. Химический состав отличается разнообразием витаминов, минералов и многих биологически активных веществ [1, 6]. Ягоды клюквы издавна применяются в народной медицине. Одним из способов переработки клюквы является производство клюквенного экстракта. Клюква дает устойчивые урожаи, она использовалась в качестве объекта исследования в [5]. В экспериментах использовалась ягода клюквы урожая 2015 года, собранная в Мариинском районе Кемеровской области.

Способ [5] осуществляется следующим образом. Взвешивается замороженная при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ягода клюквы и помещается в рабочий объем аппарата диаметром 0,146 м. Туда же заливается вода температурой $(18\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ в соотношении $t/j=0,67$, где t – масса твердой фазы (замороженных ягод); j – масса жидкой фазы (вода). Затем устанавливается перфорированная тарелка диаметром 0,97 Да (Да – диаметр аппарата). Толщина тарелки 3 мм, доля свободного сечения 16,5 %, образованное отверстиями диаметром 5 мм. Расстояние от дна аппарата до тарелки 45 мм, общая высота слоя образованной системы ($t+j$) составляет 102 мм. После этого с помощью электродвигателя перфорированная тарелка приводится в возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости с частотой 10 Гц и амплитудой 7 мм.

Перфорированная тарелка по периферии снабжена кольцом (отбортовкой), направленным в сторону дна. Высота отбортовки составляет 10 мм.

Таким образом, вся твердая фаза размещается под тарелкой. Высота слоя жидкости в аппарате составляет 102 мм, в том числе над тарелкой 54 мм.

Совершая возвратно-поступательные движения в вертикальной плоскости, тарелка во всем объеме жидкости создает поле низкочастотных механических колебаний. Наиболее эффективно это поле в объеме под тарелкой, где рабочий объем ограничен корпусом аппарата и дном, здесь и обрабатывается ягода. Отдельные ее фрагменты через зазор между тарелкой и корпусом, а также через отверстия попадают в пространство над тарелкой. Поле низкочастотных механических колебаний создается и над тарелкой в объеме жидкости. Однако этот объем ограничен только корпусом, поскольку крышка находится достаточно высоко и жидкость ее не касается. В объеме жидкости над тарелкой вибрационное поле малоэффективно.

Для увеличения производительности аппарата, а также содержания СВВ в экстракте, способ, описанный в [5], предлагается модернизировать. Модернизация заключается в следующем: предлагается загружать твердую фазу (ягоды клюквы) как под тарельчатое пространство, так и над тарелкой, при этом между свободной поверхностью жидкости и

крышкой остается свободное пространство высотой 0,02 м. Это позволяет обрабатываемой системе свободно перемещаться внутри аппарата. Кроме того, необходимо снабдить тарелку отбортовкой, направленной не только вниз, но и вверх, что позволит интенсифицировать процессы размораживания, разрушения и экстрагирования при движении тарелки как вниз, так и вверх. Таким образом, над тарелкой создается вторая рабочая зона, что позволит увеличить коэффициент полезного использования рабочего объема аппарата. Для оценки предложенной модернизации проведен ряд экспериментов.

Экспериментальная установка – аппарат с перфорированной вибрационной тарелкой [1, 5]. Все элементы установки, соприкасающиеся с твердой и жидкой фазами, выполнены из нержавеющей марки стали. В корпусе аппарата диаметром 0,146 м размещена плоская тарелка диаметром 0,142 м толщиной 0,003 м, перфорированная отверстиями диаметром 0,0025–0,0035 м. При этом доля живого сечения тарелки оставалась постоянной – 16,5 %. Аппарат имеет плоское дно, параллельное плоскости тарелки. Тарелка имеет возможность совершать возвратно-поступательные движения в вертикальной плоскости с частотой $n=13,3–20$ Гц. Она жестко закреплена на штоке, который через кривошипно-шатунный механизм приводится в возвратно-поступательное движение от электродвигателя постоянного тока, включенного в бытовую электросеть через диодный мост и ЛАТР. Амплитуда колебаний тарелки изменялась с помощью сменных планшайб на валу электродвигателя и принимала значения $A=6, 7$ и 8 мм. Тарелка по периферии снабжена отбортовкой, равномерно распределенной вверх и вниз общей высотой 20 мм. Расстояние от перфорированной тарелки до дна аппарата составляло 0,045 м. Шток помещен в подшипник скольжения, размещенный на крышке за пределами аппарата. Аппарат имеет герметичную крышку, которая устанавливалась на расстоянии 0,02 м от свободной поверхности жидкости. Диапазоны изменения параметров приняты на основании литературных данных и результатов предварительных исследований.

Содержание СВВ в экстракте определялось рефрактометрическим методом [7] с использованием прибора ИРФ-454БМ. Частота вращения вала электродвигателя замерялась с помощью тахометра ТЧ-10Р, классом точности 1. Температура жидкой фазы измерялась ртутным термометром ТЛ-4 с ценой деления 0,2 °С.

Эксперименты выполнялись в 2–3-кратном повторении, результаты, отличающиеся более чем на 5 % от средних, отбраковывались. Для анализа приняты средние арифметические значения СВВ.

Замороженные при -18 °С ягоды клюквы навешивались двумя порциями по 300 граммов, одна порция помещалась под тарелку, а вторая – в пространство над тарелкой. В аппарат заливалась питьевая вода с температурой (18 ± 2) °С в количестве 1200 мл. Гидромодуль во всех экспериментах оставался постоянным и составлял $j=(\tau/ж)=600/1200=0,5$. После этого вклю-

чался электродвигатель привода и устанавливались заданные параметры вибрации (A и n).

Процесс переработки замороженных ягод в поле низкочастотных механических колебаний завершается по достижению постоянных значений СВВ в водном растворе. Далее аппарат опорожнялся, вынималась перфорированная тарелка, и суспензия разделялась на экстракт и шрот на ситах, а затем на вакуум-фильтровальной установке.

Результаты и их обсуждение

Данные на рис. 1–3 показывают, что для достижения равновесной концентрации СВВ (C , % масс.) в исследуемой системе достаточно 20 мин. Данные, обобщенные линией 4 (рис. 1), получены при переработке замороженных ягод клюквы той же партии, но по [5] при $d=0,0025$ м, $n=13,3$ Гц, $A=0,07$ м $j=0,5$. Увеличение массы ягод в 2 раза по сравнению с [5] предопределяет увеличение концентрации СВВ в готовом экстракте (линии 1, 2, 3 рис.1).

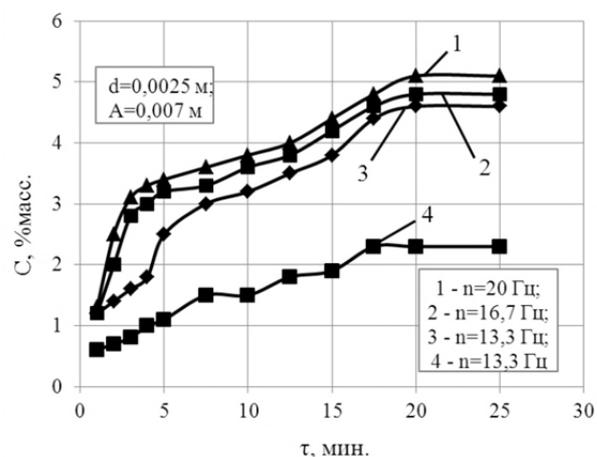


Рис. 1. Зависимость выхода СВВ от времени при варьировании частоты колебаний тарелки

Характер зависимости выхода СВВ от времени идентичен для линий 4 и 1, 2, 3. Имеет место три периода: первый – до пятой минуты (линии 1–3) и до 7,5 мин (линия 4), второй период – для линий 1–3 с 5 по 20 минуты и с 7,5 до 17,5 минут (линия 4), третий период соответственно с 20 минуты и далее и с 17,5 минуты и далее. При переработке замороженных ягод клюквы в исследуемом аппарате происходят процессы: размораживания и выход сока в растворитель (первый период); дробления твердой фазы и начало экстрагирования (второй период); достижения равновесия в системе при данных условиях переработки (третий период). Увеличение времени достижения равновесия с 17,5 до 20 минут можно объяснить увеличением массы перерабатываемых ягод. Конечная температура экстракта при этом составила: для линии 4 – 7 °С, для линии 1–3 – 4–5 °С. При разделении остатков твердой фазы после переработки в аппарате на наборе сит существенных различий в размерах частиц не выявлено. Неразрушенных ягод не было. Как при реализации [5], так и при предложенной модернизации остаток на ситах после высушивания был достаточно близок по массе, что свидетельствует о воз-

возможности совмещения в данном аппарате процессов размораживания, диспергирования и экстрагирования при увеличении в два раза нагрузки по твердой фазе.

Скорость перехода СВВ из твердой фазы в жидкую для линии 4 (рис. 1) существенно ниже, несмотря на близкие параметры (линия 3). Это можно объяснить меньшим количеством перерабатываемой твердой фазы. Из данных рис. 1 следует, что в процессе размораживания ягод (первый период) в экстрагент переходит 50–60 % СВВ в виде сока (линии 1–4). Второй период более длительный, поскольку происходит разрушение твердых тканей ягод и экстрагирование СВВ. При этом и выделяются оставшиеся СВВ, до наступления равновесной концентрации в системе.

Характер линии 1–3 на рис. 1–3 во многом идентичен и определяется условиями экспериментов. Из данных следует, что увеличение n , A увеличивает выход СВВ, и с увеличением d он снижается. Сопоставляя данные на рис. 1–3 можно утверждать, что амплитуда колебаний оказывает наибольшее влияние на выход СВВ. В меньшей степени влияет частота колебаний (рис. 1).

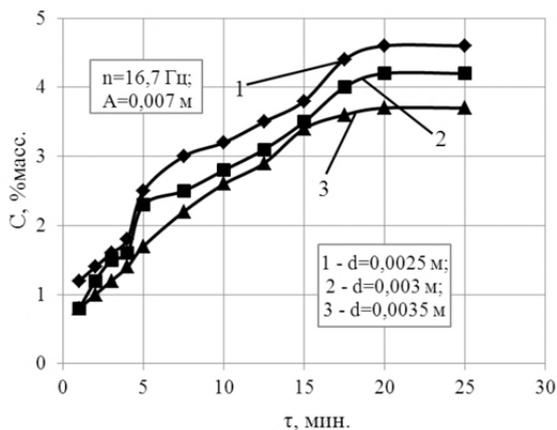


Рис. 2. Зависимость выхода СВВ от времени при варьировании диаметров отверстий в тарелке

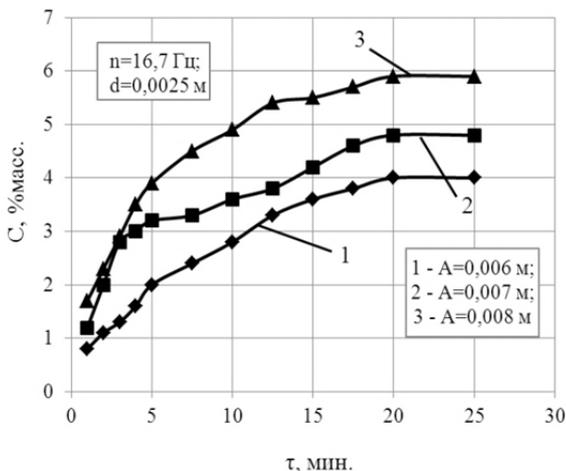


Рис. 3. Зависимость выхода СВВ от времени при варьировании амплитуды колебаний тарелки

Весь массив полученных экспериментальных данных был обработан на ЭВМ с использованием стандартных пакетов программ, что и позволило получить экспериментально-статистическую модель справедливую для исследуемой системы в диапазонах изменения параметров: $d=0,0025-0,0035$ м; $n=13,3-20$ Гц; $A=0,006-0,008$ м; $j=0,5$.

$$C = 1,724 + 0,187 \times d^2 + 0,034 \times n^2 + 0,005 \times A^2 - 0,0014 \times d \times n \times A - 0,115 \times d \times n - 0,023 \times d \times A - 0,005 \times A \times n \quad (1)$$

Полученное выражение (1) имеет коэффициент множественной регрессии $R=0,98$ и показывает достаточно сложное влияние исследуемых параметров на выход СВВ. Наиболее влиятельным фактором является амплитуда (рис. 3), она существенно влияет на выход СВВ как сама по себе, так и в межфакторном взаимодействии, диаметр отверстий оказывает влияние как индивидуальный фактор, но и входит в состав межфакторных взаимодействий. Частота колебаний тарелки влияет как самостоятельно, так и в межфакторном взаимодействии (рис. 1–3).

Сложность выражения (1) объясняется сложной гидродинамической обстановкой во всем рабочем объеме аппарата. Выражение (1) описывает весь диапазон изменения параметров, где имеют место два основных периода различной зависимости выхода СВВ от времени. А также в аппарате создана вторая рабочая зона – над тарелкой. Влияние исследуемых параметров на выход СВВ в обеих зонах различно, несмотря на то, что в обеих зонах создается поле низкочастотных механических колебаний. Рабочая зона под тарелкой ограничена не только корпусом, но и дном аппарата, поэтому исследуемые параметры (A , d , n) здесь оказывают большее влияние на эффективность извлечения СВВ. Рабочая зона над тарелкой заканчивается в вертикальной плоскости свободным пространством высотой 0,02 м от свободной поверхности жидкости до герметичной крышки. В верхней зоне влияние параметров (A , d , n) на извлечение СВВ меньше. Однако это свободное пространство необходимо для обеспечения свободной циркуляции перерабатываемой системы.

Созданные рабочие зоны различаются по характеру воздействия поля низкочастотных механических колебаний. Под тарелкой объем ограничен стенками корпуса и дном, объем замкнут. На обрабатываемую систему воздействуют образуемые тарелкой струи, а также параметры вибрации (A , n). Тарелка создает наибольшее воздействие на систему именно в замкнутом объеме – интенсивное перемешивание за счет изменения движения на противоположное и т.п. Под тарелкой возможно и механическое воздействие тарелки на элементы твердой фазы. Над тарелкой поле низкочастотных механических колебаний создается в незамкнутом объеме. Этот объем ограничен лишь стенкой аппарата, а крышка находится на расстоянии 0,02 м от свободной поверхности жидкости. Воздействие

параметров (A, n, d) здесь меньше. Однако твердая фаза подвергается постоянному механическому воздействию от вибрирующей тарелки.

Наличие твердой фазы как под перфорированной тарелкой, так и над ней усложняет влияние исследованных параметров на эффективность выхода СВВ, кроме того, наличие двухсторонней отбортовки по периферии тарелки затрудняет условия циркуляции растворителя в объеме аппарата. Однако повышение концентрации СВВ в экстракте позволит в дальнейшем снизить энергозатраты при концентрировании экстрактов.

Параметры A и n являются определяющими при создании поля низкочастотных механических колебаний и установлении необходимой эффективности процесса переработки замороженных ягод клюквы. Диаметр отверстий перфорированной тарелки определяет интенсивность движения потоков жидкой фазы в рабочем объеме аппарата, чем меньше d, при одинаковой доле живого сечения, тем выше скорость струй жидкости и интенсивнее перемешивание в системе. Дальнейшее уменьшение d нецелесообразно, поскольку отверстия диаметром менее 0,0025 м забиваются косточками ягод и фрагментами твердой фазы. Живое сечение тарелки при этом снижается, и ухудшается равномерность перемешивания.

Оптимизация параметров осуществлялась с использованием метода Ньютона в системе Microsoft Excel, результаты приведены в табл. 1.

Из приведенных в табл. 1 данных следует, что оптимальные параметры работы аппарата соответствуют результатам, представленным на рис. 1–3. Проведение контрольного эксперимента при установленных оптимальных параметрах позволило

получить выход СВВ 5,8 %. Это достаточно корректно согласуется с расчетным оптимальным значением.

Таблица 1
Оптимальные параметры процесса

d, м	n, Гц	A, м	C, % масс.	
			теория	практика
0,0025	14	0,008	5,99	5,8

Выводы

Предложенное техническое решение позволяет интенсифицировать процесс переработки замороженных ягод клюквы в аппарате с вибрационной тарелкой, повысить производительность, содержание СВВ в готовом экстракте, коэффициент полезного использования рабочего объема аппарата.

Увеличение нагрузки аппарата по твердой фазе в два раза не снижает эффективность осуществляемых процессов размораживания, диспергирования и экстрагирования, аппарат пригоден для осуществления нескольких технологических процессов.

Установлено влияние основных параметров на процесс переработки замороженных ягод клюквы в аппарате с вибрационной тарелкой при загрузке ягод в равных долях, как под тарелкой, так и над ней. Определены оптимальные параметры процесса.

Результаты выполненных исследований показывают, что предложенная модернизация способа переработки замороженных ягод целесообразна для дальнейшей разработки.

Список литературы

1. Сорокопуд, А.Ф. Плодово-ягодные экстракты Западной Сибири: теоретические и практические аспекты: монография / А.Ф. Сорокопуд, П.П. Иванов. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2014. – 136 с.
2. Ed. By Rechange, M. Nutrient fortification of dairy products: CRC Handbook of nutritional supplements / M. Ed. By Rechange // Florida, USA. – 1983. – P. 515–519.
3. Mann, E. I. Dairy spreads / E. I. Mann // Dairy Industries International. – 1988. – № 12. – P. 17–18.
4. Короткий, И.А. Сибирская ягода. Физико-химические основы технологии низкотемпературного консервирования. Монография / И.А. Короткий. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2007. – 146 с.
5. Пат. 2341979 Российская Федерация. МЛК А 231, 1/212. Способ получения экстрактов / А.Ф. Сорокопуд, М.В. Суменков, заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2007116408 / 11., заявл. 02.05.2007, опубл. 27.12.2009, бюл. № 36.
6. Лекарственные растения: справочное пособие / Н.К. Гренкевич [и др.]. – М.: Высш. Шк., 1991. – 398 с.
7. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. – Введ. 1991-07-01. – М.: Стандартинформ, 1990. – 12 с.
8. Antioxidant activities and bioactive components in some berries / J. Namiesnik, M. Kupska, K. Veerasilp, K.S. Ham, S.G. Kang, Y.K. Park, D. Barasch, A. Nemirovski, S. Gorinstein // European food research and technology. – 2013. – № 5. – P. 819–829.

References

1. Sorokopud A.F., Ivanov P.P. *Plodovo-yagodnye ekstrakty Zapadnoy Sibiri: teoreticheskie i prakticheskie aspekty* [Fruit and berry extracts in Western Siberia: Theoretical and Practical Aspects]. Kemerovo: KemIFST Publ., 2014. 136 p.
2. Rechcigl M.Jr. (ed.) *CRC Handbook of nutritional supplements*. CRC Press, Boca Raton, FL. 1983. pp. 515–519.
3. Mann E.I. Dairy spreads. *Dairy Industries International*, 1988, no. 12, pp. 17–18.
4. Korotkiy I.A. *Sibirskaya yagoda. Fiziko-khimicheskie osnovy tekhnologii nizkotemperaturnogo konservirovaniya* [Siberian berry. Physical and chemical bases of technology of low-temperature preservation]. Kemerovo: KemIFST Publ., 2007. 146 p.
5. Sorokopud A.F., Sumenkov M.V. *Sposob polucheniya ekstraktov* [A method of producing extracts] Patent RF, no. 2341979, 2009.
6. Grenkevich N.K. et al. *Lekarstvennye rasteniya* [Medicinal Plant]. Moscow: Vysshaya shkola Publ., 1991. 398 p.

7. GOST 28562-90. *Produkty pererabotki plodov i ovoshchey. Refraktometricheskij metod opredeleniya rastvorimykh sukhikh veshchestv* [Products of fruits and vegetables. Refractometric method for the determination of soluble solids]. Moscow: Standartinform Publ., 1990. 12 p.

8. Namiesnik J., Kupska M., Vearasilp K., Ham K.S., Kang S.G., Park Y.K., Barasch D., Nemirovski A., Gorinstein S. Antioxidant activities and bioactive components in some berries. *European food research and technology*, 2013, no. 5, pp. 819–829.

Дополнительная информация / Additional Information

Сорокопуд, А.Ф. Совершенствование способа переработки замороженных ягод в аппарате с вибрационной тарелкой / А.Ф. Сорокопуд, И.Б. Плотников, Л.В. Плотникова // *Техника и технология пищевых производств*. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 93–98.

Sorokopud A.F., Plotnikov I.B., Plotnikova L.V Improving the method of frozen berry processing in the device with vibrating plate. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 93–98 (In Russ.).

Сорокопуд Александр Филиппович

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры машины и аппараты пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: mapp@kemtipp.ru

Плотников Игорь Борисович

канд. техн. наук, доцент кафедры машины и аппараты пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: mapp@kemtipp.ru

Плотникова Любовь Васильевна

аспирант кафедры машины и аппараты пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

Aleksandr F. Sorokopud

Dr.Sci.(Eng.), Professor, 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) 39-68-57, e-mail: mapp@kemtipp.ru

Igor' B. Plotnikov

Cand. Sci.(Eng.), Associate 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) 39-68-57, e-mail: mapp@kemtipp.ru

Lyubov' V. Plotnikova

Postgraduate Student of the Department of machines and equipment for food production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia



УДК 664.61

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВАКУУМНОЙ ТЕСТОМЕСИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Д.Г. Старшов*, В.М. Седелкин, Г.И. Старшов

Энгельсский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.»,
413100, Россия, Саратовская область, г.Энгельс, пл. Свободы 17

*e-mail: starchov49@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 30.03.2017

Дата принятия в печать: 29.05.2017

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы приготовления вафельного теста, основные характеристики и методы оценки его качества. Предложен способ и конструкция тестомесильной машины (тестосмесителя) для приготовления вафельного теста в вакуумированной среде, на которые получен патент. Показано, что наличие вакуума обеспечивает создание перепада давления для транспортирования компонентов теста из одной емкости в другую, а также интенсифицирует замес теста и снижает удельные энергозатраты. Проведены экспериментальные исследования процесса замеса теста, позволившие определить рациональные значения технологических параметров: времени замеса, величины перепада давления в емкости тестосмесителя, реологических показателей вафельного теста. Установлено, что за счет выбора рационального времени замеса теста возможно регулирование степени его аэрации и улучшение качества выпекаемых вафельных листов. Время замеса теста, необходимое для достижения однородности его структуры и готовности к его использованию для выпечки вафельных листов, определялось на основе анализа его морфологии и минимальных значений динамической вязкости. Эксперименты показали, что полный цикл замеса теста (с учетом времени загрузки исходных компонентов и разгрузки готового теста) составляет 80 секунд. В течение часа на предлагаемом тестосмесителе можно провести 44 полных цикла замеса вафельного теста, при этом его производительность составит 330 кг/ч. Показано, что использование предлагаемого тестосмесителя позволяет снизить удельные энергозатраты на приготовление вафельного теста в 1,5 раза по сравнению с серийными образцами турбомиксеров.

Ключевые слова. Тесто, вязкость, тестосмеситель, аэрация, время, вакуум, энергозатраты

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A VACUUM DOUGH MIXER

D.G. Starshov*, V.M. Sedelkin, G.I. Starshov

Engels Technological Institute (branch)
Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,
17, Svoboda Sq., Engels, 413100, Russia

*e-mail: starchov49@rambler.ru

Received: 30.03.2017

Accepted: 29.05.2017

Abstract. The paper deals with the preparation of the wafer dough, the main characteristics and methods for evaluating its quality. The design of the dough mixer to prepare the wafer dough in a vacuum medium has been proposed. The presence of vacuum provides a differential pressure for transporting the dough ingredients from one container to another and intensifies the kneading of the dough, reduces the dough kneading time and the specific energy consumption. The experiments carried out on the experimental setup made it possible to determine the optimum technological parameters of the wafer dough kneading process: the kneading time, the pressure drop in the dough mixer and the rheological parameters of the wafer dough. It has been established that the selection of the rational time of the dough kneading makes it possible to regulate the degree of its aeration and to improve the quality of the baked wafer sheets. The kneading time required for achieving the degree of homogeneity of its structure and readiness for its use for baking waffle sheets has been determined on the basis of the analysis of its morphology and minimum values of dynamic viscosity. The experiments have shown that the full cycle of kneading the dough (taking into account the time for loading of the original components and that for unloading of the finished dough) is 80 seconds. During an hour the proposed dough mixer can carry out 44 complete kneading cycles of the wafer dough, its productivity being 330 kg/h. It is shown that the use of the proposed dough mixer makes it possible to reduce the specific energy consumption for the preparation of the wafer dough by 1.5 times as compared to the serial samples of turbo-mixers.

Keywords. Wafer dough, viscosity, dough mixer, aeration, ingredients, vacuum, energy consumption

Введение

В настоящее время вафли являются одними из немногих отечественных продуктов, которые в большом объеме предлагаются российскими производителями и являются конкурентными на миро-

вом рынке. Спрос на них достаточно высок и стабилен [1].

В производстве мучных кондитерских изделий, в том числе и в технологическом процессе производства вафель, приготовление теста является од-

ним из основных технологических процессов, в ходе которого происходит упорядоченное распределение исходных компонент внутри готовой смеси. Структура и свойства теста в значительной мере предопределяют качество готовой продукции.

Вафельное тесто – это слабоструктурированная дисперсная система, в которой дисперсной фазой являются частицы муки, жира, пузырьки воздуха, а дисперсионной средой является вода. Это тесто является нестабильной системой и может легко терять свою однородность [2].

Совершенствование технологии и снижение удельных энергозатрат на производство вафельного теста является приоритетной научной и практической задачей.

Основой для производства вафельной продукции является полуфабрикат – вафельный лист, который выпекается из вафельного теста. Консистенция вафельного теста должна быть таковой, чтобы оно представляло из себя текучую смесь, обладающую сравнительно низкой вязкостью и влажностью до 65 %. Жидкое тесто должно легко и полностью заполнять все углубления вафельной формы. Это дает возможность получать тонкие вафельные листы – основной полуфабрикат вафельного производства.

Таким образом, в основе производства вафельных изделий лежит получение однородного агрегативно устойчивого текучего теста с низкой вязкостью и заданной влажностью [3].

Особое значение для вафельного теста имеет его влажность. Необходимо, чтобы в момент соприкосновения муки с водой вокруг каждой частицы муки образовалась гидратная оболочка, которая противодействует слипанию набухших частиц муки в комки.

Снижение влажности теста ведет к значительному увеличению его вязкости и, как следствие, затрудняет дозирование и заполнение вафельных форм. В свою очередь, увеличение влажности теста снижает производительность печи и увеличивает количества оттеков вафельных листов. Это приводит к получению неравномерно пропеченных листов, повышению их прочности и ухудшению качества готовых изделий [4].

Таким образом, для получения качественного вафельного теста необходимо, чтобы оно представляло из себя слабоструктурированную агрегативно устойчивую дисперсную систему с заданными показателями влажности и вязкости.

Целью работы являлось повышение качества получаемого вафельного теста, снижение времени замеса и удельных энергозатрат за счет вакуумирования системы и регулирования содержания воздуха в смеси.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований выступали:

- тестосмеситель;
- вафельное тесто.

В работе применяли методы, позволяющие охарактеризовать технологические, структурно-механические свойства исследуемых объектов.

Динамическую вязкость вафельного теста определяли при помощи вискозиметра ротационного типа «Реотест-2» производства фирмы «Прюфгертеверке», ГДР. При проведении измерения снимали показатели со шкалы прибора и рассчитывали касательное напряжение и динамическую вязкость по формулам (1), (2) [5].

$$\tau = 0,1 * a * Z, \text{ Па}, \quad (1)$$

$$\mu = \tau * 100 / \gamma, \text{ Па} * \text{с}, \quad (2)$$

где γ – градиент скорости, с^{-1} ; τ – касательное напряжение, Па, Z – постоянная измерительного устройства, Па/дел. шкалы; a – показания прибора, дел. шкалы; μ – динамическая (эффективная) вязкость, Па*с. В данном исследовании использовали внутренний цилиндр R_1 , для которого $Z_1=5,73$, $Z_2=53,6$. Измерения производили при температуре 25 °С. Погрешность прибора составляет $\pm 3\%$.

Для интенсификации перемешивания вязкопластичных масс применяются турбинные мешалки [6]. На рис. 1 представлена схема разработанной конструкции тестосмесителя – вакуумной тестомесильной машины для приготовления вязкопластичных масс [7].

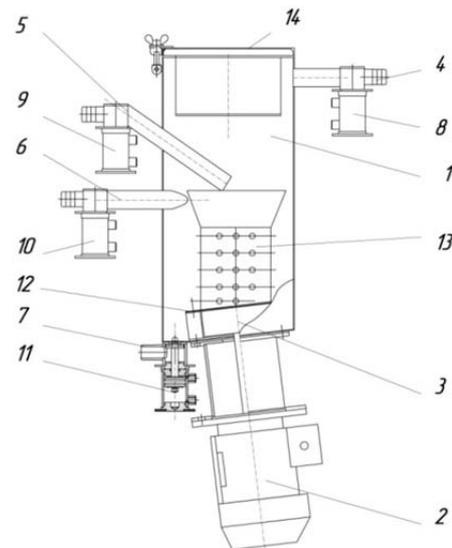


Рис. 1. Схема тестосмесителя

для приготовления вязко-пластичных масс:

- 1 – цилиндрическая емкость; 2 – электродвигатель;
- 3 – ротор турбины; 4 – патрубок для откачки воздуха;
- 5 – патрубок для подачи смеси сыпучих компонентов;
- 6 – патрубок для подачи суспензии; 7 – патрубок для выхода теста; 8, 9, 10, 11 – электромагнитные клапана;
- 12 – статор турбины; 13 – перфорированный цилиндр;
- 14 – крышка

Конструкция тестосмесителя содержит цилиндрическую емкость 1. При этом дно емкости выполнено под углом относительно вертикальной оси, величина которого больше угла трения получаемой смеси. Привод вращения ротора тестосмесителя, состоящий из электродвигателя 2, на валу которого находится ротор 3, установлен на наклонной части

днища цилиндрической емкости 1. Внутри емкости на днище вокруг ротора 3 закреплен неподвижный статор 12. Над статором 12 расположена внутренняя перфорированная цилиндрическая емкость 13 с диффузором, установленная с зазором относительно внутренней поверхности цилиндрической емкости 1. На разной высоте цилиндрической емкости смесителя размещены три патрубка на образующей цилиндра. Патрубок 4 для откачки воздуха и создания вакуума в цилиндрической емкости 1 установлен в верхней ее части. Наклонный патрубок 5, предназначенный для подачи смеси сыпучих компонентов, установлен над диффузором перфорированного цилиндра 13. Патрубок 6 для подачи жидких компонентов расположен ниже диффузора, а патрубок 7, служащий для вывода готовой продукции, установлен на горизонтальной части днища емкости. Автоматические клапаны 8, 9, 10, 11, соответственно установленные на патрубках, управляются блоком управления. Сверху на емкости смесителя установлена крышка 14, обеспечивающая герметичность цилиндрической емкости.

Предлагаемый способ смешения вязкопластичных и сыпучих масс осуществляется следующим образом: включается электромагнитный клапан 8, через патрубок 4 производится откачка воздуха и создается вакуум в цилиндрической емкости 1, включается электродвигатель 2 ротора 3, включается электромагнитный клапан 10, через патрубок 6 производится подача эмульсии, затем включается электромагнитный клапан 9, через патрубок 5 производится подача сыпучей рецептурной смеси в цилиндрическую емкость 1 за счет перепада давления между цилиндрической емкостью 1 и емкостями с эмульсией и сыпучей рецептурной смеси. Затем выключаются электромагнитные клапаны 9, 10.

Смешение происходит в вакуумируемой цилиндрической емкости. Наличие вакуума обеспечивает снижение аэрации смешиваемых масс. Сыпучие массы в смеси с воздухом, попадая в разреженное пространство, мгновенно распыляются на отдельные частицы и под действием сил тяжести опускаются в быстро движущиеся вязкопластичные массы, которые перемещаются в горизонтальной и вертикальной плоскостях под действием центробежных сил, возникающих при вращении ротора. Вязкопластичные массы опускаются по внутреннему перфорированному цилиндру к ротору, имеющему подвижные лопатки в форме спирали, которыми при вращении под действием центробежных сил вязкопластичные массы отбрасываются через отверстия статора к стенкам цилиндрической емкости. Затем они поднимаются вверх по каналу, образованному поверхностями внутреннего перфорированного цилиндра и цилиндрической емкостью. При этом вязкопластичные массы, проходя через отверстия перфорированного цилиндра, вновь опускаются к ротору, захватывая частицы сыпучих масс. Таким образом происходит быстрое смешивание и образование однородной массы с минимальной затратой энергии. Кроме того, смешивание происходит с минимальным коли-

чеством кислорода, что существенно снижает окисление перемешиваемых масс, снижает вязкость и повышает качество готовой смеси.

Затем выключается электромагнитный клапан 8, включается электромагнитный клапан 11, и через патрубок 7 готовая смесь перекачивается в буферную емкость.

Для исследования процесса замеса вафельного теста в предложенной конструкции тестосмесителя была создана экспериментальная установка, схема которой приведена на рис. 2.

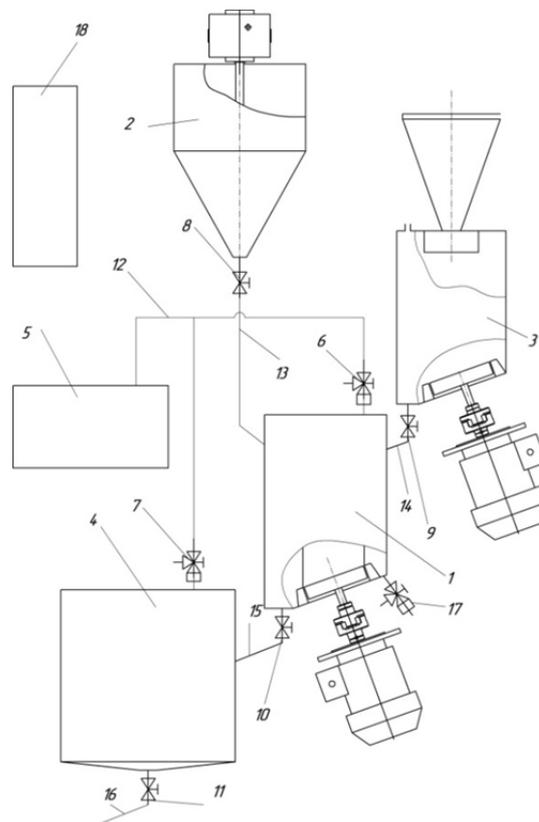


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для замеса вафельного теста:

- 1 – тестосмеситель; 2 – смеситель сыпучих компонентов;
- 3 – эмульсатор; 4 – емкость для готового теста;
- 5 – вакуум-насос; 6, 7, 8, 9, 10, 11 – электромагнитные клапаны;
- 12 – вакуумная линия; 13, 14, 15, 16 – продуктопроводы; 17 – кран для отбора проб;
- 18 – блок управления

Экспериментальная установка состояла из тестосмесителя 1, промежуточного смесителя сыпучих компонентов 2 для получения рецептурной смеси, эмульсатора 3 для получения гомогенной эмульсии, емкости 4 для хранения теста, вакуум-насоса с ресивером 5, электромагнитных клапанов 6, 7, 8, 9, 10, 11 (предназначенных соответственно: 6, 7 – для создания вакуума в емкости тестосмесителя и емкости для теста; 8, 9, 10, 11 – для подачи сыпучей смеси компонентов, эмульсии и готового теста), вакуум-линии 12, вакуум-трубопроводов 13, 14, 15, 16 для транспортировки сыпучей смеси, эмульсии и готового теста. Управление электромагнитными клапанами, приводами установки осуществлялось от блока управления 18.

Для отбора проб теста из емкости тестосмесителя во время его замеса в днище емкости тестосмесителя имелся специальный кран.

Работа узлов экспериментальной установки приготовления вафельного теста происходила следующим образом. Производили закладки расчетных доз жидких и сыпучих компонентов. После этого нажимали кнопку «Пуск программы», и блок управления начинал выполнять программу в соответствии с заданным алгоритмом. Параллельно происходило приготовление суспензии в эмульсаторе 3 и рецептурной смеси в смесителе сыпучих компонентов 2. Затем по команде блока управления открывался клапан 6 на вакуум-трубопроводе 12, соединяющем емкость тестосмесильной машины 1 с ресивером вакуум-насоса 5. При этом в емкости тестосмесильной машины 1 создавалось разрежение. Далее открывались клапаны 9 и 8 на выходе эмульсатора 3 и промежуточного смесителя 2, которые позволяли эмульсии и смеси сухих компонентов по продуктопроводам 13 и 14 за счет перепада давления подаваться в емкость тестосмесильной машины 1.

Далее происходил замес вафельного теста. По окончании замеса вафельного теста в тестосмесильной машине 1 по команде блока управления открывался клапан 7 на вакуум-трубопроводе 12, соединяющем промежуточную емкость 4 для теста с ресивером вакуум-насоса 5. При этом в емкости 4 создавалось разрежение. Далее открывался клапан 10 на продуктопроводе 15, соединяющий емкость тестосмесильной машины 1 и промежуточной емкости для теста 4, что позволяло готовому тесту по продуктопроводу 15 за счет перепада давления подаваться в промежуточную емкость 4 для готового теста.

После опорожнения емкости тестосмесильной машины 1 по команде блока управления включается клапан 7, отключающий вакуум-трубопровод 12 и соединяющий промежуточную емкость 4 с атмосферой. После закрытия клапана 10 процесс приготовления теста повторялся.

Геометрические и кинематические параметры экспериментальной установки были следующими: объем емкости тестосмесителя V_{CM} составлял 17 литров; диаметр емкости смесителя $D=0,23$ м; высота емкости смесителя $H=0,53$ м; диаметр выпускного отверстия $D_1=0,05$ м; диаметр ротора мешалки $d_M=0,134$ м; частота вращения ротора $n=12,5c^{-1}$; масса готовой смеси в тестосмесителе была равна 7,5 кг. Среднее значение плотности вафельного теста составляло $\rho=1120$ кг/м³.

В ходе экспериментов определялось время замеса, энергозатраты и качественные показатели готового теста. Эксперименты проводились следующим образом. В емкость тестосмесителя 1 при включенном приводе вращения ротора одновременно подавались через продуктопровод 13 рецептурная смесь сыпучих компонентов, а через продуктопровод 14 – эмульсия. Замес вафельного теста проводился как при атмосферном давлении P_1 , так и при вакуумировании емкости тестосмесителя до $P_2=30$ кПа. Влажность теста составляла 62–65 %. Вязкость теста определялась по стандартной методике на вискозиметре «Реотест-2» при градиенте скорости $5,4$ с⁻¹. Через кран 17 отбирались девять образцов теста во время замеса с интервалом через 10 с. Одновременно измерялась ваттметром потребляемая мощность электродвигателя. Величина разрежения контролировалось вакуумметром. Опыты повторялись не менее пяти раз.

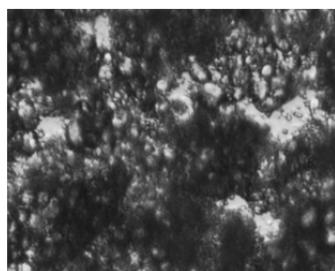
Результаты и их обсуждение

На рис. 3 приведена структура вафельного теста, полученного на экспериментальном тестосмесителе при разной продолжительности замеса. В табл. 1 дана сравнительная характеристика структуры вафельного теста. Степень однородности структуры теста выявлялась путем анализа соотношения мелких и крупных фракций крахмальных зерен и клейковины, выраженного в процентах.

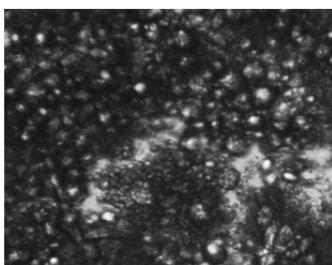
Таблица 1

Сравнительная характеристика степени однородности теста

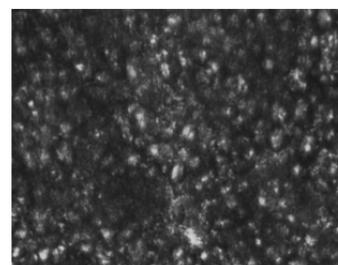
Время замеса вафельного теста, с	10	20	30
Степень однородности вафельного теста, %	20	60	100



а



б



в

Рис. 3. Оптические микрофотографии образцов вафельного теста с разным временем перемешивания исходных компонентов (в секундах): а – 10 с; б – 20 с; в – 30 с

Видно, что через 10 секунд замеса (рис. 3а) структура теста содержит участки непромеса (степень однородности теста составляет 20 %). После 20 секунд замеса (рис. 3б) структура теста становится более однородной (степень однородности

теста составляет 60 %), а после 30 секунд замеса (рис. 3в) структура теста имеет 100%-ю однородность, что свидетельствует о готовности такого вафельного теста к дальнейшему использованию для выпечки вафельных листов.

Структура и свойства готового теста в значительной мере определяют технологию выпечки вафельных листов и качество готовой продукции.

На рис. 4, 5 представлены гистограммы изменения вязкости теста и затрачиваемой удельной мощности от времени замеса вафельного теста.

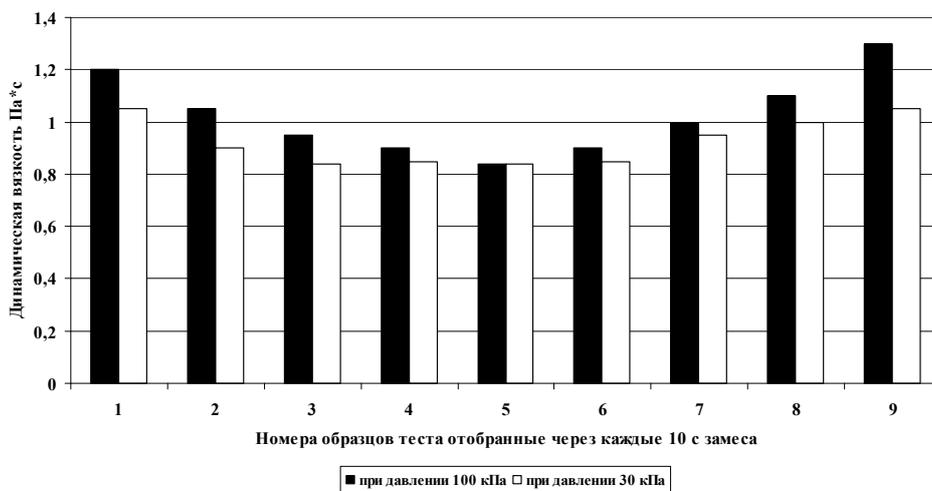


Рис. 4. Гистограмма изменения вязкости теста от времени замеса

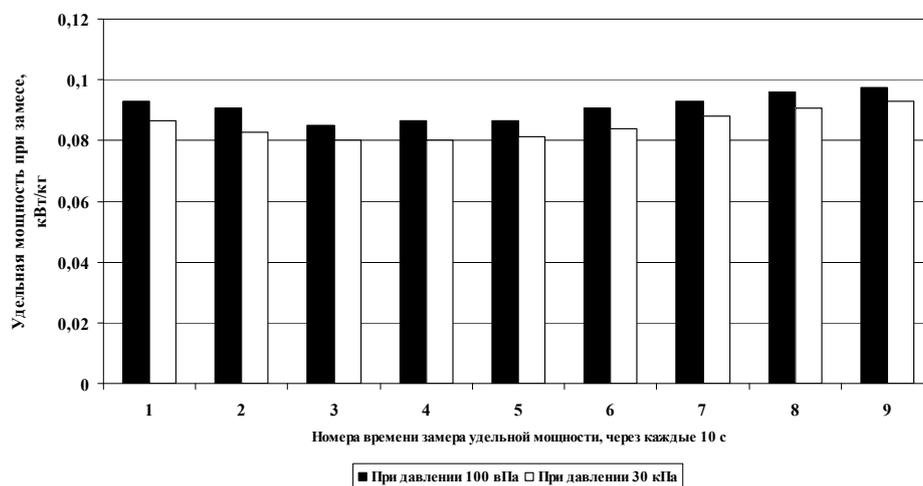


Рис. 5. Гистограмма изменения затрачиваемой удельной мощности от времени замеса теста

Как видно из результатов, представленных на рис. 4 и 5, экспериментальные значения динамической вязкости и потребляемой удельной мощности с увеличением времени замеса сначала уменьшаются до минимального значения, а затем начинают возрастать. При атмосферном давлении в емкости тестосмесителя минимальные значения динамической вязкости и потребляемой удельной энергии наблюдаются у пятого образца (после 50 секунд замеса). При вакуумировании емкости тестосмесителя значения этих параметров уменьшаются и выравниваются быстрее, чем при атмосферном давлении. Так, уже у третьего и четвертого образцов (после 30–40 секунд замеса) они имеют минимальное значение, что свидетельствует о готовности вафельного теста. Это можно объяснить тем, что смешивание происходит в вакууме, где сыпучие массы мгновенно разделяются на отдельные частицы и под действием сил тяжести опускаются в быстро движущиеся вязко-пластичные массы, которые перемещаются в горизонтальной и вертикальной

плоскости под действием центробежных сил, возникающих при вращении ротора. При вакуумировании вследствие отсутствия воздушной прослойки в смеси в момент соприкосновения муки с водой вокруг каждой ее частицы быстрее образуется гидратная оболочка. Такая оболочка противодействует слипанию набухших частиц, снижает сопротивление при движении смеси внутри тестосмесителя и способствует уменьшению времени замеса теста. Это, соответственно, приводит к снижению удельных энергозатрат на замес теста.

Установлено, что при этом предел прочности образцов выпеченных вафельных листов составляет 1,46 МПа, величина относительной деформации 1,08 %, а модуль Юнга находится в пределах 94–104 МПа, что соответствует высокому качеству вафельных листов. При более длительном замесе теста повышается его вязкость и удельные энергозатраты. Кроме того, увеличение вязкости вафельного теста также затрудняет дозирование и заполнение вафельных форм. Это объясняется увеличе-

нием набухаемости клейковины и ростом внутреннего трения, что, в свою очередь, снижает качество вафельных листов.

Таким образом, эксперименты показали, что рациональное время замеса вафельного теста при вакуумировании емкости тестосмесителя составляет 40 сек. С учетом времени загрузки исходных компонентов и выгрузки готового теста полный цикл замеса составлял 80 сек. В течение часа на предлагаемом тестосмесителе можно провести 44 полных цикла замеса вафельного теста, масса одной порции вафельного теста в емкости тестосмесителя составляет 7,5 кг, при этом его производительность составит 330 кг/ч.

Экспериментальным путем были определены затраты электроэнергии в предлагаемой конструкции тестосмесителя. Общая мощность для замеса вафельного теста на предлагаемом тестосмесителе совместно с вакуум-насосом при рациональных значениях вязкости теста и атмосферном давлении в емкости тестосмесителя составляет 1,65 кВт. Удельные энергозатраты для замеса вафельного теста в этом случае составляют 5,0 Вт/кг.

При вакуумировании емкости тестосмесителя и при рациональных значениях вязкости теста общая мощность для замеса составляет 1,6 кВт. Соответственно удельные энергозатраты для замеса вафельного теста в этом случае составляют 4,8 Вт/кг.

Таким образом, опыты показали, что использование вакуума при замесе вафельного теста позволяет снизить удельные энергозатраты.

Предлагаемая конструкция тестосмесителя предназначена для приготовления вафельного теста в цехах кондитерских фабрик, выпускающих вафельные изделия. Из литературных источников известна конструкция турбомиксера ТМ-60 [8], который взят нами в качестве аналога для сравнения с разработанным тестосмесителем. При известной технической характеристике и средней объемной плотности вафельного теста $\rho=1120 \text{ кг/м}^3$ производительность аналога составляет 400 кг/ч. Время замеса, загрузки и разгрузки емкости турбомиксера составляет 10 минут. За один час в этом турбомиксере можно совершать шесть полных циклов замеса теста. Масса одной порции вафельного теста в емкости турбомиксера составляет 66,6 кг, мощность электродвигателя для вращения ротора устройства составляет 3,0 кВт, удельные энергозатраты для замеса вафельного теста составляют 7,5 Вт/кг теста.

Сравнение эксплуатационных характеристик двух рассматриваемых вариантов тестосмесителей показывает, что в предлагаемой конструкции тестосмесителя удается снизить удельные энергозатраты в 1,5 раза.

Список литературы

1. Иванова, И.Б. Вафельные грезы / И.Б. Иванова // Рекламно-информационный журнал PROD & PROD продвижение продовольствия. – 2012. – № 6 (32). – С. 8.
2. Аминова, И.Я. Разработка рецептур и совершенствование технологии вафельных изделий функционального назначения / И.Я. Аминов // Известия высших учебных заведений: пищевые технологии. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет. – 2012. – Вып. 2–3. – С. 326–327.
3. Муратова, Е.И. Реология кондитерских масс: монография / Е.И. Муратова, П.М. Смолихина. – Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 188 с.
4. Mert, S. Development of gluten-free wafer sheet formulations / S. Mert, S. Sahin, G. Sumnu // LWT – Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 63, Issue 2. – P. 1121–1127.
5. Мачихин, Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 с.
6. Box, P.O. Design and Implementation of Differential Agitators to Maximize Agitating Performance Saeed Asiri King-Abdulaziz / P.O. Box // International Journal of Mechanics and Applications. – 2012. – Vol. 2(6). P. 98–112.
7. Пат. №2566784 Российская Федерация, МПК B01F 3/12, B01F 5/00, B01F 5/12, B01F 7/18, B01F 3306 Способ получения вязко-пластичной смеси и устройство для его осуществления / В.Н. Сопляченко, Г.И. Старшов, Д.Г. Старшов, А.И. Никитин, С.Н. Никоноров, Л.Н. Потехина, В.М. Седелкин, К.М. Далужан; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина», Сопляченко Вячеслав Николаевич. – № 201411293/05; заявл. 02.04.14; опубл. 27.10.15, Бюл. № 30. – 2 с.
8. Турбомиксер ТМ-60. - <http://www.3f-eng.ru/> [электронный ресурс] // Официальный сайт инжиниринговой компании «ТриЭф». – Дата обращения: Март 2015.

References

1. Ivanova I.B. "Vafel'nye grezy" [Wafer dreams]. *Reklamno-informacionnyj zhurnal PROD & PROD prodvizhenie prodovol'stviya* [Promotional and informational magazine PROD & PROD advance of food], 2012, vol. 32, no. 6, p. 8.
2. Amineva I.Ya. Razrabotka retseptur i sovershenstvovanie tekhnologii vafel'nykh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya [Development of compoundings and improvement of technology of wafer products of functional purpose]. *Izvestia vuzov. Pishhevaya tekhnologiya* [News institutes of higher Education. Food technology], 2012, vol. 2–3, pp. 326–327.
3. Muratova E.I., Smolikhina P.M. *Reologiya konditerskikh mass* [Rheology of confectionery masses]. Tambov: TGTU Publ., 2013. 188 p.
4. Mert S., Sahin S., Sumnu G. Development of gluten-free wafer sheet formulations, *LWT-Food Science and Technology*, 2015, vol. 63, no. 2, pp. 1121–1127.
5. Machikhin Yu.A., Machikhin S.A. *Inzhenernaya reologiya pishchevykh materialov* [Engineering rheology of food materials]. Moscow: Legkaya i pishhevaya promyshlennost' Publ., 1981. 216 p.
6. Box P. O., Asiri S. Design and Implementation of Differential Agitators to Maximize Agitating Performance. *International Journal of Mechanics and Applications*. 2012, vol. 6, no.2, pp. 98–112. DOI: 10.5923/j.mechanics.20120206.01.

7. Sopolyachenko V.N., Starshov G.I., Starshov D.G., Nikitin A.I., Nikonorov S.N., Potekhina L.N., Sedelkin V.M., Daluzyan K.M. *Sposob polucheniya vyazko-plastichnoy smesi i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya* [Production of viscoelastic mix and device to this end]. Patent RF, no. 2566784, 2015.

8. *Turbomikser TM-60*. Available at: <http://www.3f-eng.ru/>. (accessed March 2017).

Дополнительная информация / Additional Information

Старшов, Д.Г. Исследование и разработка вакуумной тестомесильной машины / Д.Г. Старшов, В.М. Седелкин, Г.И. Старшов // *Техника и технология пищевых производств*. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 99–105.

Starshov D.G., Sedelkin V.M., Starshov G.I. Research and development of a vacuum dough mixer. *Food Pro-cessing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 99–105 (In Russ.).

Старшов Дмитрий Геннадьевич

аспирант кафедры машины и аппараты нефтегазовых, химических и пищевых производств, ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина Энгельсский технологический институт (филиал), 413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы 17, тел.: +7 (8453) 95-35-53, e-mail: eti@techn.sstu.ru, starchov49@rambler.ru

Седелкин Валентин Михайлович

д-р техн. наук, профессор кафедры машины и аппараты нефтегазовых, химических и пищевых производств, ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина Энгельсский технологический институт (филиал), 413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы 17, тел.: +7 (8453) 95-35-53, e-mail: eti@techn.sstu.ru

Старшов Геннадий Иванович

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры машины и аппараты нефтегазовых, химических и пищевых производств», ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина Энгельсский технологический институт (филиал), 413100, Россия, Саратовская область, г. Энгельс, пл. Свободы 17, тел.: +7 (8453) 95-35-53, e-mail: eti@techn.sstu.ru,

Dmitry G. Starshov

Postgraduate Student of the Department of the Machines and Apparatus of Oil and Gas, Chemical and Food Productions, Engels Technological Institute (Branch) Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 17, Svoboda Sq., Engels, 413100, Russia, phone: +7 (8453) 95-35-53, e-mail: eti@techn.sstu.ru, starchov49@rambler.ru

Valentin M. Sedelkin

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of the Machines and Apparatus of Oil and Gas, Chemical and Food Productions, Engels Technological Institute (Branch) Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 17, Svoboda Sq., Engels, 413100, Russia, phone: +7 (8453) 95-35-53, e-mail: eti@techn.sstu.ru

Gennadiy I. Starshov

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of the Machines and Apparatus of Oil and Gas, Chemical and Food Productions, Engels Technological Institute (Branch) Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, 17, Svoboda Sq., Engels, 413100, Russia, phone: +7 (8453) 95-35-53, e-mail: eti@techn.sstu.ru



УДК 642.5+641.1:669

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА В ОРГАНИЗМЕ РАБОЧИХ ГОРЯЧИХ ЦЕХОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В.В. Трихина^{1,*}, А.Н. Австриевских²

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: pvm1947@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 20.04.2017

Дата принятия в печать: 29.05.2017

Аннотация. Разработан концентрат безалкогольного напитка для восстановления водно-солевого баланса в организме рабочих горячих цехов металлургических предприятий. Научно обоснован рецептурный состав напитка, включающий активные формы минералов – магния, натрия, калия и хлора. В составе используются органические кислоты – лимонная и яблочная для обеспечения более быстрого и полного усвоения минеральных веществ. Технология производства включает подготовку сырья, его дозирование и просеивание, смешивание компонентов, контроль качества, фасовку, упаковку, маркировку и хранение. Применение высокоэффективного смесителя при шадящих технологических параметрах обеспечивает однородность получаемых смесей и качественные характеристики продукта. Проведены санитарно-гигиенические и санитарно-токсикологические исследования безопасности концентрата напитка по окончании 15 месяцев хранения, показавшие соответствие испытуемых показателей допустимым нормам. Установлены сроки, режимы хранения (1 год в сухом месте при (25 ± 5) °С) и пищевая ценность, характеризующая функциональную направленность специализированного продукта. Согласно разработанным методическим рекомендациям восстановленный напиток употребляется рабочими по одному стакану (200 см^3) 5 раз в течение смены, что обеспечивает гарантированное поступление в организм необходимых нутриентов, % от удовлетворения суточной потребности: натрий – 60; калий – 48; магний – 50; хлориды – 56. Показана эффективность специализированного продукта в составе программы лечебно-профилактического питания в организованных коллективах горячих цехов металлургических производств. Концентрат напитка апробирован и производится на предприятиях компании «Арт Лайф» (г. Томск).

Ключевые слова. Специализированный напиток, лечебно-профилактическое питание, водно-солевой баланс, рабочие металлургических предприятий

SPECIALIZED PRODUCT FOR WATER-SALT BALANCE IMPROVEMENT IN THE BODY OF WORKERS OF HOT WORK SHOPS OF METALLURGICAL ENTERPRISES

V.V. Trihina^{1,*}, A.N. Avstrieviskikh²

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: pvm1947@mail.ru

Received: 20.04.2017

Accepted: 29.05.2017

Abstract. A concentrate of non-alcoholic beverage has been developed to improve the water-salt balance in the body of workers of hot work shops of metallurgical enterprises. The recipe composition of the drink which includes active forms of minerals - magnesium, sodium, potassium and chlorine - is scientifically grounded. The composition includes organic acids such as lemon acid and apple acid to ensure faster and full absorption of minerals. Production technology includes the preparation of raw material, its dosing and sieving, mixing of components, quality control, prepackaging, packing, marking and storage. The use of a high capacity mixer under moderate technological conditions ensures homogeneity of the mixtures obtained and the quality of the product. Sanitary hygienic and sanitary-toxicological studies of the beverage concentrate safety were carried out at the end of 15 months of storage and showed the compliance of the tested factors with permissible standards. Established have been shelf life, storage conditions (1 year in a dry place at $25 \pm 5^\circ\text{C}$) and nutritional value characterizing the functional property of a specialized product. According to the

developed methodical recommendations one glass (200 cm³) of the reconstituted drink is consumed by workers 5 times during the shift which ensures guaranteed supply of the body with necessary nutrients providing 60% of sodium, 48% of potassium, 50% of magnesium, 56% of chlorides of daily requirements. The effectiveness of a specialized product in the program of therapeutic-preventive nutrition in organized groups of workers at hot work shops of metallurgical enterprises is shown. The drink concentrate is approved and produced at the enterprises of the "Art Life" company in the city of Tomsk.

Keywords. Specialized drink, therapeutic-preventive nutrition, water-salt balance, workers of metallurgical enterprises

Введение

Разработка специализированных продуктов для оптимизации лечебно-профилактического питания рабочих промышленных предприятий, в том числе металлургических производств – один из действенных способов профилактики профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний [3, 5]. Основой для оптимизаций лечебно-профилактических рационов являются сведения об обеспеченности работающих эссенциальными нутриентами и путях воздействия на организм вредных условий труда [4, 6].

Рабочие горячих цехов металлургических предприятий подвергаются воздействию высоких температур, что сопровождается активным потоотделением и потерей с потом значительного количества жизненно-важных пищевых веществ, в первую очередь витаминов и минералов. Нарушение водно-солевого баланса приводит к снижению работоспособности, повышению травматизма и целому ряду других факторов нарушения здоровья [3, 5]. Все это свидетельствует о необходимости коррекции питания и здоровья рабочих путем включения в рацион напитков, обогащенных необходимыми микронутриентами. [8, 9].

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований использовались исходные компоненты рецептуры, полуфабрикаты и образцы восстановленного напитка.

Применяли общеизвестные методы оценки качества и безопасности специализированных напитков, а также специальные хроматографические и спектрофотометрические методы анализа микронутриентов в продовольственном сырье и пищевых продуктах [1, 2, 7].

Результаты и их обсуждение

Разработан рецептурный состав минерального концентрата для безалкогольных напитков на основе анализа фармакологической характеристики действующих начал используемого сырья с учетом их синергического влияния на коррекцию водно-солевого обмена (табл. 1).

Концентрат представляет собой смесь сухих компонентов – минеральных солей калия, магния и натрия, ионов хлора для восстановления водно-солевого баланса в организме рабочих. Для более быстрого и полного усвоения ионов натрия, нормализации кислотно-щелочного баланса крови в состав внесены органические кислоты – лимонная и яблочная.

Дана характеристика минералов, используемых для обогащения напитка с оценкой их участия в обменных процессах организма и коррекции мета-

болических нарушений у рабочих горячих цехов металлургических предприятий.

Таблица 1

Рецептура концентрата безалкогольного напитка минерального

Компонент	Количество		Нормативная документация
	Содержание в 1 дм ³ напитка, мг	кг / 100 кг	
Яблочная кислота	368,20	2,45	СЭЗ 77.99.02.916. Д.003670.05.04
Лимонная кислота безводная	962,00	6,55	ГОСТ 908
Натрия хлорид	2 209,50	14,73	ГОСТ 4233
Калия хлорид	2 332,30	15,55	ГОСТ 4234
Натрия цитрат	4 541,80	30,28	ГОСТ 31227
Натрий углекислый кислый	3 314,20	22,09	ГОСТ 4201
Магния сульфат	1 252,00	8,35	ГОСТ 4523
Итого	15 000,00	100,00	

Магний. Магний в виде двухвалентного иона магния является кофактором ряда основных ферментов и ферментных систем энергетического и углеводно-фосфорного обмена, а также многих других ферментативных процессов. Так, в связывании коферментной формы витамина В₂ – тиаминдифосфата (кокарбоксилазы) с белковой частью фермента участвует ион Mg²⁺, входящий в состав активного центра транскетолазы и пируватдегидрогеназного комплекса.

Немаловажное значение ионы магния имеют в функционировании биотинзависимых ферментов – карбоксилаз, принимающих участие в биосинтезе жирных кислот.

Одной из основ энергообеспечения организма также является магний, являясь компонентом ферментных систем окислительного фосфорилирования. Процесс активного транспорта через биологические мембраны ионов также происходит при существенной роли ионов магния, участвующих в функционировании транспортных АТФаз.

Магний, являясь незаменимым кофактором, принимает участие в биосинтезе нуклеиновых кислот и белков, в поддержании структуры ДНК.

Стандартный рацион питания населения не богат овощами и фруктами, главными источниками магния, и поэтому не всегда может обеспечить организм человека необходимым количеством маг-

ния. Эта проблема особенно актуальна для работников металлургических предприятий, занятых в горячих цехах, так как у них происходят значительные потери этого элемента с потом.

Дефицит магния в организме человека может являться причиной депрессии, апатии, мышечной слабости, быстрой утомляемости, повышается риск возникновения судорог в икроножных мышцах. Продолжительный дефицит магния способствует усилению отложения солей кальция на стенках кровеносных сосудов, почках, ухудшает работу сердца.

Ряд исследований, проведенных в географических регионах с мягкой водой (бедной кальцием и магнием), выявили зависимость между недостатком магния в воде и повышенной частотой сердечно-сосудистых заболеваний.

В тоже время исследования последних лет показывают, что обогащение рациона питания населения магнием может способствовать замедлению развития остеопороза и увеличению плотности костей.

Поступление магния с рационом должно быть сбалансировано с потреблением кальция, как и в случае с фосфором. Прием 300–400 мг магния на 800–1000 мг кальция по мнению специалистов является наиболее оптимальным.

Натрий. В организме взрослого человека содержится порядка 90–95 граммов натрия. Внутри клеток мягких тканей его содержится 10–12 %, а основная часть натрия сосредоточена в плазме крови и межклеточной жидкости.

Положительно заряженные ионы натрия являются доминирующими ионами плазмы крови, на долю которых приходится 93 % всех катионов, присутствующих в плазме. Этим характеризуется ведущая роль ионов натрия в поддержании постоянного объема жидкости в организме и осмотического равновесия.

В зависимости от задержки или потери натрия организм испытывает задержку или потерю пропорционального количества воды, в результате чего осмотическое давление внеклеточной жидкости и плазмы крови остается постоянным.

Концентрация ионов натрия Na^+ в межклеточной жидкости и плазме крови значительно превышает их внутриклеточную концентрацию.

Этому концентрационному градиенту ионов натрия противостоит прямо противоположный градиент ионов калия, внутриклеточная концентрация которых незначительно превышает их концентрацию в омывающей клетки жидкости и плазме крови. Регулирование этих жизненно важных для нормального функционирования любой клетки организма двух градиентов реализуется за счет работы так называемого калий-натриевого насоса, расположенного в клеточных мембранах, систематически «откачивающего» из клетки поступающие в нее за счет пассивной диффузии ионы натрия и «накачивающий» из внешней среды ионы калия. Так как «выкачивание» натрия и «накачивание» калия происходит против их концентрационных градиентов, т.е. из пространства с низкой концентрацией соот-

ветствующего иона в пространство с высокой его концентрацией, следовательно этот процесс осуществляется с затратой энергии в форме расщепления АТФ, что находит свое выражение в активности Na^+ , K^+ -зависимой АТФ-азы клеточных мембран.

Поддержание Na^+ , K^+ -градиента и работа Na^+ , K^+ -насоса имеют очень важное значение для клетки, поскольку с этими процессами тесно связан механизм активного транспорта в клетку сахаров, в частности глюкозы, аминокислот и целого ряда других биологически важных веществ.

Обеспечение проведения нервных импульсов и других регулирующих воздействий на клетку обеспечивается наличием аналогичного калий-натриевого градиента и играет важную роль в создании электрического потенциала на мембранах нервных клеток и волокон.

В тоже время для нормальной секреции соляной кислоты в желудке в процессе пищеварения необходимо совместное наличие ионов натрия с ионами хлора.

При болезнях почек и надпочечников значительные потери натрия с обильным потом сопровождаются мышечной слабостью и падением артериального давления.

Суточная потребность в натрии у взрослого человека составляет 0,5 г, что соответствует 1,25 г поваренной соли (NaCl).

Люди, страдающие артериальным давлением и принимающие диуретики, теряют значительное количество калия и магния с мочой, что требует дополнительного внесения этих элементов в рацион.

Калий. Его концентрация в плазме крови и межклеточной жидкости значительно ниже содержания натрия. Он сосредоточен главным образом внутри клеток, а участвуя вместе с натрием в создании натрий-калиевого концентрационного градиента, калий, как и натрий, имеет важное значение для процессов транспорта в клетку глюкозы, аминокислот и других веществ, возникновения и проведения электрического импульса по нервным волокнам.

Калий, снижая гидратацию тканевых белков, способствует выведению влаги, в то время как натрий задерживает воду в организме.

Необходимая потребность в калии взрослого человека для удовлетворения физиологических потребностей составляет 3,5 г в сутки. Одними из наиболее богатых калием являются растительные продукты, в тоже время отличающиеся низким содержанием натрия. Высоким содержанием калия славятся курага, бобовые, виноград, изюм, чернослив, картофель. Также богаты калием мясо и рыба, но в этих продуктах калий сочетается с высоким содержанием натрия.

Как правило, типичный смешанный рацион питания способствует поступлению в организм достаточного количества калия. Дефицит калия может возникнуть при обильном потоотделении и интенсивном приеме мочегонных средств. Недостаток калия в организме человека может быть причиной сонливости, мышечной и сердечной слабости, по-

тери аппетита, замедления пульса, аритмии, артериальной гипотонии, корректируемых назначением хлорида калия или богатых калием продуктов питания.

Технология производства включает следующие стадии: подготовку персонала и оборудования к работе; подготовку сырья – дозирование, просеивание; смешивание компонентов; контроль качества продукции; фасовку, упаковку, маркировку; хранение.

Подготовка персонала, оборудования и сырья осуществляется согласно действующим технологическим инструкциям.

Смешивание рецептурных компонентов. Предварительно проводят измельчение хлоридов натрия и калия на молотковой мельнице через сито с диаметром отверстия 1 мм. Отвешенное и измельченное сырье загружают в смеситель, начиная с продукта, входящего в рецептуру в наибольшем количестве. Смешивание производится в высокоэффективном смесителе при комнатной температуре, тщательно, до достижения однородности смеси, чтобы избежать отклонения от состава концентратов в разных единицах упаковки. Время перемешивания составляет 60 минут. Масса должна быть однородной по цвету. Проверка однородности осуществляется легким нажатием совка по поверхности массы. Если масса неоднородна, то на поверхности обозначаются включения.

Контроль качества готового концентрата

осуществляется путем отбора проб и направления в испытательную аккредитованную лабораторию на соответствие требованиям технической документации и нормативных документов.

Фасовка, упаковка и маркировка. Продукт фасуют и упаковывают в различного рода полимерные материалы, разрешенные органами Роспотребнадзора РФ для контакта с пищевыми продуктами, для обеспечения их сохранности в процессе транспортировки и хранения.

Разработанная технология производства концентрата безалкогольных напитков, обогащенного минералами, осуществляется при щадящих технологических режимах и поэтому является одним из факторов, формирующих и обеспечивающих качественные характеристики специализированного продукта.

Проведены исследования потребительских свойств разработанного продукта в процессе производства и хранения, позволившие определить регламентируемые показатели качества, в т. ч. пищевой ценности.

Продукт хранили в упакованном виде согласно технической документации, в сухом месте, при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не выше 75 % в течение 15 месяцев.

Проведены санитарно-гигиенические и санитарно-токсикологические исследования показателей безопасности (табл. 2).

Таблица 2

Санитарно-гигиенические и санитарно-токсикологические показатели безопасности концентрата для безалкогольных напитков, обогащенного минералами

Показатель	Значение показателя	Допустимая норма по НД	Результат испытаний (n=3)
Радионуклиды	Стронций 90 (Бк/кг, не более)	100	23,2±1,1
	Цезий 137 (Бк/кг, не более)	300	59,7±3,4
Токсичные металлы	Свинец (мг/кг, не более)	2,0	Менее 0,1
	Кадмий (мг/кг, не более)	0,1	0,023±0,002
	Мышьяк (мг/кг, не более)	1,0	Менее 0,1
	Ртуть (мг/кг, не более)	0,01	0,0009±0,0002
Микробиологические показатели	КМАФАнМ (КОЕ/г, не более)	$5 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^2$
	БГКП (колиформы), в 1,0 г	1,0	Не обнаружены
	Патогенная микрофлора, в т. ч. сальмонеллы в 25,0 г	25	Не обнаружены
	Дрожжи, плесени (КОЕ/г, не более)	10	Не обнаружены

Таблица 3

Органолептические показатели концентрата для безалкогольных напитков, обогащенного минералами

Показатель	Характеристика
Внешний вид, цвет, запах, вкус	Неоднородный белый порошок с кристаллами разной структуры, без запаха, горько-соленого вкуса

Из данных таблицы следует, что каких-либо изменений качества и безопасности по истечении испытываемого срока хранения не обнаружено. Содержание КМАФАнМ находилось на уровне $4 \cdot 10^3$ КОЕ/г.

Все это свидетельствует о санитарно-гигиеническом благополучии продукта и позволило установить срок годности – 1 год в сухом месте при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и наличии запаса прочности – 3 мес. Определены регламентируемые показатели качества, в т. ч. пищевой ценности (табл. 3–5).

Физико-химические показатели концентрата для безалкогольных напитков, обогащенного минералами

Показатель	Значение показателя, в 100 г продукта, не менее	Результаты идентификационных испытаний (n=5)
Массовая доля влаги, %, не более	10,0	8,2±0,9
Массовая доля частиц размером до 2 мм включительно, %, не менее	100,0	–
Массовая доля металлических примесей, %, не более	3·10 ⁻⁴	–
Готовность к употреблению, мин, не более	3,0	2,5 ± 0,3

Таблица 5

Пищевая и энергетическая ценность концентрата для безалкогольных напитков, обогащенного минералами

Показатель	Значение показателя, в 100 г концентрата, не менее	Нормы физиологической потребности, мг/сутки
Органические кислоты, г	9,0	–
Минералы, г, не менее:		
Натрий (в пересчете на натрия цитрат и натрий углекислый)	5,2	1300
Калий (в пересчете на калия хлорид)	8,0	2500
Магний (в пересчете на магния сульфат)	1,3	400
Хлоры (в пересчете на натрия хлорид)	8,7	2300
Энергетическая ценность, ккал	21,8	3617 (м) 2950 (ж)

Разработанный продукт апробирован в составе программы оптимизации лечебно-профилактических рационов для работающих во вредных условиях труда. Программа утверждена и рекомендована ФГУН «Новосибирский НИИ гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в качестве коррекции питания и здоровья рабочих горя-

чих цехов металлургических предприятий, профилактики профессиональных заболеваний и повышения трудоспособности. Производится на предприятиях компании «Арт Лайф» (г. Томск), сертифицированных в рамках требований международных стандартов серии ISO 9001, 22000 и правил GMP, что обеспечивает стабильность качества и безопасности специализированного продукта.

Список литературы

1. Аналитические методики для контроля пищевых продуктов и продовольственного сырья / под ред. А.Б. Белова и С.Н. Быковского. – М.: Перо, 2014. – 232 с.
2. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / Под ред. В.А. Тутельяна и К.И. Эллера. – М.: Династия, 2010. – 160 с.
3. Пилат, Т.Л. Питания рабочих при вредных и особо вредных условиях труда. История и современное состояние / Т.Л. Пилат, А.В. Истомина, А.К. Батулин. – Т. 1. – М., 2006. – 240 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. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 548 с.
5. Спиричев, В.Б. Микронутриенты – важнейший алиментарный фактор в охране здоровья. Гигиенические аспекты применения витаминов в производственных коллективах (аналитический обзор) / В. Б. Спиричев. – М., 2007. – 63 с.
6. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами – надежный путь оптимизации их потребления / В.Б. Спиричев, В.В. Трихина, В.М. Позняковский // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 9–15.
7. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания»: Утв. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 15.06.2012г. – № 34. – 20 с.
8. Трихина, В.В. Методологические и практические аспекты разработки и производства специализированных напитков: монография / В.В. Трихина, Л.А. Маюрникова. – Кемерово, КеМТИПП, 2011. – 205 с.
9. Nutritional factor in ensuring health and reliability increase of professional activities of industrial workers / V.V. Trihina, V.V. Spirichev, V.Z. Koltun, A.N. Avstrieviskih // Food and Raw Materials. – 2015. – Vol. 3, №. 1. – P. 77–87.
10. Prosekov A.Yu. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A.Yu. Prosekov, S.A. Ivanova // Foods and Raw Materials. – 2016. – Vol. 4, – № 2. – P. 201–211. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.

References

1. Belova A.B., Bykovskogo S.N. *Analiticheskie metodiki dlya kontrolya pishchevykh produktov i prodovol'stvennogo syr'ya* [Analytical methods for the control of food and food raw materials]. Moscow: Pero Publ., 2014. 232 p.

2. Tutel'yana V.A., Ellera K.I. *Metody analiza minornykh biologicheskii aktivnykh veshchestv pishchi* [Methods for the analysis of minor biologically active food substances]. Moscow: Dinastiya Publ., 2010. 160 p.
3. Pilat T.L., Istomin A.V., Baturin A.K. *Pitaniya rabochikh pri vrednykh i osobo vrednykh usloviyakh truda. Istoriya i sovremennoe sostoyanie* [Food of working or harmful and especially harmful working conditions. History and current status] vol., 1. Moscow: LEOVIT-nutrio Publ., 2006. 240 p.
4. Spirichev V.B., Shatnyuk L.N., Poznyakovskiy V.M. *Obogashchenie pishchevykh produktov vitaminami i mineral'nymi veshchestvami. Nauka i tekhnologiya* [Enrichment of food products with vitamins and minerals. Science and technology]. Novosibirsk: Sib. Univ. Publ., 2005. 548 p.
5. Spirichev V.B. *Mikronutrienty – vazhneyshiy alimentarnyy faktor v okhrane zdorov'ya. Gigienicheskie aspekty primeneniya vitaminov v proizvodstvennykh kollektivakh (analiticheskiy obzor)* [Micronutrients – the major alimentary factor in health protection. Hygienic aspects of use of vitamins B work collectives (analytical review)]. Moscow, 2007. 63 p.
6. Spirichev V.B., Trihina V.V., Poznyakovskiy V.M. *Obogashchenie pishchevykh produktov mikronutrientami – nadezhnyy put' optimizatsii ikh potrebleniya* [Enrichment of foodstuff micronutrients – a reliable way of optimization of their consumption]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Vestnik], 2012, no. 2/2, pp. 9–15.
7. *Tekhnicheskii reglament TS 027/2012. O bezopasnosti odel'nykh vidov spetsializirovannoi pishchevoi produktsii, v tom chisle dieticheskogo, lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniia* [Technical regulations of the Customs union 027/2012. About safety of separate types of specialized food products, including dietary, medical and dietary preventive foods]. Moscow: Standartinform Publ., 2013.
8. Trihina V.V., Mayurnikova L.A. *Metodologicheskie i prakticheskie aspekty razrabotki i proizvodstva spetsializirovannykh napitkov* [Methodological and practical aspects of the development and production of specialized beverages]. Kemerovo: KemIFST Publ., 2011. 205 p.
9. Trihina V.V., Spirichev V.B., Koltun V.Z., Avstrieviskikh A.N. Nutritional factor in ensuring health and reliability increase of professional activities of industrial workers. *Food and Raw Materials*, 2015, vol. 3, no. 1, pp. 77–87. DOI: 10.12737/11242.
10. Prosekov A.Yu., Ivanova S.A. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world. *Foods and Raw Materials*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 201–211. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.

Дополнительная информация / Additional Information

Трихина, В.В. Специализированный продукт для коррекции водно-солевого баланса в организме рабочих горячих цехов металлургических предприятий / В.В. Трихина, А.Н. Австриевских // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 106–111.

Trihina V.V., Avstrieviskikh A.N. Specialized product for water-salt balance improvement in the body of workers of hot work shops of metallurgical enterprises. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 106–111 (In Russ.).

Трихина Вероника Валерьевна

докторант кафедры технологии и организации общественного питания, ФБГОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: pvm1947@mail.ru

Австриевских Александр Николаевич

д-р техн. наук, профессор, генеральный директор, Научно-производственное объединение «Арт Лайф», 634034, Россия, г. Томск, ул. Нахимова, 8/2

Veronica V. Trihina

Doctoral student of the Department of Catering Technology and Organization, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: pvm1947@mail.ru

Alexander A. Avstrieviskikh

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Director General, Research and manufacturing association «ArtLife», 8/2, Nakhimov Str., Tomsk, 634034, Russia



УДК 642.58

ПИТАНИЕ ШКОЛЬНИКОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, КАЧЕСТВО И МОНИТОРИНГ

Е.В. Шеметова^{1,*}, Т.М. Бойцова^{1,2}

¹ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,
690014, Россия, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41

²ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»,
690087, Россия, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б

*e-mail: elena.shemetova@vvsu.ru

Дата поступления в редакцию: 12.04.2017

Дата принятия в печать: 29.05.2017

Аннотация. В статье представлены результаты мониторинга исследования современного состояния питания детей различных возрастных групп в общеобразовательных школах Приморского края (гг. Владивосток, Находка, Арсеньев, Лесозаводск). Характеризуется состояние здоровья школьников, непосредственно связанное с нарушением принципов рационального питания. Выявлено, что показатели заболеваемости органов пищеварения у детей и подростков Приморского края превышают данные по России до 40 %. Также с пищевым фактором связано потребление и дефицит некоторых витаминов, микро- и макроэлементов. Определены зависимость качества услуг питания от состояния материально-технической базы предприятий питания образовательных учреждений, квалификационного уровня производственного персонала, стоимости рационов питания, определены уровни заболеваний детей и подростков, непосредственно связанные с нарушением принципов рационального питания, что может являться результатом отсутствия у детей элементарных знаний о культуре питания человека. Также обнаружены проблемы при организации питания в школах Приморского края, основными из которых являются нарушение санитарно-эпидемиологического режима на пищеблоках, нарушение технологии приготовления блюд, а также условий хранения и сроков реализации продуктов, отклонения от норм питания, отсутствие витаминизации блюд, отсутствие документов, подтверждающих качество и безопасность продуктов и другие. По результатам исследования был предложен ряд мероприятий, направленных на совершенствование системы качества школьного питания, особое место отведено разработке проекта рациона питания школьников с учетом региональных социально-экономических, климатических и других особенностей.

Ключевые слова. Питание детей, здоровье школьников, мониторинг школьного питания

SCHOOLCHILDREN NUTRITION OF PRIMORSKY KRAI: CURRENT SITUATION, QUALITY, MONITORING

E.V. Shemetova^{1,*}, T.M. Boytsova^{1,2}

¹Vladivostok State University Economics and Service,
41, Gogolya Str., Vladivostok, 690014, Russia,

²Far Eastern State Technical Fisheries University,
52B, Lugovaya Str., Vladivostok, 690087, Russia

*e-mail: elena.shemetova@vvsu.ru

Received: 12.04.2017

Accepted: 29.05.2017

Abstract. The article presents the results of monitoring of the study on the current state of nutrition of children of different age groups at secondary schools in Primorsky Krai (Vladivostok city, Nakhodka city, Arsenyev town, Lesozavodsk town). Schoolchildren's health directly related to the violation of the principles of rational nutrition has been defined. It has been revealed that the incidence of digestive organs diseases of children and adolescents in Primorsky Krai exceeds the average data across Russia up to 40%. The consumption and deficiency of certain vitamins, micro- and macroelements is also associated with the food factor. The dependence between the quality of food services and the condition of the material and technical base of catering enterprises of educational institutions, the qualification of personnel, and the cost of meals have been established. The level of diseases of children and adolescents directly related to the violation of the principles of rational nutrition which can be a result of the children's lack of basic knowledge about dietary cultures has been determined. The following problems in the organization of catering in schools in Primorsky Krai have been found: violation of the sanitary and epidemiological condition in the kitchens, violation of cooking technology as well as the storage conditions and shelf-life of food products, deviations from food standards, lack of proper documentation confirming the quality and safety of food products etc. Basing on the results of the current research a number of measures aimed at improving the quality of schoolchildren food are proposed. Special attention is paid to the development of a schoolchildren diet plan taking into account regional socio-economic, climatic and other characteristics.

Keywords. Children nutrition, health of schoolchildren, monitoring of schoolchildren nutrition

Введение

Питание является одним из важнейших индикаторов здоровья человека, а в итоге и качества жизни. Структура, характер и качество питания, знание и соблюдение правил рационального питания оказывают большое влияние на уровень заболеваемости и смертности населения. Сокращение в современных условиях продолжительности жизни, рост заболеваемости связаны как с резким падением уровня жизни, невысоким качеством пищевых продуктов, так и с низкой грамотностью населения в вопросах рационального питания, с отсутствием пропаганды здорового питания, с отсутствием понятия «культура питания», особенно среди молодежи [1].

Питание детей, в особенности в организованных коллективах, закладывает базовые знания о культуре питания, пропагандирует здоровый, полноценный образ жизни, формирует устойчивый, правильный вкус и прививает хорошие манеры. Для организации питания в школах необходимо наличие таких составляющих, как качественное пищевое сырье, материально-техническая база, квалифицированный персонал. Огромное значение имеет политика государства в области организации питания в общеобразовательных учреждениях. В связи с этим организация и проведение мониторинга качества школьного питания является одним из приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания населения, обеспечения качества и безопасности пищевой продукции.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является система школьного питания Приморского края.

Источниками для написания данной статьи послужили нормативные документы, регламентирующие организацию питания детей в скомплектованных коллективах на территории РФ и в муниципальных округах, результаты Всероссийского мониторинга школьного питания, результаты анкетирования.

Были использованы следующие методы исследования: сравнительный анализ, синтез, дедукция, индукция, анализ документов, анкетирование. Анкетирование проводилось по репрезентативной гнездовой выборке. В анкетировании приняли участие 3 группы респондентов (учащиеся в возрасте 7–17 лет, их родители, эксперты в сфере школьного питания г. Владивостока, г. Лесозаводска, г. Находка и г. Арсеньева). Для каждой отдельно взятой группы респондентов были разработаны стандартизированные анкеты, содержание 80 % закрытых вопросов. Вопросы анкет включали от 20 до 30 показателей (для разных групп респондентов): критерии выбора блюд, кратность потребления продуктов питания, оценка качества питания в школьных столовых, информированность о рациональном питании, возраст ребенка, наличие заболеваний и др.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием стандартного пакета прикладных программ Excel.

Результаты и их обсуждение

Среди многочисленных факторов внешней среды, формирующих уровень здоровья детей и подростков, питанию принадлежит одно из ведущих мест. Хронически неправильное питание детей ведет к недополучению организмом жизненно необходимых витаминов и микроэлементов, что снижает иммунозащитные реакции организма, а это влечет за собой восприимчивость к различным заболеваниям. Кроме того, на таком фоне все болезни протекают значительно тяжелее.

Актуальность данного исследования заключается в том, что на сегодняшний день в России и в частности в Приморском крае сохраняется тенденция ухудшения состояний здоровья детей в школьный период. Нарушения питания у детской группы населения являются одной из причин высокой частоты заболеваний желудочно-кишечного тракта, занимающих одно из ведущих мест (около 10 %) в структуре заболеваемости у школьников. Динамика заболеваемости органов пищеварения у детей в период 2005–2014 гг. с диагнозом, установленным впервые в жизни, следующая: в 2005 г. среднероссийский показатель составлял 8496 больных на 100000 детей до 14 лет (именно в 2005 г. был самый высокий показатель с 1990 г.), а к 2014 г. он сократился на 5,7 % и составил 8015,9 больных на 100000 детей соответствующего возраста. Иная ситуация прослеживается у подростков 15–17 лет, где рост заболеваемости составил 35,6 % за аналогичный период (рассчитано по [2]).

Было установлено, что показатели заболеваемости органов пищеварения у детей и подростков Приморья превышают данные по России до 40 % (рассчитано по [2]). Так, анализ многолетней динамики первичной заболеваемости органов пищеварительной системы показал, что в Приморском крае наблюдается рост данной патологии среди детского населения. Темп прироста для гастрита и дуоденита составил 4,5 %, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки 1,75 %, болезней поджелудочной железы – 12,25 %, болезней желчного пузыря и желчевыводящих путей – 19,37 % [3].

Особого внимания заслуживает высокая частота случаев недостаточного потребления железа среди подростков Приморского края, особенно среди девушек (58,5 на 100 человек), организм которых особенно чувствителен к дефициту железа. И это происходит на фоне потребления загрязненной железом водопроводной питьевой воды (до 2,7 ПДК) [4]. Кроме того в Приморском крае большая доля детей с избыточной массой тела и ожирением (10 % школьников), что в настоящее время является важнейшей проблемой здравоохранения.

Также с пищевым фактором связано потребление и дефицит некоторых микроэлементов. Так, Приморский край является территорией риска возникновения болезней, связанных с дефицитом кальция и магния (остеопороз, инфаркт миокарда, артериальная гипертония и др.). По наблюдениям специалистов Роспотребнадзора выполнение нормы душевого потребления молока и молочных продуктов, разработанной Институтом питания РАМН,

составляет 7,3–10,8 %. А это очень мало для основного поставщика кальция. Аналогичная ситуация прослеживается и по магнию, хотя его дефицит не так выражен (60–80 % потребление от нормы). Основные причины: население региона мало употребляет в пищу мяса, зеленых овощей и свежих фруктов, а также использует бытовые очистители воды без блоков минерализации [5].

В период проведения исследования в 2014–2015 учебном году на территории Приморского края функционировало 536 государственных и муниципальных общеобразовательных организаций, из них 50,3 % - городские и 49,6 % - сельские, но из общей численности обучающихся (187 тыс. человек) две трети приходится на городских школьников – 75 %, доля сельских – 25 % [6].

По данным Всероссийского мониторинга организации школьного питания в субъектах Российской Федерации, охват горячим питанием школьников Приморского края в 2014 г. составил 81 %, показатель по Российской Федерации – 87 % [7].

В Приморском крае за счет реализации Закона Приморского края от 18 декабря 2006 г. № 19-КЗ «Об обеспечении бесплатным питанием детей, обучающихся в младших классах государственных (краевых) и муниципальных общеобразовательных учреждений Приморского края» бесплатное питание получали все учащиеся начальных классов, из них 99,9 % – горячее питание, 0,1 % – буфетную продукцию. Показатель охвата горячим питанием учащихся 1–4 классов выше аналогичного показателя РФ на 4,1 %. Обеспечение горячим питанием учащихся 5–11 классов общеобразовательных учреждений Приморского края осуществлялось за счет личных финансовых средств родителей. Охват горячим питанием учащихся 5–11 классов в сравнении с 2011 г. увеличился на 20,8 % и составил в 2014 г. 66,5 % (РФ 2013 г. – 80,3 %).

При организации питания школьников за период с 2011 года по 2014 год были зафиксированы следующие проблемы: 33,8 % нарушения санитарно-эпидемиологического режима на пищеблоке; 23,7 % нарушения технологии приготовления блюд; 8,4 % нарушения условий хранения и сроков реализации продуктов; 10 % нарушения норм питания, отсутствие витаминизации блюд; 6,7 % отсутствие документов, подтверждающих качество и безопасность продуктов; 18,1 % нарушения сроков прохождения медицинского осмотра сотрудниками пищеблока или прием на работу сотрудников без медицинского освидетельствования. Одной из основных проблем в организации питания детей в школах является недостаточная оснащенность объектов питания современным технологическим и холодильным оборудованием. Все нарушения законодательства в организации питания школьников связаны с несоблюдением сотрудниками пищеблоков школ требований действующих санитарных норм и правил, что свидетельствует о недостаточно эффективных формах контроля как со стороны организаторов питания, так и со стороны руководителей общеобразовательных учреждений [7].

С целью исследования качества питания школьников Приморского края было проведено анкетирование в период 2014–2015 учебного года. В анкетировании приняли участие 636 учащихся средних общеобразовательных школ в возрасте от 7 до 11 лет – 14 % и от 12 до 17 лет – 86 %, больше половины опрошенных (53,5 %) – девочки. Также были опрошены 179 родителей и 38 экспертов (директора школ, завучи, диетсестры, медицинские сестры, заведующие производством, технологи и повара). Для получения различных результатов исследования проводились в школах городов с различными условиями функционирования системы школьного питания: группа А – город с населением до 1 млн. человек (г. Владивосток) – 38 % от общей численности респондентов; группа В – город с населением от 100 тыс. до 500 тыс. человек (г. Находка) – 16,5 %; группа С – города с населением до 100 тыс. человек (г. Арсеньев, г. Лесозаводск, г. Большой Камень) – 45,5 %.

Среди респондентов от 70 % (г. Владивосток) до 90 % (г. Находка) пользуются услугами школьной столовой. Ответы родителей на вопрос – «Пользуется ли их ребенок школьной столовой», не совпали с ответами детей. Около 10 % родителей считают, что их дети не пользуются услугами столовой, в то время как почти треть школьников ответили, что не питаются в школе. Это говорит о том, что деньги, выделяемые родителями на питание в школьной столовой, дети могут тратить, покупая в магазине запрещенные к продаже в столовой продукты питания (чипсы, сухарики, газированные напитки). Здесь речь идет о тех учащихся (преимущественно старшеклассниках – 84 %), чьи родители не приобретают абонемент на питание самостоятельно на определенный период.

При анализе структуры питания особое место было отведено белковым продуктам (мясу, рыбе, молоку). Выяснилось, что большинство (33 %) школьников едят мясо 3–4 раза в неделю, 27 % детей получают полноценный животный белок ежедневно, а 15 % – редко. Следует отметить, что в структуре питания школьников ежедневно включено 31 % колбасных изделий. Тревогу вызывает тот факт, что на фоне дефицита животного белка как в школьных столовых, так и в семьях школьников редко готовят блюда из таких ценных продуктов как рыба и морская капуста. Согласно исследованию, значительная часть школьников ест рыбу 1–2 раза в неделю (34 %), 33 % – употребляют ее редко, а 5 % не едят рыбные блюда вообще.

Непрерывным продуктом в рациональном питании является молоко, которое обеспечивает потребность растущего организма в аминокислотах, в том числе незаменимых, минеральных веществах (кальций, магний, фосфор) и легкоусвояемого жира. Результаты опроса показали, что ежедневно пьют молоко 27 % школьников. Немного чаще учащиеся употребляют кисломолочные продукты, которые так необходимые для нормальной работы желудочно-кишечного тракта. Так, ежедневно их включают в свой рацион 33 % школьников, 29 % –

1–2 раза в неделю, и 4 % отказываются от данной продукции.

Радует тот факт, что школьники ежедневно употребляют овощи (35 %) и картофель (26 %), а также фрукты (47 %) и соки (32 %) – особенно богатую витаминами пищевую продукцию.

Традиционными национальными блюдами являются изделия из круп. Однако только 22 % употребляют их 1–2 раза в неделю, 17 % школьников не употребляют их вовсе, а 25 % едят их редко.

Употребление школьниками таких «вредных продуктов» как чипсы, сухарики и газированные сладкие напитки вызывает опасение, так как почти треть всех исследуемых школьников употребляет эти продукты почти каждый день, еще третья часть – 1–2 раза в неделю и столько же – очень редко.

Важный аспект качества и структуры питания – его регулярность. Как показывают исследования, большинство школьников принимает пищу 3 раза в день (48–55 % опрошенных) – рис. 1. Примерно половина (46–55 %) опрошенных школьников соблюдают режим питания – это самый популярный ответ. Но, вместе с тем, от 13 % (группа В) до 28 % (группа А) отвечали, что не соблюдают режим, так как не считают это важным; от 11 % (группа В) до 23 % (группа С) не придерживаются режима, так как не имеют такой возможности; и соблюдают его всегда от 8 % детей (группа С) до 21 % (группа В).

Большинство учащихся завтракают дома – 66 %, в школе же завтракают только 22 %. Особую

тревогу вызывает то, что 12 % детей не завтракают (самое большое число школьников, не питающихся утром, из г. Владивостока). Структура завтрака школьников представлена на рис. 2.

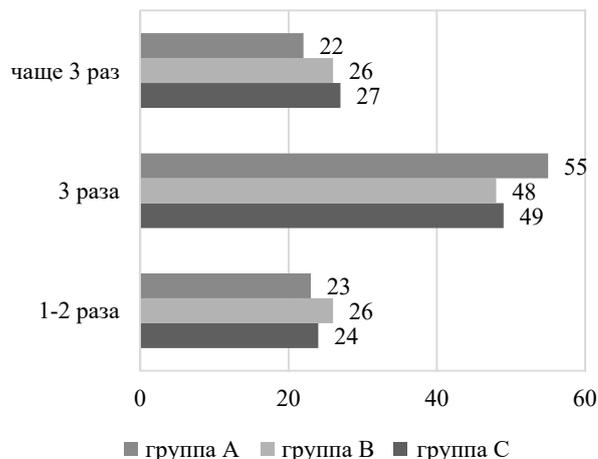


Рис. 1. Количество приемов пищи в течение дня

В ходе исследования выявлено, что обедать 67 % детей группы С предпочитают дома, несколько меньше 57 % – группа В, а группа А только 32 %. В школьную столовую ходят на обед примерно по 25 % в группах В и С, а в группе А – 47 % ребят питаются именно в школьной столовой. Структура обеда представлена на рис. 3.

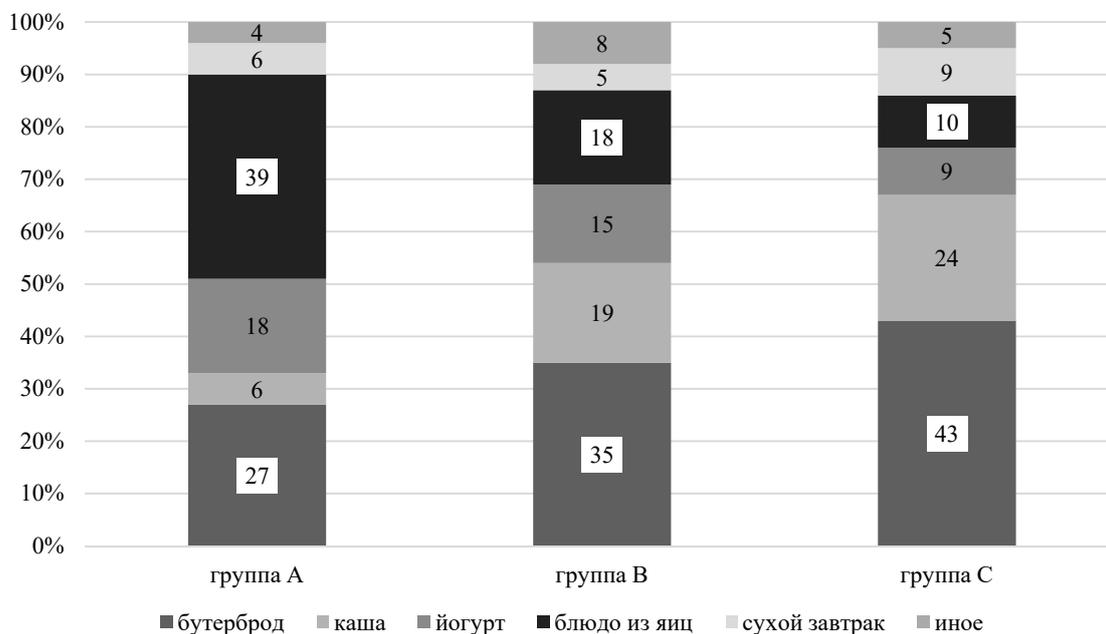


Рис. 2. Структура завтраков школьников, в %

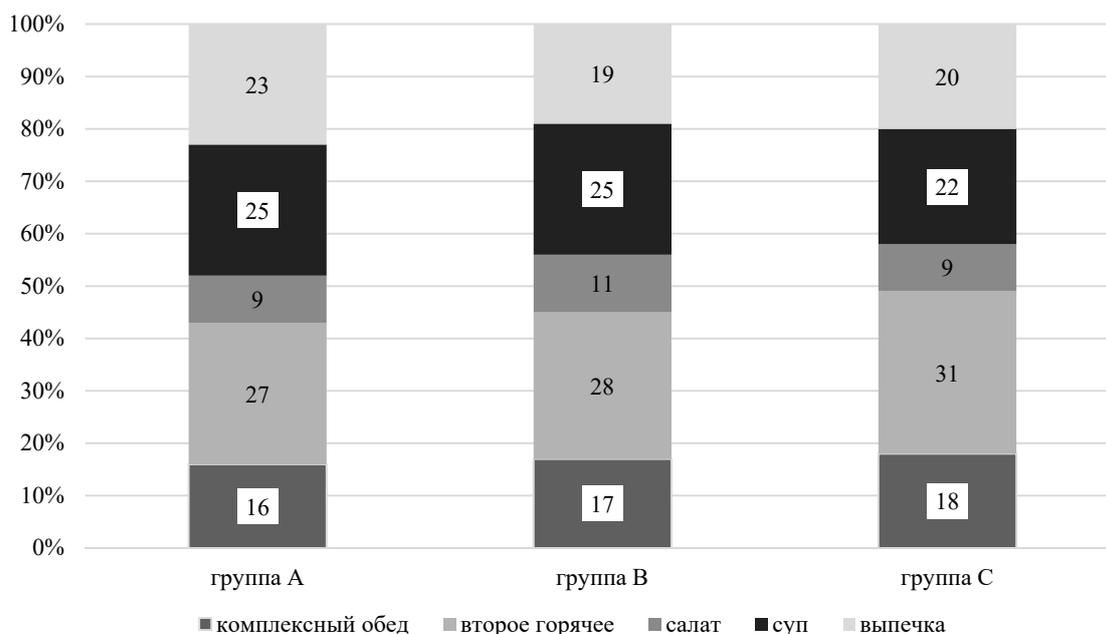


Рис. 3. Структура обеда школьников, в %

Несмотря на личные предпочтения школьников в различных блюдах и напитках, и в семье и в школе должна осуществляться разъяснительная работа о ценности и полезности различных блюд при их отличном внешнем виде, вкусе и запахе. Было выявлено, что на деньги, которые учащимся выделяют для питания в школе, от 25 до 36 % во всех городах покупают на обед пиццы и пирожки, 15–26 % – кондитерские изделия, которые затем запивают горячими и холодными напитками, и только 7–13 % приобретают комплексный обед, 4–8 % – суп, второе горячее блюдо – 12–32 %. К великому сожалению 85 % родителей поддерживают интересы питания своих детей в школе, а 15 % вообще не считают необходимым питаться в школьной столовой. При этом родители отмечают, что в меню столовой обязательно должны включаться супы – 80 %, разнообразные мясные и рыбные блюда – 65 %, овощные блюда – 50 %, салаты овощные и фруктовые – 40 %, молочные, творожные блюда и изделия из круп – 15 %, фрукты и соки – 90 %. Таким образом, сложившаяся система школьного питания городов не справляется со своей важной задачей: определенная доля детей не получает в школе горячее питание.

Половина всех опрошиваемых детей время от времени получают полдник. На полдник дети в большинстве случаев выбирали фрукты, йогурт и творожок, выпечку и соки.

Абсолютное число респондентов 77–94 % ужидают исключительно дома, однако 3–10 % школьников ответили, что не ужинают вообще. На ужин, как и на обед, дети предпочитают салат и второе горячее блюдо (46–60 %), следующими по популярности с большим отрывом следуют кисломолочные продукты от 7 до 23 %, просто салат от 6 до 17 % человек, фрукты 9–16 %.

Пища и питание для растущего организма являются не только важным условием развития, но и

элементом наслаждения, радости, которое может быть определено временем. При опросе школьников выяснилось, что большинство детей на один прием пищи затрачивают от 10 до 20 минут – 62–70 %, 21–30 минут – 20–24 %, и только единицы тратят на прием пищи больше указанного времени.

На вопрос о разнообразии рациона питания в течение дня выяснилось, что от 37 % в г. Владивостоке до 60 % детей в г. Находка следят за этим по мере возможности, от 10 до 28 % относятся к этому очень серьезно, от 20 до 30 % считают свой рацион однообразным, и по 10 % в каждой группе просто не задумывались об этом, возможно просто по незнанию. Мотивация рациональности питания представлена следующим образом: у большинства школьников просто не хватает на это времени (46–50 %), у чуть меньшего числа отсутствует желание (38–43 %), от 2 до 9 % ограничены материальными возможностями, от 5 до 9 % не хватает информации по данному вопросу. Большинство родителей (73 %) отмечено, что детям мешает питаться правильно отсутствие времени, ограниченные материальные возможности (20 %) и отсутствие желания (7 % опрошенных).

При выборе блюд для школьников основополагающими критериями явились вкус, запах и внешний вид, т.е. органолептические свойства, затем свежесть, а полезные свойства блюд и цена занимают последние места во всех исследуемых группах.

Абсолютное большинство опрошенных школьников (около 90 %) питаются платно, и при этом 40 % детей считают, что питание должно быть бесплатным для всех. В среднем на питание каждому школьнику большинство родителей (около 70 %) ежедневно выделяют 50 рублей. Большинство родителей (65 %) считают, что улучшить питание можно лишь при увеличении его финансирования за счет муниципальных органов и родителей. По оценкам

экспертов средняя стоимость завтрака составляет 25–30 руб., обед – 65–70 руб., полдника 25 руб.

Для детей очень важным аргументом принятия пищи является эстетика зала столовой, посуда, блюда. Анализ мнений школьников относительно качества питания свидетельствует о том, что около 60 % удовлетворены качеством, а треть респондентов не устраивает качество и ассортимент меню школьной столовой.

В анкетах также присутствует вопрос, касательно заболеваний, к которым может привести неправильное питание. Детям давалась возможность самим написать ответ на данный вопрос, что позволило дать оценку имеющимся знаниям относительно последствий несоблюдения режима питания. Ответы были следующими: гастрит, язва, кишечные заболевания, ожирение, расстройство желудка, головные боли, нарушения пищеварения, рак, аллергия, отравления, дистрофия, дизентерия, анемия, диатез, кариес, диабет. К сожалению 50 % опрошенных затруднились ответить на поставленный вопрос, что свидетельствует об отсутствии разъяснительной работы дома и в школе о пользе здорового питания.

Для более точной оценки качества питания в ходе исследования были опрошены эксперты (работники школ и школьных столовых, директора и заведующие производством). Согласно полученным данным, в ведении школ Приморского края в основном находятся столовые и буфеты с пропускной способностью около 100 человек. Все школы реализуют блюда, которые производятся в столовой, также реализуют полуфабрикаты.

Ответственными за качество питания в школьных столовых являются как частные предприниматели (г. Находка, г. Лесозаводск), так и директора школ и диетсестры (г. Владивосток, г. Арсеньев).

В школьных столовых в среднем работает от 3 до 8 человек. Связано это, видимо, с экономическими соображениями, зарплата у работников не велика, но такое количество работников вполне эффективно справляются со своими обязанностями и выполняют всю работу на кухне.

При характеристике оборудования столовой 85 % респондентов в г. Владивосток и г. Лесозаводск назвали его очень старым, требующим замены, 10 % ответили, что необходимое оборудование отсутствует. Работники школ в г. Находке и г. Арсеньев отметили, что технологическое оборудование является не новым, но отвечающим всем необходимым требованиям. При характеристике интерьера столовой большая часть респондентов (90 %) утверждает, что обновляется он по мере возможности.

По оценкам экспертов средняя стоимость завтрака составила: г. Владивосток – 21,20 руб., г. Лесозаводск – 25 руб., г. Находка 21,20 руб., г. Арсеньев – от 15 до 50 руб. Меню в столовых, по опросам экспертов, формируется в равных долях в зависимости от себестоимости продуктов и количества выделенных денег на питание. Питание детей обеспечивается за счет родителей (80 %), администрации города/края (20 %).

Меню же в столовых формируется в большинстве случаев (58 %) исходя из количества денег, выделенных на питания детей, и себестоимости продукции (42 %), и, к сожалению, научно-обоснованные нормы и сезонность уже не учитываются при формировании меню. Следовательно, не ведется по большей части (в 87 % случаев) расчет по энергетической ценности и основным нутриентам при формировании меню, но 13 % респондентов утверждают, что в их школах такой расчет ведется. Качество питания может обеспечиваться главным образом качеством поступающего сырья. Учитывая региональный характер, следует констатировать, что в школы Приморского края сырье поставляют в основном из КНР.

С помощью анкетирования был выяснен очень важный вопрос – нужны ли в школе уроки по культуре питания. Приятно отметить, что 58 % экспертов считают, что нужны, но на факультативной основе, а 21 % уверены, что такие уроки должны быть обязательными. В свою очередь 45 % отметили, что такие занятия необходимо проводить в младших классах, 31 % – в средних, и только 19 % уверены, что их целесообразно проводить в течение всего обучения в школе. Большинство (55 %) родителей также считают необходимым включение в школьную программу уроков по культуре питания на обязательной основе, 45 % – на факультативной основе.

Согласно данным проведенного социологического исследования 70–90 % школьников питаются в столовой. Однако далеко не все получают горячее питание (особенно это относится к старшеклассникам), а в течение продолжительного учебного дня покупают в школьной столовой лишь чай с булочкой. Подобный рацион нарушает режим питания и формирует группу риска развития желудочно-кишечных и иных заболеваний, негативно сказывается на состоянии здоровья подрастающего поколения.

На основании проведенных исследований предложено разработать ряд мероприятий, которые будут направлены на совершенствование системы качества школьного питания: модернизация материально-технической базы пищеблоков; повышение квалификации производственного персонала; внедрению методики НАССР на предприятиях-организаторах питания в школах; просвещение школьников о важности правильного питания и автоматизация мониторинга школьного питания. Особое место среди мероприятий должно быть отведено разработке проекта рациона питания на основании существующей нормативной базы, который учитывает требования по организации питания для детей разного школьного возраста, включает все необходимые группы продуктов, в том числе обогащенных дефицитными нутриентами.

Все вышеизложенные мероприятия будут способствовать улучшению здоровья учащихся, повышению эффективности их образования, а следовательно и повышению качества жизни населения Приморского края.

Список литературы

1. Тутельян, В.А. Гигиена питания: современные приоритеты, проблемы и пути их решения / В.А. Тутельян // Гигиена и санитария. – 2010. – № 6. – С. 27–28.
2. Здравоохранение в России. 2015: Статистический сборник. – М.: Росстат, 2015. – 174 с.
3. Иванова, В.К. Влияние контаминированных продуктов питания на заболеваемость органов пищеварения населения Приморского края / И.Л. Иванова, Л.В. Кислицина // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – № 4 (58). – С. 85–88.
4. Ковальчук, В.К. Оценка фактического потребления железа подростковым населением в регионе с повышенным содержанием железа в питьевой воде / В.К. Ковальчук // Экология человека. – 2015. – № 5. – С. 8–13.
5. Ковальчук, В.К. Суточное потребление некоторых макроэлементов населением Приморского края / В.К. Ковальчук, И.Л. Иванова, Д.В. Вареды // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2011. – № 4. – С. 86–90.
6. Регионы России. Социально-экономические показатели // Статистический сборник. – М.: Росстат, 2015. – 1256 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Приморском крае в 2014 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – Владивосток: Приморскстат, 2015. — 206 с. – Режим доступа: http://rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/22c/gd_2014_seb_dlya-sayta.pdf (дата обращения 15.05.2016).

References

1. Tutel'yan V.A. Gigiena pitaniya: sovremennye priority, problemy i puti ikh resheniya [Food hygiene: current Priorities, challenges and ways to solve them]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2010, no. 6, pp. 27–28.
2. *Zdravookhranenie v Rossii. 2015: Statisticheskii sbornik* [Healthcare in Russia. 2015: Statistical compilation]. Moscow: Rosstat Publ., 2015. 174 p.
3. Ivanova I.L., Kislitsina L.V. Vliyanie kontaminirovannykh produktov pitaniya na zaboлеваemost' organov pishchevareniya naseleniya Primorskogo kraia [The impact of contaminated food on the incidence of digestive diseases of the population in the Primorsky territory]. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka* [Health. Medical ecology. The science], 2014, vol. 58, no. 4, pp. 85–88.
4. Koval'chuk V.K. Otsenka fakticheskogo potrebleniya zheleza podrostkovym naseleniem v regione s povyshennym soderzhaniiem zheleza v pit'evoy vode [Estimation of actual iron consumption by adolescent population in region with high content of iron in drinking water]. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2015, May, pp. 8–13.
5. Koval'chuk V.K., Ivanova I.L., Varady D.V. Sutochnoe potreblenie nekotorykh makroelementov naseleniem Primorskogo kraia [Daily consumption of some macroelements in Primorsky Krai]. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal* [Pacific Medical Journal], 2011, no. 4, pp. 86–90.
6. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2015: Statisticheskii sbornik* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2015 Statistical compilation]. Moscow: Rosstat Publ., 2015. 1256 p.
7. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Primorskom krae v 2014 godu»* [State report. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in Primorsky Krai in 2014]. Vladivostok: Primorskstat Publ., 2015. 206 p. Available at: http://rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/22c/gd_2014_seb_dlya-sayta.pdf (accessed 15 May 2016).

Дополнительная информация / Additional Information

Шеметова, Е.В. Питание школьников Приморского края: современное состояние, качество и мониторинг / Е.В. Шеметова, Т.М. Бойцова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 112–118.

Shemetova E.V., Boytsova T.M. Schoolchildren nutrition of Primorsky Krai: current situation, quality, monitoring. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 112–118 (In Russ.).

Шеметова Елена Васильевна

старший преподаватель кафедры туризма и экологии, ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», 690014, Россия, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41, тел. +7(423)240-43-60, e-mail: elena.shemetova@vvsu.ru

Бойцова Татьяна Марьяновна

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технология продуктов питания, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», 690087, Россия, г. Владивосток, ул. Луговая 52Б; профессор кафедры туризма и экологии, ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», 690014, Россия, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41, e-mail: boitsova_tm@mail.ru

Elena V. Shemetova

Senior lecturer of Tourism and Ecology Department, Vladivostok State University of Economics and Service, 41, Gogolya Str., Vladivostok, 690014, Russia, phone: +7(423)240-43-60, e-mail: elena.shemetova@vvsu.ru

Tatyana M. Boytsova

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Food Technology, Far Eastern State Technical Fisheries University, 52B, Lugovaya Str., Vladivostok, 690087, Russia; Professor of the Department of Tourism and Ecology, Vladivostok State University of Economics and Service, 41, Gogolya Str., Vladivostok, 690014, Russia, e-mail: boitsova_tm@mail.ru



УДК 664.8.037:635.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ К ЗАМОРАЖИВАНИЮ И ДЛИТЕЛЬНОМУ ХРАНЕНИЮ ЧЕРЕШКОВ РЕВЕНЯ

С.Ю. Глебова^{1,*}, О.В. Голуб¹, Л.Б. Ратникова¹, Н.И. Давыденко²

¹Частное образовательное учреждение высшего образования
Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации» (СибУПК),
630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26

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

*e-mail: suhinsu@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 17.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. Замораживание является одним из наиболее распространенных способов консервирования овощной продукции. Замороженные овощные полуфабрикаты характеризуются высокой востребованностью, технологичностью использования, в связи с чем расширение ассортимента замороженных овощей за счет использования местного сырья, обладающего высокой пищевой ценностью, имеет важное социальное значение. Ревень является перспективным для переработки сырьем, что обуславливается высоким содержанием биологически активных веществ и многоаспектностью применения (в общественном питании, кондитерской промышленности, медицине). Цель работы – определение способности черешков ревеня местного произрастания к замораживанию и длительному хранению по комплексу показателей качества (органолептическим, биохимическим, микробиологическим). Исследования качественных характеристик осуществляли общепринятыми, стандартными методами. Технология производства замороженных черешков ревеня состояла из подготовительного (сортировка, мойка, очистка, нарезка, мойка, обсушка, упаковка, герметизация) и основного (замораживание) этапов. Установлено, что замораживание при температуре минус 32 °С не оказывает значительного влияния на органолептические показатели качества (свежих 4,76 балла, замороженных 4,50 баллов); содержание органических кислот и пектиновых веществ увеличилось соответственно на 10 и 5,9 %, содержание сахаров и витамина С снизилось на 5,3 и 7,1 %. Доказана способность замороженных черешков ревеня к длительному хранению при нормируемых национальным стандартом условиях – относительной влажности воздуха 90–95 % в течение 12 месяцев, 30 и 7 суток соответственно при минус 18 °С, минус 12 °С и минус 8 °С при сохранении своих качественных (органолептических, биохимических) и санитарно-гигиенических (мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных, а также патогенных микроорганизмов, дрожжевых организмов и плесневых грибов, бактерий группы кишечной палочки) показателей. Пищевая ценность замороженных черешков ревеня, г, не менее: углеводов – 3,0; пектиновых веществ – 3,2; органических кислот – 1,0; энергетическая ценность – 14,5 ккал/100 г.

Ключевые слова. Ревень, десертные овощи, замораживание, качество, хранение

SUITABILITY OF RHUBARB PETIOLES FOR FREEZING AND LONG-TERM STORAGE

S.Y. Glebova^{1,*}, O.V. Golub¹, L.B. Ratnikova¹, N.I. Davydenko²

¹Siberian University of Consumer Cooperation,
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia

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

*e-mail: suhinsu@mail.ru

Received: 17.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. Freezing is one of the most common methods of preserving vegetables. Frozen vegetable semi-finished products are characterized by high relevance, adaptability of usage; therefore, widening of frozen vegetable assortment due to the use of local raw materials having high nutritional value has important social significance. Rhubarb is a promising raw material for processing due to high content of biologically active substances and wide usage in food service industry, confectionery industry, and medicine. The purpose of the study was to determine the ability of local rhubarb petioles to freezing and long storage in terms of some quality

factors (organoleptic, biochemical, microbiological ones). The study of qualitative profiles was carried out using conventional standard methods. The technology of production of frozen rhubarb petioles consisted of preparatory (sorting, washing, peeling, slicing, washing, draining, packaging, sealing) and main (freezing) stages. It is established that the freezing temperature of minus 32°C does not significantly effect the organoleptic quality (4.76 points for fresh and 4.50 points for frozen goods); the content of organic acids and pectin increased by 10 and 5.9%, respectively; sugar and vitamin C contents decreased by 5.3 and 7.1%. The ability of frozen rhubarb petioles for long-term storage under standard conditions has been proved. They are 12 months, 30 and 7 days at minus 18°C, to minus 12°C and minus 8°C, respectively, under relative humidity of 90–95%, their quality (organoleptic, biochemical) and sanitary (mesophilic aerobic and facultative anaerobic, as well as pathogenic microorganisms, yeast organisms and fungi, E. coli bacteria) factors remaining stable. Nutritional value of frozen rhubarb petioles is as follows: carbohydrate – 3.0 g; pectin – 3.2 g; organic acids – 1.0 g; energy value – 14.5 kcal/100 g.

Keywords. Rhubarb, dessert vegetables, freezing, quality, storage

Введение

Ревень, как и спаржа и артишоки, относится к десертным овощам. Данная группа, в отличие от других групп овощей, объединена не по строению, а по назначению, т.е. благодаря своим вкусовым свойствам, позволяющим их использование в качестве десертной продукции. Однако также ремень используется для приготовления супов, горячих блюд, закусок, мучных кулинарных изделий и др. Традиционно в пищу используются черешки ревеня, благодаря их высокой пищевой ценности (низкой энергетической – 16 ккал/100 г, обусловленной, в основном, пектиновыми веществами, сахарами, органическими кислотами; относительно высокой физиологической – за счет витамина С, каротиноидов и т.д.; высокой органолептической – в основном оригинальными вкусом и ароматом). В последние годы исследованиям ревеня в отечественной и зарубежной практике посвящено относительно небольшое количество работ [1–6], которые имеют разные направления (продуктивность, товароведно-технологические свойства, физиологическая активность, использование в коррекции пищевого рациона, замораживание и т.д.).

Замораживание относится, в настоящее время, к наиболее используемым видам консервирования плодоовощной продукции, при котором хорошо сохраняются исходные качественные характеристики, из-за перехода свободной влаги в лед под воздействием низких температур (ниже криоскопических), а, следовательно, снижается течение физических, биохимических и микробиологических процессов. В настоящее время области исследований процессов замораживания пищевой продукции, в том числе овощной, посвящено большое количество работ [7–11].

В Распоряжении Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» предусмотрено в целях установления обязательных требований к качеству ввести обязательность обоснования сроков годности пищевой продукции. Сроки годности и условия хранения пищевой продукции устанавливаются изготовителями и вносятся в нормативно-техническую документацию. В настоящее время условия хранения и сроки годности быстрозамороженных овощей определены национальным стандартом ГОСТ Р 54683-2011 «Овощи быстрозамороженные и их смеси. Общие технические условия». Можно отметить, что в вышеуказанном стандарте указаны условия и сроки

хранения замороженной спаржи, для ревеня указания отсутствуют.

На основании вышесказанного определена цель настоящей работы – определить способность черешков ревеня местного произрастания к замораживанию и длительному хранению по комплексу показателей качества.

Объекты и методы исследований

Объект исследований: черешки ревеня. Предмет исследований: качественные характеристики замороженных черешков ревеня. Материалы: продукция, выращенная в Новосибирской области.

При установлении способности к замораживанию, а также установлении сроков годности черешков ревеня исследовали следующие качественные характеристики: органолептические, биохимические и микробиологические. В работе использовали общепринятые, стандартные методы исследований плодоовощной продукции: содержание растворимых сухих веществ – рефрактометрический метод по ГОСТ ISO 2173-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ»; содержание редуцирующих сахаров – фотоколориметрический метод по ГОСТ 8756.13-87 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров»; органических кислот, пектиновых веществ и витамина С – титриметрические методы соответственно по ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности», ГОСТ 29059-91 «Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ» и ГОСТ 24556-89 (ИСО 6557-1-86, ИСО 6557-2-84) «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С»; санитарно-гигиенические показатели – микробиологические методы исследований по ГОСТ 10444.12-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов», ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», ГОСТ 31659-2012 «Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)». Определение уровней качества замороженной продукции по органолептическим пока-

зателям осуществляли согласно разработанной авторами шкале (качественные уровни приведены в табл. 1). Дефростацию продукции перед испытаниями осуществляли в бытовых холодильниках при температуре 6–8 °С. Исследования проводились в 3–9-кратных повторностях, результаты обрабатывались статистически с использованием стандартных методов.

Для замораживания использовались черешки ревеня, предварительно подготовленные следующим образом: черешки сортировались, промывались, чистились, нарезались на кусочки длиной не более 20 мм, промывались, обсушивались, упаковывались в полиэтиленовые пакеты массой нетто 1 кг, герметизировались, замораживались при температуре воздуха в холодильной камере -32 °С до температуры в центре -18 °С.

Критический срок замороженных черешков ревеня устанавливался согласно требованиям МУК 4.2.1847-04 «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов», в котором определено, что «...коэффициент резерва для скоропортящихся продуктов составляет: при сроках годности до 7 суток включительно – 1,5; при сроках годности до 30 суток включительно – 1,3; при сроках годности свыше 30 суток – 1,2»:

- при хранении в условиях промышленных предприятий ($t=-18$ °С, $\phi=90-95$ %) – 15 месяцев;

- при хранении в условиях торговых организаций: $t=-12$ °С, $\phi=90-95$ %) – 40 суток; $t=-8$ °С, $\phi=90-95$ %) – 11 суток.

Результаты и их обсуждение

Пригодность растительного сырья для замораживания определяют, главным образом, по органолептическим показателям. Следовательно, первоначально проводили исследования органолептических характеристик черешков ревеня в свежем и замороженном состояниях. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептические показатели качества быстрозамороженных резаных черешков ревеня с учетом коэффициентов весомости ($n=7$), балл

Показатель	Свежие	Замороженные	Min - max
Внешний вид	0,94±0,09	0,91±0,10	0,2-1,0
Цвет	0,94±0,09	0,83±0,07	0,2-1,0
Консистенция	0,94±0,09	0,89±0,10	0,2-1,0
Запах	0,47±0,05	0,46±0,05	0,1-0,5
Вкус	1,46±0,15	1,41±0,14	0,3-1,5
Суммарный балл	4,76±0,18	4,50±0,21	1,0-5,0
Категория качества	отличное	отличное	неудовлетворительное - отличное

Примечание. Дифференцирование быстрозамороженных резаных овощей по категориям качества и общей балловой оценке (с учетом коэффициентов весомости) следующее: отличное – 4,43–5,00; хорошее – 3,74–4,42; удовлетворительное – 3,14–3,73; неудовлетворительное – менее 3,14. Продукция снимается с дефростации, если получено 2 балла за показатель «внешний вид», или «цвет», или «консистенция», или «запах».

Из данных табл. 1 видно, что процесс замораживания оказывает незначительное влияние на органолептические характеристики резаных черешков ревеня. Так, снижение по показателю «внешний вид» обусловлено тем, что появляются кусочки с надломами/нажимами; цвет продукции становится более неоднородным; консистенция размороженной продукции – излишне мягкой; запах – более слабым; вкус – менее выраженным. Однако, вследствие того, что замораживание происходит быстро и крупные кристаллы льда, которые могут привести к значительному разрушению тканей, не успевают образовываться, замороженные резаные черешки, как и свежие, относятся к «отличной» категории качества.

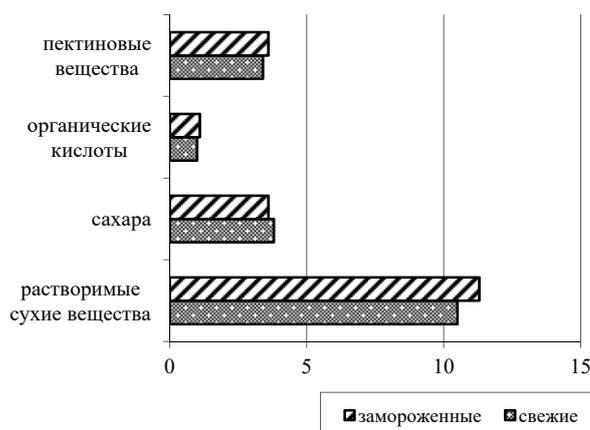


Рис. 1. Содержание основных нутриентов химического состава ревеня (резаных черешков), средние данные за 2014–2016 гг., %

Из данных рис. 1 видно, что процесс замораживания оказывает влияние на сохранность основных нутриентов, формируемых пищевую ценность быстрозамороженной продукции, в частности, резаных черешков ревеня. Так, увеличивается содержание растворимых сухих веществ на 7,6 %, органических кислот – на 10 %, пектиновых веществ – на 5,9 %. При этом наблюдается снижение содержания сахаров на 5,3 %.

Таким образом, можно констатировать, что для резаных черешков ревеня характерны общеизвестные биохимические процессы, происходящие в овощах при замораживании, оказывающие влияние на органолептические характеристики и содержание основных нутриентов пищевой ценности [7]. Рост концентрации растворимых сухих веществ в исследуемой продукции обусловлен вымораживанием свободной влаги. Образование органических кислот и других сложных органических соединений происходит из-за окисления моносахаров, содержание пектиновых веществ практически не изменяется вследствие незначительных гидролитических деструктивных повреждений.

Далее проводили исследования по изучению способности быстрозамороженных черешков ревеня сохранять свои качественные характеристики в процессе хранения при условиях, регламентированных национальным стандартом ГОСТ Р 54683-2011

– промышленных и торговых. В табл. 2 представлены результаты исследований органолептических показателей быстрозамороженной продукции в процессе хранения.

Таблица 2

Сохранность органолептических показателей быстрозамороженных резаных черешков ревеня в процессе хранения с учетом коэффициентов весомости (n=7), балл

Показатель	Конечный срок хранения при t=-18 °С	
	12 мес,	15 мес,
Внешний вид	0,71±0,10	0,66±0,09
Цвет	0,69±0,10	0,66±0,09
Консистенция	0,71±0,10	0,69±0,10
Запах	0,37±0,05	0,36±0,05
Вкус	1,11±0,14	1,07±0,15
Суммарный балл	3,60±0,19	3,43±0,28
Категория качества	удовлетворительное	удовлетворительное
при t=-12 °С		
	30 сут,	40 сут
Внешний вид	0,77±0,07	0,71±0,10
Цвет	0,77±0,07	0,71±0,10
Консистенция	0,71±0,10	0,69±0,10
Запах	0,37±0,05	0,36±0,05
Вкус	1,11±0,14	1,07±0,15
Суммарный балл	3,74±0,11	3,54±0,37
Категория качества	хорошее	удовлетворительное
при t=-8 °С		
	7 сут	11 сут
Внешний вид	0,80±0,00	0,71±0,10
Цвет	0,74±0,09	0,69±0,10
Консистенция	0,71±0,10	0,66±0,09
Запах	0,39±0,03	0,36±0,05
Вкус	1,20±0,00	1,03±0,15
Суммарный балл	3,84±0,20	3,44±0,27
Категория качества	хорошее	удовлетворительное

Из данных табл. 2 видно, что быстрозамороженные резаные черешки ревеня в процессе холодильного хранения снижают свои качественные характеристики. Так, по органолептическим показателям продукция из «отличное» (на момент замораживания) переходит в категории качества:

- «хорошее» – после 30 и 7 суток при условиях хранения в торговой сети, соответственно при температурах минус 12 и минус 8 °С;

- «удовлетворительное» – после 12 и 15 месяцев хранения в условиях промышленных предприятий при температуре минус 18 °С; после 40 и 11 суток в условиях хранения в торговой сети, соответственно при температурах минус 12 и минус 8 °С.

Переход в более низкие категории качества по органолептическим показателям обусловлен появлением смерзшихся кусочков (ухудшение показателя «внешний вид»), темных пятен («цвет»), излишне плотной/мягкой консистенцией с потерей формы («консистенция» в дефростированном виде), трудноуловимым, негармоничным запахом («запах» в дефростированном виде), слабовыра-

женным вкусом («вкус» в дефростированном виде). Основной причиной снижения вкусоароматических характеристик является деятельность ферментов.

Результаты органолептических исследований быстрозамороженных резаных черешков ревеня в процессе хранения подтверждают изменения основных нутриентов пищевой ценности, представленными на рис. 2.

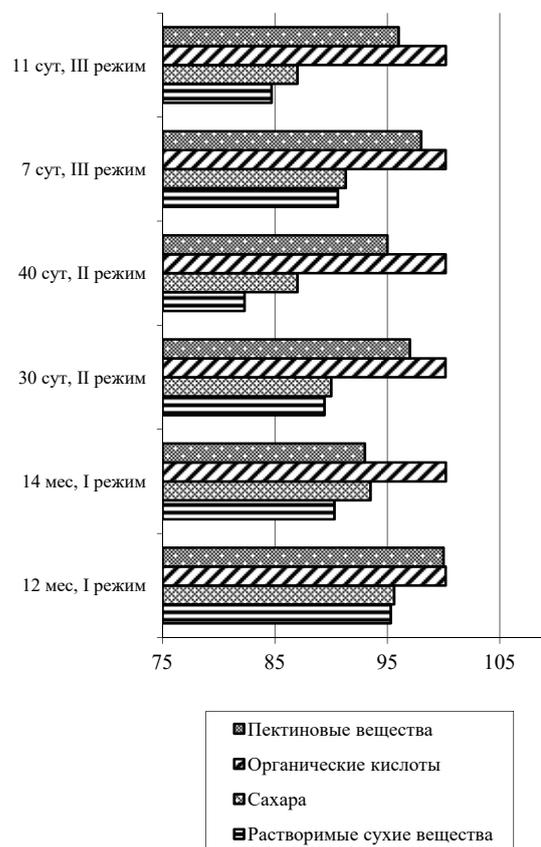


Рис. 2 Сохранность основных нутриентов быстрозамороженных резаных черешков ревеня в процессе хранения, %: I режим – минус 18 °С; II режим – минус 12 °С; III режим – минус 8 °С

Из данных рис. 2 видно, что изменения основных веществ пищевой ценности обусловлены изменениями сахаров, содержание которых снизилось до 3,44 % после 12 месяцев хранения при температуре минус 18 °С и до 3,37 % после 15 месяцев хранения. В условиях торговли данные потери более значимы, так содержание сахаров при температуре хранения минус 12 °С составило 3,24 % после 30 суток и 3,12 % после 40 суток; минус 8 °С – 3,29 и 3,13 % соответственно после 7 и 11 суток. Содержание пектиновых веществ в быстрозамороженной продукции практически не изменялось и находилось, на наш взгляд, в пределах ошибки опыта. Так при хранении при температуре минус 18 °С их потери составили 0 и 7 % соответственно после 12 и 15 месяцев; при температуре минус 12 °С – 3 и 5 % соответственно после 30 и 40 суток; при температуре минус 8 °С – 2 и 6 % соответственно после 7 и 11 суток. Содержание органических кислот при

всех условиях и периодах хранения не претерпевало практически никаких изменений, увеличение наблюдалось всего в среднем на 0,18 %. Все вышеуказанные изменения повлекли за собой незначительное уменьшение содержания растворимых сухих веществ: после 12 и 15 месяцев хранения при температуре минус 18 °С до 10,77 и 10,20 %; после 30 и 40 суток при температуре минус 12 °С до 10,10 и 9,30 %; после 7 и 11 суток при температуре минус 8 °С до 10,24 и 9,57 %. Изменения содержания основных нутриентов в быстрозамороженных резаных черешках ревеня на протяжении исследуемых условий и периодов хранения связаны, прежде всего, с происходящими в них окислительными процессами, обусловленными деятельностью ферментов, что приводит, в свою очередь, к увеличению содержания органических кислот, снижению содержания сахаров, изменению фракционного состава пектиновых веществ. Из-за образования кристаллов льда, а также активности ферментов, снижается влагоудерживающая способность растительных тканей, что приводит к потере сока при дефростации продукции, способствует уменьшению содержания растворимых сухих веществ, в том числе сахаров, пектиновых веществ.

Из данных рис. 3 видно, что процесс замораживания оказывает незначительное влияние на содержание в резаных черешках ревеня витамина С. Так, его потери после замораживания составили 7,1 %. Исследуя сохранность витамина С в замороженных черешках ревеня установлено, что его сохранность после 12 и 15 месяцев промышленного хранения (при температуре минус 18 °С), составила соответственно 84 и 78 %. В процессе хранения при условиях, установленных в торговой сети (температуре минус 12 или 8 °С) его потери значительно выше. Так при втором температурном режиме потери витамина С после 30 и 40 суток соответственно составили 17 и 24 %, а после хранения при третьем температурном режиме соответственно после 7 и 11 суток – 21 и 29 %. Снижение содержания витамина С в основном связано его окислением в процессе дефростации. Потери витамина пропорциональны продолжительности хранения и возрастают в зависимости от увеличения температуры хранения.

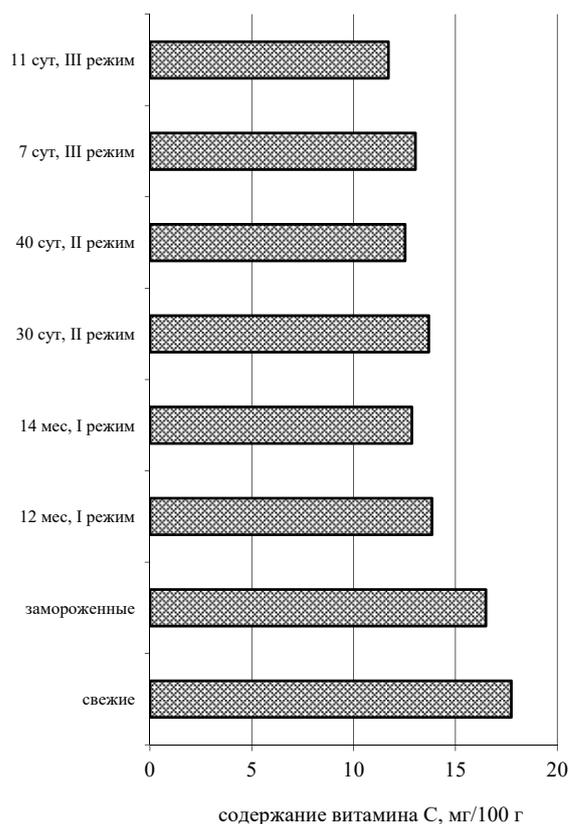


Рис. 3 Содержание витамина С ревеня (резаных черешков), в процессе хранения средние данные за 2014–2016 гг., мг /100 г: I режим – минус 18 °С; II режим – минус 12 °С; III режим – минус 8 °С

Таким образом, можно констатировать, что температура хранения оказывает существенное влияние на сохранность веществ, формирующих пищевую ценность быстрозамороженных резаных черешков ревеня.

Далее проводили исследования по изучению влияния температуры на санитарно-гигиеническое благополучие быстрозамороженных черешков ревеня по показателям, нормируемых нормативной документацией. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Микробиологические показатели быстрозамороженных резаных черешков ревеня, КОЕ /г

Показатель	Замороженные	Конечный срок хранения						Норма согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
		12 мес, t=-18 °С	15 мес, t=-18 °С	30 сут, t=-12 °С	40 сут, t=-12 °С	7 сут, t=-8 °С	11 сут, t=-8 °С	
КМАФАнМ	0,30·10 ²	0,18·10 ²	0,24·10 ²	0,20·10 ²	0,44·10 ²	0,30·10 ²	0,58·10 ²	Не более 5·10 ⁵
Плесени	1,40·10	1,10·10	1,32·10	1,30·10	1,70·10	1,42·10	2,40·10	Не более 500
Дрожжи	0,030·10	0,020·10	0,028·10	0,014·10	0,032·10	0,020·10	0,066·10	Не более 500
БГКП (колиформы)	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются в 0,01 г
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не допускаются в 25 г

Из данных табл. 3 видно, что по окончании исследуемых периодов хранения регламентируемые ТР ТС 021/2011 микробиологические показатели остаются в пределах нормируемых величин.

Следовательно, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что ревень, произрастающий в Новосибирской области, может рассматриваться как сырье для производства быстрозамороженной продукции, способной сохранять свои качественные характеристики при нормируе-

мых национальной нормативной документацией (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ГОСТ Р 54683-2011 «Овощи быстрозамороженные и их смеси. Общие технические условия») условиях промышленного и торгового хранения. Установлен срок годности быстрозамороженных резаных черешков ревеня при относительной влажности воздуха 90–95 %: при температуре минус 18 °С – 12 месяцев, минус 12 °С – 30 суток, минус 8 °С – 7 суток.

Список литературы

1. Авдеенко, С.С. Выращивание ревеня в условиях Ростовской области / С.С. Авдеенко // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 12(104). – С. 35–36.
2. Беспалова, О.В. Технология модификации растительного сырья для производства пищевых продуктов / О.В. Беспалова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 1. – С. 112–116.
3. Колдаев, М.М. Спектрофотометрические показатели извлечений из ревеня / М.М. Колдаев // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2015. – № 2(60). – С. 52–54.
4. Слюсаревская, И.В. Свойства и товароведно-технологическая характеристика ревеня / И.В. Слюсаревская // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 1. – С. 5–8.
5. Data fusion of near-infrared and mid-infrared spectra for identification of rhubarb / W. Sun, X. Xin Zhang, Z. Zhang, R. Zhu // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2017. – Vol. 171. – P. 72–79.
6. Борисова, А.В. Влияние длительности хранения на химический состав и антиоксидантные показатели свежих и замороженных овощей / А.В. Борисова, Н.В. Макарова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2013. – № 2–3. – С. 36–38.
7. Замороженные пищевые продукты: производство и реализация / ред.: Дж.А. Эванс, Ю.Г. Базарнова; пер. В.Д. Широкова. – СПб.: Профессия. – 2010. – 440 с.
8. Короткий, И.А. Определение теплофизических свойств компонентов плодовоовощной смеси в процессе замораживания / И.А. Короткий, Г.Ф. Сахабутдинова, М.И. Ибрагимов // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40. – № 1. – С. 81–86.
9. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables / S. Bureau, S. Mouhoubi, L. Touloumet, C. Garcia, F. Moreau, V. Bédouet, C. Renard // LWT – Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 64. – No. 2. – P. 735–741.
10. Frati, A. Industrial freezing, cooking, and storage differently affect antioxidant nutrients in vegetables / A. Frati, E. Antonini, P. Ninfali // Fruits, Vegetables, and Herbs. Bioactive Foods in Health Promotion. – 2016. – P. 23–39.
11. Effect of pre-treatment on pressing efficiency and properties of rhubarb (*Rheum rhaponticum* L.) juice / R., Nadulski, J. Skwarcz, A. Sujak, Z. Kobus, K. Zawisłak, A. Stój, J. Wyrostek // Journal of Food Engineering. – 2015. – Vol. 166. – P. 370–376.

References

1. Avdeenko S.S. Vyrashchivanie revenya v usloviyakh Rostovskoy oblasti [The Cultivation of rhubarb in the conditions of Rostov region]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of Urals], 2012, vol. 104, no. 12, pp. 35–36.
2. Беспалова О.В. Tekhnologiya modifikatsii rastitel'nogo syr'ya dlya proizvodstva pishchevykh produktov [Technology of modification of vegetable raw materials for food production]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Siberian Bulletin of agricultural science], 2012, no. 1, pp. 112–116.
3. Koldaev M.M. Spektrofotometricheskie pokazateli izvlecheniy iz revenya [Spectrophotometric indicators of extracts from rhubarb]. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal* [Pacific medical journal], 2015, vol. 60, no. 2, pp. 52–54.
4. Slysarevskaya I.V. Svoystva i tovarovedno-tekhnologicheskaya kharakteristika revenya [Properties, and merchandising characteristics of the rhubarb]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural products], 2015, no. 1, pp. 5–8.
5. Sun W., Xin Zhang X., Zhang Z., Zhu R. Data fusion of near-infrared and mid-infrared spectra for identification of rhubarb. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2017, vol. 171, pp. 72–79. DOI: org/10.1016/j.saa.2016.07.039.
6. Borisova A.V., Makarova N.V. Vliyanie dlitel'nosti khraneniya na khimicheskiy sostav i antioksidantnye pokazateli svezhikh i zamorozhennykh ovoshchey [Influence of storage duration on chemical composition and antioxidant indicators of fresh and frozen vegetables]. *Izvesti vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*. [News institutes of higher Education. Food technology], 2013, no. 2–3, pp. 36–38.
7. Evans Ju.A. (ed.) *Frozen Food Science and Technology*. Wiley-Blackwell Publ. Ltd, 2008. (Russ. ed.: Bazarnova Yu.G. (ed.), Shirokova V.D. *Zamorozhennyye pishchevyye produkty: proizvodstvo i realizatsiya*. St. Petersburg: Professiya Publ., 2010. 440 p.).
8. Korotkiy I.A., Sahabutdinova G.F., Ibragimov M.I. Opredelenie teplofizicheskikh svoystv komponentov plodoovoshchnoy smesi v protsesse zamorazhivaniya [Determination of thermophysical properties of components of fruit and vegetable mixtures in freezing]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2016, vol. 40, no. 1, pp. 81–86.
9. Bureau S., Mouhoubi S., Touloumet L., Garcia C., Moreau F., Bédouet V., Renard C.M.G.C. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables. *LWT - Food Science and Technology*, 2015, vol. 64, no. 2, pp. 735–741. DOI:10.1016/j.lwt.2015.06.016.

10. Frati A., Antonini E., Ninfali P. Industrial freezing, cooking, and storage differently affect antioxidant nutrients in vegetables. *Fruits, Vegetables, and Herbs. Bioactive Foods in Health Promotion*, 2016, pp. 23–39. DOI:10.1016/B978-0-12-802972-5.00002-0.

11. Nadulski R., Jacek Skwarcz J., Sujak A., Kobus Z., Zawisłak K., Stój A., Wyrostek J. Effect of pre-treatment on pressing efficiency and properties of rhubarb (*Rheum rhaponticum* L.) juice. *Journal of Food Engineering*, 2015, vol. 166, pp. 370–376. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2015.06.035.

Дополнительная информация / Additional Information

Исследование пригодности к замораживанию и длительному хранению черешков ревеня / С.Ю. Глебова, О.В. Голуб, Л.Б. Ратникова, Н.И. Давыденко // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 119–125.

Glebova S.Yu., Golub O.V., Ratnikova L.B., Davydenko N.I. Suitability of rhubarb petioles for freezing and long-term storage. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 119–125 (In Russ.).

Глебова Светлана Юрьевна

канд. биол. наук, доцент, заведующая кафедрой технологии и организации общественного питания, Частное образовательное учреждение высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-16-20, e-mail: suhinsu@mail.ru

Голуб Ольга Валентиновна

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, технологии общественного питания, Частное образовательное учреждение высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-17-53, e-mail: golubiza@rambler.ru

Ратникова Лариса Борисовна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, Частное образовательное учреждение высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 346-16-20, e-mail: equippit@sibupk.nsk.su

Давыденко Наталия Ивановна

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: nat1861@yandex.ru

Svetlana Yu. Glebova

Cand.Sci.(Biol.), Associate Professor, Head of the Department of Catering Technology and Organization, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-16-20, e-mail: suhinsu@mail.ru

Olga V. Golub

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity and Examination of Goods, Technology of Public Catering, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-17-53, e-mail: golubiza@rambler.ru

Larisa B. Ratnikova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Public Catering, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 346-16-20, e-mail: equippit@sibupk.nsk.su

Nataliia I. Davydenko

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of technology and organization of public catering, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: nat1861@yandex.ru



УДК [635+634.7]:543.42

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПОДЛИННОСТИ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИИ НАРУШЕННОГО ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ

Ю.В. Голубцова

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

*e-mail: ahr@kemtipp.ru

Дата поступления в редакцию: 20.02.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. Использование метода ИК-Фурье спектроскопии для определения подлинности сырья активно применяется в последние годы. Данный метод имеет ряд преимуществ: исследовать можно любые образцы, в любой форме и агрегатном состоянии – твердые и жидкие, порошки и пасты, гранулы, суспензии, волокна и т.д. Весь анализ занимает буквально минуту, включая размещение образца, сбор и обработку данных. Автором проведена оценка качества и подлинности плодово-ягодного сырья методом ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения. Изучение полученных ИК-спектров плодово-ягодного сырья показало, что у каждого вида сырья имеются отличия в рисунке, в степени интенсивности полос поглощения и величине площади под спектральной кривой поглощения, что, по-видимому, определяется особенностями химического состава сырья. Установлено, что с помощью метода ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения можно получить индивидуальные ИК-спектры плодово-ягодного сырья. Экспериментально доказано, что метод ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения позволяет идентифицировать плодово-ягодное сырье; полученные индивидуальные ИК-спектры и спектральные характеристики (интенсивность полосы поглощения и площадь под спектральной кривой поглощения) являются строго специфичными для каждого вида сырья и обусловлены, по-видимому, морфологическими особенностями строения и химического состава. Они позволяют идентифицировать видовую принадлежность при введении в библиотеку прибора стандартного спектра образца. Изучение возможности применения метода ИК-Фурье спектроскопии для идентификации плодово-ягодного сырья в сложных пищевых системах показало, что данный метод позволяет определить наличие в продукте плодово-ягодного сырья, но идентифицировать его видовую принадлежность не позволяет.

Ключевые слова. Плодово-ягодное сырье, спектроскопия, ИК-Фурье, видовая идентификация, растительное сырье, фальсификация продуктов

EVALUATION OF QUALITY AND AUTHENTICITY OF FRUIT RAW MATERIAL USING FTIR SPECTROSCOPY OF FRUSTRATED TOTAL INTERNAL REFLECTION

Yu.V. Golubtsova

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

*e-mail: ahr@kemtipp.ru

Received: 20.02.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. The use of FTIR spectroscopy to determine the authenticity of the raw material has been actively applied in recent years. This method has several advantages: one can examine any of the samples, in any form or state of aggregation - solids and liquids, powders, pastes, granules, suspensions, fibers, etc. The study of the obtained IR spectra of fruit raw material has shown that each type of raw material has differences in patterns, in the degree of intensity of absorption bands and the area under the spectral absorption curve that appears to be determined by chemical composition characteristics of raw materials. It has been found that using the method of FTIR spectroscopy of frustrated total internal reflection one can obtain IR spectra of individual fruit raw material. It is experimentally proved that FTIR attenuated total reflectance spectroscopy method allows identification of fruit raw materials. The obtained individual IR spectra and spectral characteristics (absorption band intensity and the area under the spectral absorption curve) are strictly specific to each type of raw material and due, apparently, the morphological features of structure and chemical composition. They allow us to identify species when introducing the standard sample spectrum into the instrument library. The investigation of the possibility of applying the method of FTIR spectroscopy to identify the fruit raw material in complex food systems has shown that this method allows us to determine the presence of the fruit raw material in the product, but it is impossible to identify the species it belongs to.

Keywords. Fruit raw material, spectroscopy, FTIR, identification of species, plant raw material, falsification of food products

Введение

В последние годы в исследовании качества пищевого и лекарственного сырья применяют новые методы спектроскопии [1]. Все большее распространение в исследовании качества и подлинности сырья находит метод ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). При использовании данного метода ИК-излучение проникает в образец на глубину около одного микрометра, а детектор регистрирует спектр поглощения. Метод имеет ряд преимуществ по сравнению с техникой измерения на пропускание. Исследовать можно любые образцы, в любой форме и агрегатном состоянии – твердые и жидкие, порошки и пасты, гранулы, суспензии, волокна и т.д. Весь анализ занимает буквально минуту, включая размещение образца, сбор и обработку данных [2–4].

Идентифицируют значения характеристических частот ИК-спектра, соответствующих химическому составу образца, и определяют подлинность пищевого или лекарственного растительного сырья по табличным спектральным данным для эталонных образцов сырья. На практике при интерпретации спектров определяют положение полос поглощения и их интенсивность (сильная, средняя, слабая). Сопоставление ИК-спектров начинают с анализа характеристических полос, которые обычно хорошо проявляются на спектрах, и лишь при их совпадении сопоставляют низкочастотную область [5]. Совпадение спектральной кривой исследуемого вещества с рисунком стандартного спектра свидетельствует об идентичности двух веществ (видов сырья). Отсутствие в спектре исследуемого вещества полос, наблюдаемых в спектре стандартного образца, однозначно указывает на то, что эти вещества различны. Присутствие в спектре исследуемого вещества большего числа полос, по сравнению со спектром стандарта, может быть объяснено как загрязнением исследуемого вещества, так и различием обоих веществ [6]. Таким образом, ИК-спектр испытуемого образца должен иметь полное совпадение полос поглощения с полосами поглощения стандартного спектра по положению и относительной интенсивности [7].

Метод ИК-спектроскопии широко используется для оценки подлинности и качества лекарственного сырья, в частности в оценке загрязнения сырья техногенного характера [3, 4, 8] в исследованиях по идентификации компонентов растительного сырья и продуктов питания растительного происхождения [9, 10, 11].

Объекты и методы исследования

Теоретические и экспериментальные исследования выполнены на кафедре «Бионанотехнология» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)».

Отдельные этапы работы выполнены в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной Рос-

сии на 2009–2013 годы», ГК №14.740.11.1219 по теме: «Молекулярно-генетический анализ ДНК растительного происхождения с целью разработки ПЦР-тест-систем для идентификации фальсификации продуктов на их основе», соглашение № 4.В37.2.968.

Целью исследований являлась оценка качества, подлинности и видовой принадлежности плодово-ягодного сырья методом ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения. Согласно выдвинутой научной гипотезе изучение полученных ИК-спектров плодово-ягодного сырья покажет отличия в рисунке, степени интенсивности полос поглощения и величине площади под спектральной кривой поглощения для каждого вида сырья.

В работе исследовано плодово-ягодное сырье: *Ribes úva-crispa* (крыжовник обыкновенный, сорт Кооператор), *Rosa majalis Herrm* (шиповник майский), *Prunus fruticosa* (вишня степная, сорт Алтайская ласточка), *Actinidia deliciosa* (киви деликатесный). Ягоды крыжовника, вишни и шиповника были собраны в августе 2015 года на территории Кемеровской области. В работе использованы плоды киви урожая 2015 года, страна производитель – Китай.

В качестве дополнительного метода в оценке качества и подлинности плодово-ягодного сырья применяли метод ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). В работе использован ИК-спектрофотометр IRPrestige-21 (Shimadzu) с приставкой с НПВО Silver Gate™ и программным пакетом IRsolution, включающим модули сбора и обработки данных, их количественного анализа, формирования собственных библиотек спектров, идентификации соединений по собственным и стандартным библиотечкам спектров, преобразования форматов спектральных файлов, обработки микроскопических изображений, а также библиографию по ИК-спектроскопии.

Спектры образцов плодово-ягодного сырья снимались в диапазоне 600–4000 см⁻¹, ширина щели 4 см⁻¹, усиление 1, количество сканов 40.

В работе предпринята попытка идентификации вида плодово-ягодного сырья в многокомпонентной пищевой системе. Для этих целей полученные спектры плодово-ягодного сырья были введены в базу данных ИК-спектрометра.

Для изучения возможности идентификации вида плодово-ягодного сырья в сложной многокомпонентной системе готовили модельную пищевую систему на основе биопродукта творожного йогуртного – «Активия» следующего состава: творог обезжиренный, обезжиренное молоко, сливки, концентрат молочных белков, желатин, йогуртная закваска, бифидобактерии *ActiRegularis* (не менее 1x10⁷ КОЕ/г), массовая доля жира 4,5 %, изготовитель: ООО Данон Индустрия. Плодово-ягодное сырье измельчали на блендере и вносили в творожный йогуртный продукт в количестве 5 % от массы (в случае использования одного вида плодово-ягодного сырья и их смеси).

Результаты и обсуждение

В ходе проведения серии последовательных экспериментов получены ИК-спектры плодово-ягодного сырья, возникшие в результате колебательного движения молекул, а именно – в результате переходов между колебательными уровнями основного электронного состояния молекул.

Анализ спектров показывает, что их рисунок строго специфичен для каждого вида сырья (рис. 1, табл. 1). Тем не менее, у всех видов сырья в ИК-спектрах имеются сходные области полос поглощения по положению, но различающиеся своей интенсивностью.

В области частот 3800–2600 см⁻¹ ИК-спектров обычно проявляются частоты валентных колебаний ОН-групп, включенных во внутримолекулярные водородные связи, а также групп СН₂ и СН₃. В области частот 1800–1200 см⁻¹ в основном проявляются характеристические частоты валентных колебаний групп –С=О и –С=C-, деформационных колебаний метильных и метиленовых групп, а также ОН-групп.

Максимальные пики поглощения выявлены в диапазоне частот 1100–1000 см⁻¹ у всех видов плодово-ягодного сырья. Данные пики могут быть обусловлены колебаниями, связанными с группой С-О-Н некоторых фенольных соединений (например, первичных и вторичных спиртов), которые в большом количестве присутствуют в ягодах и плодах растений. Фенольные соединения являются одним из многочисленных классов вторичных соединений растений, обуславливающих их биологическую ценность.

С наличием фенольных соединений связаны также полосы поглощения, обусловленные валентными колебаниями свободных групп ОН (частоты 3670–3580 см⁻¹), внутри- и межмолекулярных Н-связей в димерах и полимерах (частоты 3400–3200 см⁻¹), колебаниями, связанными с группой С-О-Н: R-О-Н (частоты 1450–1250 см⁻¹, 750–650 см⁻¹), первичных спиртов (частоты 1075–1000; 1350–1260 см⁻¹), вторичных спиртов (частоты 1125–1030; 1350–1260 см⁻¹), третичных спиртов (частоты 1170–1100; 1410–1310 см⁻¹), фенолов (частоты 1270–1140; 1410–1310 см⁻¹), колебаниями групп карбоновых кислот: валентными колебаниями групп СООН (частоты 1760; 1725–1700 см⁻¹), свободными ОН-группами (частоты 3350–3500 см⁻¹), связанными ОН-группами (частоты 3300–2500 см⁻¹), любыми группами ОН (частоты 995–890 см⁻¹), колебаниями С-О связей (частоты 1320–1210 см⁻¹); колебаниями С-О-С в эфирах ароматических кислот (частоты 1300–1250 см⁻¹).

О присутствии углеводов свидетельствуют полосы поглощения, обусловленные валентными колебаниями СН₂-групп при частоте ~ 2930 см⁻¹. Следует отметить, что при характеристике интенсивности полос ИК-спектров анализируют интенсивность в максимуме поглощения и интегральную интенсивность (площадь под спектральной кривой поглощения). Анализ спектров показывает, что практически у всех исследуемых видов плодово-ягодного сырья с различной степенью интенсивности

присутствуют полосы поглощения в указанных диапазонах частот.

Изучение полученных ИК-спектров плодово-ягодного сырья показало, что у каждого вида сырья имеются отличия в рисунке, в степени интенсивности полос поглощения и величине площади под спектральной кривой поглощения, что, по-видимому, определяется особенностями химического состава сырья. Наибольшая величина интенсивности в максимуме поглощения характерна для плодов шиповника в диапазонах частот: 3526,03; 2500...2774; 1709,97 и 3174,0 см⁻¹ и соответственно равна 28,29; 77,41...75,06; 59,02 и 57,31 усл. ед; однако интегральная интенсивность равна соответственно 8,94; 8,04...7,32; 15,78 и 21,17 усл. ед. Для плодов вишни и киви характерны средняя интенсивность полос в максимуме поглощения (21,33...38,42 усл. ед.), в диапазонах частот: 2218,23; 3212,58; 3311,92; 3507,70 см⁻¹ (для вишни) и 3113,24; 3470,09; 3625,37; 3879,98; 3933,99 см⁻¹ (для киви); при этом отмечаются и средние величины интегральной интенсивности (в диапазоне значений 10,04...48,84 усл. ед., за исключением частоты 3507,7 см⁻¹ у вишни).

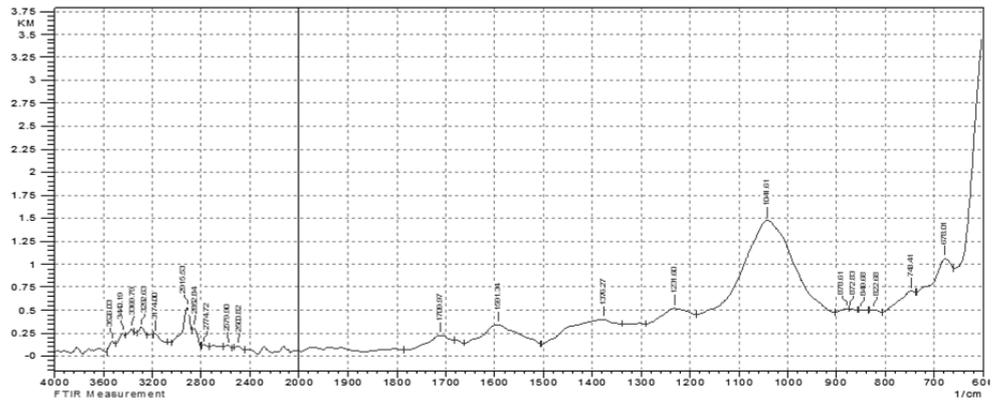
Проведенные исследования показали, что с помощью метода ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения можно получить индивидуальные ИК-спектры плодово-ягодного сырья. Экспериментально установлено, что рисунок ИК-спектра, такие спектральные характеристики, как интенсивность полосы поглощения и площадь под спектральной кривой поглощения, являются строго специфичными для каждого вида сырья и позволяют идентифицировать видовую принадлежность при введении в библиотеку прибора стандартного спектра образца.

Остается открытым вопрос о возможностях данного метода в идентификации растительного сырья в многокомпонентных пищевых системах.

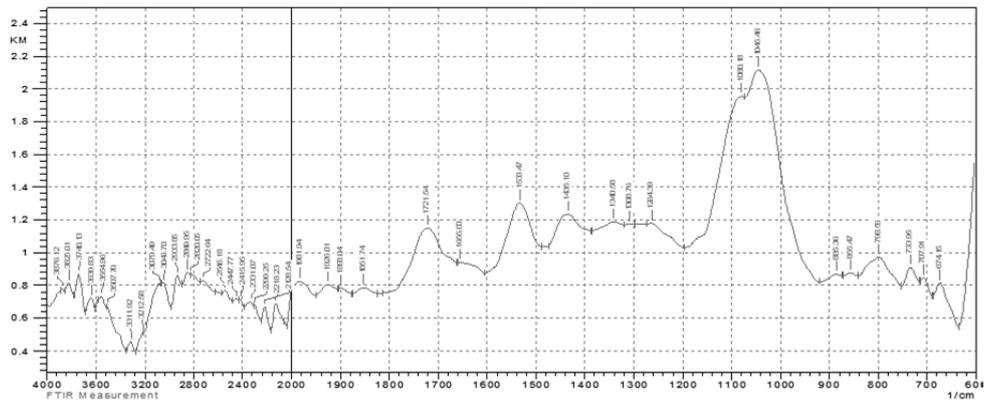
Для исследований возможности использования метода ИК спектроскопии в идентификации растительного сырья в многокомпонентных пищевых системах использован биопродукт творожный йогуртный – «Активия».

Результаты исследований показывают, что из большого набора органических веществ в библиотеке ИК-спектрометра, данный метод позволяет идентифицировать, с большей вероятностью, наличие в пищевой системе плодово-ягодного сырья, однако видовую принадлежность плодово-ягодного сырья данный метод определить не позволяет (рис. 2, 3).

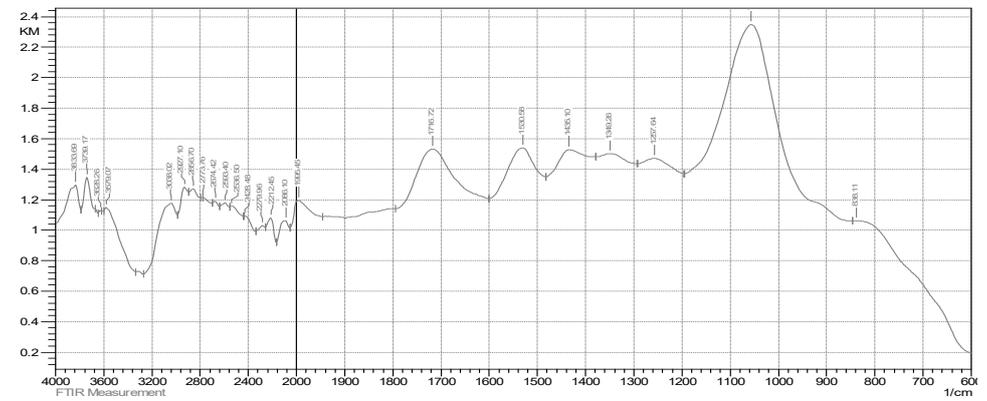
Как показывают данные рис. 2 программный пакет IRsolution ИК-спектрометра из собственных библиотек спектров (справочные данные) выбрал приоритетными в составе йогурта ИК-спектры плодово-ягодного сырья с вероятностью 724–765 % из 1000 (позиции 1–8), однако идентифицировал в качестве основного вида – плоды шиповника вместо киви (выделенная позиция № 1 в списке ИК-спектров библиотеки). При анализе йогурта с фруктовой смесью программный пакет спектро-



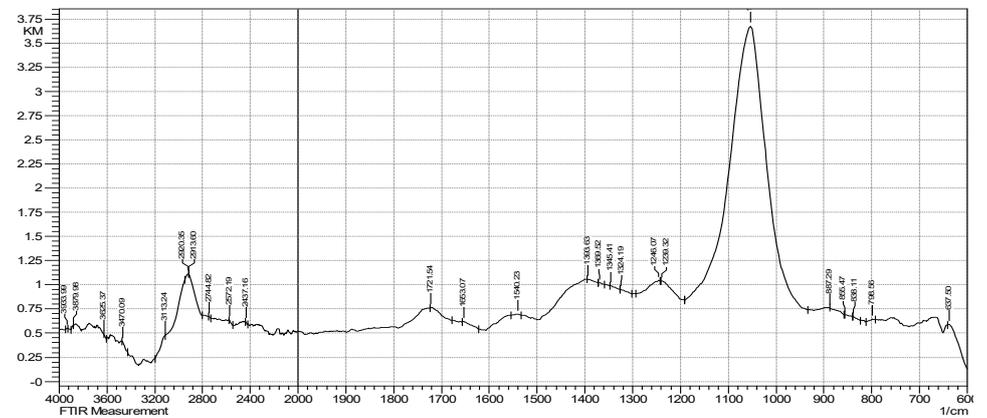
а



б



в



г

Рис. 1. ИК-спектры плодово-ягодного сырья: а) шиповник; б) вишня; в) крыжовник; г) киви: оси: горизонтальная – волновое число (1/см), вертикальная – поглощение (отн. ед.)

метра приоритетно идентифицировал в составе йогурта плодово-ягодное сырье с вероятностью 785–702 % из 1000 (позиции 1–8), однако с

наибольшей вероятностью был идентифицирован крыжовник (выделенная позиция № 1 в списке ИК-спектров библиотеки) (рис. 3.).

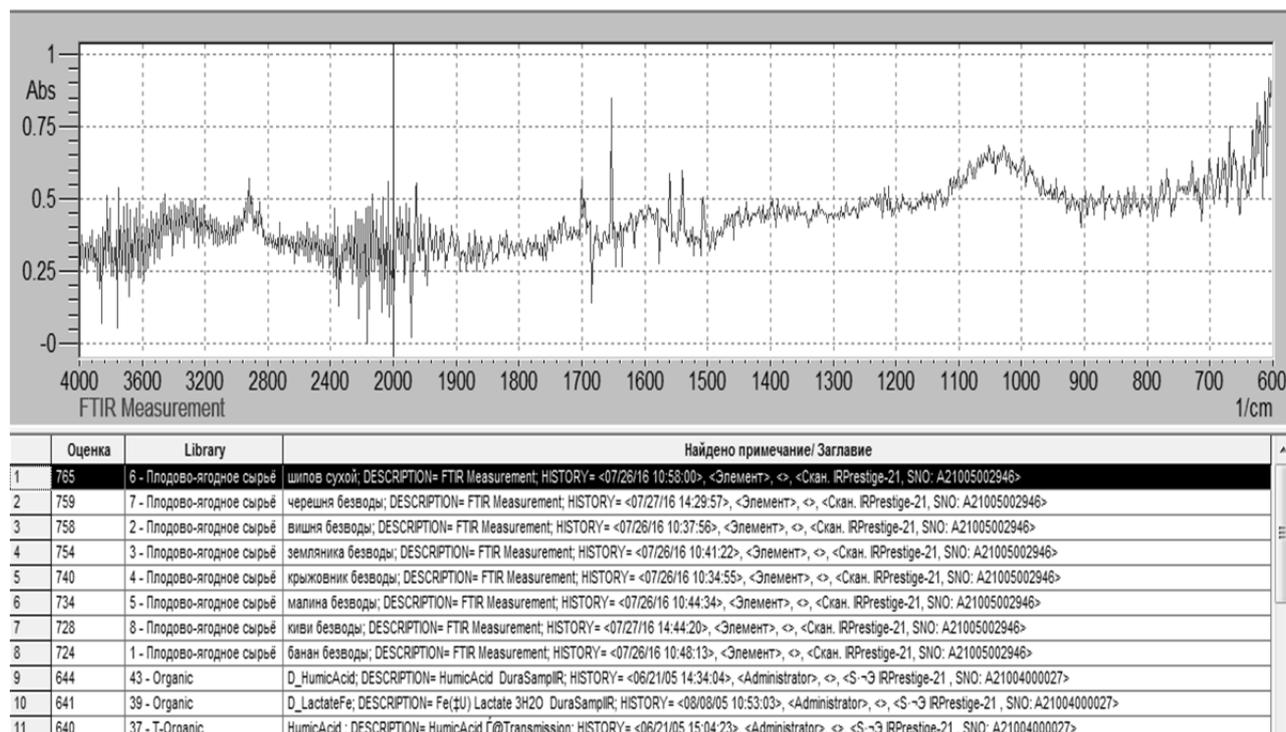


Рис. 2. ИК-спектры йогурта с 5 % фруктовой смесью: оси: горизонтальная – волновое число (1/см), вертикальная – поглощение (отн. ед.)

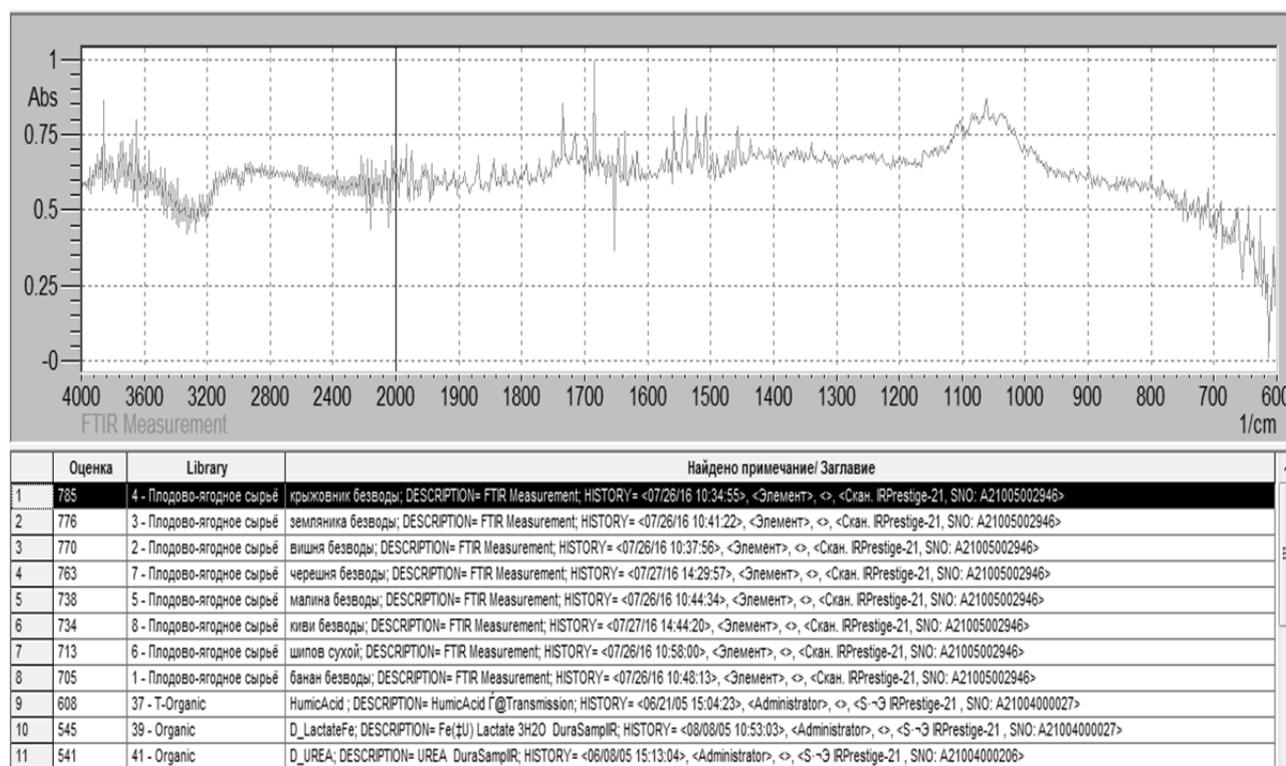


Рис. 3. ИК-спектры йогурта с 5 % фруктовой смесью: оси: горизонтальная – волновое число (1/см), вертикальная – поглощение (отн. ед.)

В литературных источниках практически нет сведений о возможности использования ИК-

спектроскопии в оценке подлинности растительно-го сырья в составе многокомпонентных пищевых

систем. Имеется работа И.А. Авиловой и Д.В. Хлыстова (2014) по возможности использования метода ИК-спектроскопии для определения качества растительных масел, подтверждения подлинности состава, а также для идентификации производителя растительных масел и контроля технологического процесса [5].

Таким образом, метод ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения позволяет идентифицировать плодово-ягодное сырье; полученные индивидуальные ИК-спектры и спектральные характеристики (интенсивность полосы поглощения и площадь под спектральной кривой поглощения) являются строго специфичными для каждого вида сырья и обусловлены, по-видимому,

морфологическими особенностями строения и химического состава.

Изучение возможности применения метода ИК-Фурье спектроскопии для идентификации плодово-ягодного сырья в сложных пищевых системах показало, что данный метод позволяет определить наличие в продукте плодово-ягодного сырья, но идентифицировать его видовую принадлежность не позволяет.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния сахаров, кислот и др. веществ, добавленных извне и присутствующих в составе плодов и ягод на спектральные характеристики, а также использование плодово-ягодных соков вместо плодов.

Список литературы

1. Применение тандемной масс-спектрометрии с ионизацией электрораспылением для идентификации икарина в растительном сырье / О.А. Шевлякова, А.А. Ихалайнен, А.М. Антохин, В.Ф. Таранченко [и др.] // Масс-спектрометрия. – 2014. – Т. 11. – № 4. – С. 247–254.
2. Арзамасцев, А.П. Современное состояние проблемы применения ИК-спектроскопии в фармацевтическом анализе лекарственных средств / А.П. Арзамасцев, Н.П. Садчикова, А.В. Титова // Химико-фармацевтический журнал. – 2008. – № 8. – С. 26–30.
3. Использование метода Фурье-ИК спектроскопии для изучения изменений химического состава *Potentilla Erectata Raeusch.* под действием антропогенных факторов / Н.В. Ильяшенко, В.Д. Ильяшенко, С.М. Деметьева, С.Д. Хижняк, П.М. Пахомов // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». – 2009. – № 13. – С. 211–220.
4. Влияние факторов окружающей среды на изменения химического состава в листовых пластинках биоиндикационных растений-гидрофитов на примере рогилиста темно-зеленого (*Ceratophyllum Demersum L.*) / Н.В. Ильяшенко, Ю.Г. Оленева, А.И. Иванова, С.Д. Хижняк, П.М. Пахомов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 1–10.
5. Авилова, И.А. Возможность использования метода ИК-спектроскопии при анализе сырья и продуктов питания растительного происхождения / И.А. Авилова, Д.В. Хлыстов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Физика и химия. – 2014. – № 1. – С.34–37.
6. Гордеева, Л.Н. Идентификация винодельческой продукции методами хроматографии и спектрометрии / Л.Н. Гордеева // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2004. – № 1. – С. 35.
7. Monitoring toasting intensity of barrels by chromatographic analysis of volatile compounds from toasted oak wood / P. Chatonnet, I. Cutzach, M. Pons, D. Dubourdieu // J. Agric. Food Chem. – 1999. – N 47. – P. 4310–4318.
8. Инфракрасные спектры лепестков цветков одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale Wigg.*) в зависимости от места произрастания / Т. Шукуров, А.А. Джураев, З.М. Хаитова, Ан. Джубаев // Доклады академии наук республики Таджикистан. – 2008. – № 5. – С. 351–355.
9. Просеков, А.Ю. Современные методы исследования сырья и биотехнологической продукции / А.Ю. Просеков, О.О. Бабич, С.А. Сухих. – Кемерово, 2013. – 183 с.
10. Просеков, А.Ю. Влияние технологической обработки продовольственного сырья на эффективность видовой идентификации / А.Ю. Просеков, Ю.В. Голубцова, К.А. Шевлякова // Пищевая промышленность. – 2014. – № 6. – С. 8–10.
11. Съедин, А.В. Использование метода ИК-спектроскопии для экспресс-идентификации тиогликозидов в растительном сырье / А.В. Съедин, Т.В. Орловская, М.В. Гаврилин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 32–38.
12. Prosekov A.Yu. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A.Yu. Prosekov, S.A. Ivanova // Foods and Raw Materials. – 2016.– Vol. 4, – № 2. – pp. 201–211. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.
13. Prosekov A.Yu. Theory and practice of prion protein analysis in food products / A.Yu. Prosekov // Foods and Raw Materials. – 2014.– Vol. 2, –№ 2. – pp. 106–120. DOI: 10.12737/5467.

References

1. Shevlyakova O.A., Ikhalaaynen A.A., Antokhin A.M., Taranchenko V.F., Goncharov V.M., Aksenov A.V., Mitrofanov D.A., Rodin I.A., Shpigun O.A. Primenenie tandemnoy mass-spektrometrii s ionizatsiey elektroraspyleniem dlya identifikatsii ikariiina v rastitel'nom syr'e [Application of tandem electrospray/ionization mass spectrometry for identification of icariin in plant materials]. *Mass-spektrometriya* [Mass-Spektrometria], 2014, vol. 11, no. 4, pp. 247–254.
2. Arzamastsev A.P., Sadchikova N.P., Titova A.V. Sovremennoe sostoyanie problemy primeneniya IK-spektroskopii v farmatsevticheskom analize lekarstvennykh sredstv [Current state of IR spectroscopy application to pharmaceutical analysis]. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal* [Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal], 2008, no. 8, pp. 26–30.
3. Ilyashenko N.V., Ilyashenko V.D., Dementieva S.M., Khizhnyak S.D., Pakhomov P.M. Ispol'zovanie metoda Fur'e-ИК спектроскопии dlya izucheniya izmeneniy khimicheskogo sostava *Potentilla Erectata Raeusch.* pod deystviem antropogennykh faktorov [Use of the fourier ir spectroscopy for the study of chemical composition changes of *Potentilla Erecta Raeusch.* under the influence of anthropogenic factors]. *Vestnik TvGU. Seriya «Biologiya i ekologiya»* [Gerald of Tver State University. Series: Biology and Ecology], 2009, no.13, pp. 211–220.

4. Ilyashenko N.V., Oleneva Yu.G., Ivanova A.I., Khizhnyak S.D., Pakhomov P.M. Vliyanie faktorov okruzhayushchey sredy na izmeneniya khimicheskogo sostava v listovykh plastinkakh bioindikatsionnykh rasteniy-gidrofitov na primere rogolista temno-zelenogo (*Ceratophyllum Demersum L.*) [Effect of ambient environment factors on the chemical composition changes in leaf platelets of bioindicative hydrophytic plants after the example of deep green hornwort (*Ceratophyllum Demersum L.*)]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2012, no. 2, pp.1–10.
5. Avilova I.A. Vozmozhnost' ispol'zovaniya metoda IK-spektroskopii pri analize syr'ya i produktov pitaniya rastitel'nogo proiskhozhdeniya [The possibility of using the method of ir spectroscopy for the analysis of raw materials and foods of plant origin]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Fizika i khimiya* [Proceedings of the Southwest State University Physics and Chemistry], 2014, no. 1, pp. 34–37.
6. Gordeeva L.N. Identifikatsiya vinodel'cheskoy produktsii metodami khromatografii i spektrometrii [Identification of wine production by chromatography and spectrometry]. *Pishchевaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal* [Food and processing industry. Abstract Journal], 2004, no. 1, p. 35.
7. Chatonnet P., Cutzach I., Pons M., Dubourdieu D. Monitoring toasting intensity of barrels by chromatographic analysis of volatile compounds from toasted oak wood. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, no. 47, pp. 4310–4318.
8. Shukurov T., Dzhuraev A.A., Chaitova Z.M., Dzhuraev An.A., Marupov R. Infra-krasnye spektry lepestkov tsvetkov oduvanchika lekarstvennogo (*Taraxacum officinale Wigg.*) v zavisimosti ot mesta proizrastaniya [Infra-red spectra petals of colors of the dandelion medicinal (*Taraxacum officinale Wigg.*) depending on the place of growth]. *Doklady akademii nauk respublikhi Tadzhikistan* [Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan], 2008, no. 5, pp. 351–355.
9. Prosekov A.Yu., Babich O.O., Sukhikh S.A. *Sovremennye metody issledovaniya syr'ya i biotekhnologicheskoy produktsii* [Modern methods of research of raw materials and biotechnology products]. Kemerovo: KemIFST Publ., 2013. 183 p.
10. Prosekov A.Yu., Golubtsova Yu.V., Shevyakova K.A. Vliyanie tekhnologicheskoy obrabotki prodovol'stvennogo syr'ya na effektivnost' vidovoy identifikatsii [Influence of Technological Raw Food Treatment on the Effectiveness of Species Identification]. *Pishchевaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2014, no. 6, pp. 8–10.
11. Sedin A.V., Orlovskaya T.V., Gavrilin M.V. Ispol'zovanie metoda IK-spektroskopii dlya ekspress-identifikatsii tioglikozidov v rastitel'nom syr'e [Using ir spectroscopy for rapid identification thioglycosides in plant raw material]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2014, no. 1, pp. 32–38.
12. Prosekov A.Yu., Ivanova S.A. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world. *Foods and Raw Materials*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 201–211. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-2-201-211.
13. Prosekov A.Yu. Theory and practice of prion protein analysis in food products. *Foods and Raw Materials*, 2014, vol. 2, no. 2, pp. 106–120. DOI: 10.12737/5467.

Дополнительная информация / Additional Information

Голубцова, Ю.В. Оценка качества и подлинности плодово-ягодного сырья методом ИК-Фурье спектроскопии нарушенного полного внутреннего отражения / Ю.В. Голубцова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 126–132.

Golubtsova Yu.V. Evaluation of quality and authenticity of fruit raw material using ftir spectroscopy of frustrated total internal reflection. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 126–132 (In Russ.).

Голубцова Юлия Владимировна

канд. техн. наук, и. о. проректора по развитию имущественного комплекса, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: ahr@kemtipp.ru

Yulia V. Golubtsova

Cand.Sci.(Eng.), Acting Vice-rector for Property Complex Development, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: ahr@kemtipp.ru



УДК: 331.103.32

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАДРОВУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ, КАК СОСТАВЛЯЮЩУЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

В.Н. Дружкова¹, Н.Л. Грязнова^{2,*}

¹ Кемеровский институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова»,
650092, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39

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

*e-mail: ekonomika-kemtipp@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 30.03.2017

Дата принятия в печать: 29.05.2017

Аннотация. Функционирование и развитие предприятий во многом зависит от экономической безопасности, которая складывается из нескольких функциональных составляющих, зависящих от отраслевой принадлежности и характера существующих проблем в бизнесе. В статье особое внимание уделено кадровой безопасности, как одной из составляющих экономической безопасности. Целью анализа кадровой безопасности является выявление факторов, ее определяющих, определение уровня трудовой безопасности. Анализ и оценка должны стать важной составляющей для разработки стратегии кадровой безопасности предприятия в рамках политики его экономического развития. В настоящее время существуют разные методы, позволяющие анализировать трудовые ресурсы и их состояние, но не всегда их использование дает возможность определить уровень достаточности тех или иных характеристик, возникает неопределенность, что мешает более объективно охарактеризовать складывающуюся ситуацию в конкретной организации. В исследовании показаны проблемы объективного анализа кадровой безопасности, рассмотрены и проанализированы ее составляющие и предложен метод анализа кадровой безопасности на основе метода нечетких множеств, который позволяет с наибольшей степенью определенности рассчитать влияние каждой составляющей на ее величину. С помощью метода нечетких множеств в исследовании оценивается кадровая безопасность ОАО «Хлебообъединение «Восход»», что позволило провести более объективный анализ. Была дана качественная оценка влияния показателей, таких как средняя заработная плата; коэффициент частоты травматизма; уровень насыщенности специалистами; уровень профессиональной подготовки работников; средний возраст работников; удельный вес молодых специалистов на уровень кадровой безопасности предприятия. Анализируемый период составил пять лет (2011–2015 гг.). Начиная с 2013 года, как показал анализ, наблюдается снижение уровня показателя кадровой безопасности. Причиной снижения кадровой безопасности предприятия послужило снижение уровня специалистов в общем составе работающих, особенно молодых специалистов, а также ухудшение динамики повышения квалификации работающих. В работе были предложены мероприятия по повышению уровня кадровой безопасности ОАО «Хлебообъединение «Восход»».

Ключевые слова. Экономическая безопасность, кадровая безопасность, факторы, определяющие кадровую безопасность, метод нечетких множеств, показатели, характеризующие уровень кадровой безопасности

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF LABOUR RESOURCES THAT DETERMINE PERSONNEL SECURITY AS A COMPONENT OF ECONOMIC SECURITY

V.N. Droujkova¹, N.L. Gryaznova^{2,*}

¹ Kemerovo Institute (branch),
Plekhanov Russian University of Economics,
39, Kuznetskiy Ave., Kemerovo, 650092, Russia

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

*e-mail: ekonomika-kemtipp@yandex.ru

Received: 30.03.2017

Accepted: 29.05.2017

Abstract. The operation and development of enterprises depend largely on economic security which is composed of several functional components that depend on the industry and the nature of existing problems in business. Special attention is paid to personnel security as one of the components of economic security. The purpose of the analysis of personnel security is to identify the factors that determine personnel security and the level of employment security. The analysis and evaluation should be an important

component for the development of labour security strategy of the enterprise in the framework of the policy of economic development. Currently, there are different methods to analyze the labour resources and their status, but their use does not always provide an opportunity to determine the adequacy of certain factors. The uncertainty arises that prevents to characterize the situation in a specific organization more objectively. The study shows the problems of objective analysis of personnel security, reviews and analyzes its components and proposes the method of analysis of personnel security on the basis of fuzzy sets, which allows us to calculate the impact of each component on its value with the greatest degree of certainty. Using the method of fuzzy sets the personnel security of the public corporation “Khleboob”ediniye Voskhod” has been assessed which enabled a more objective analysis. A qualitative assessment of the impact of such factors as: average wages; the incidence of injuries; the level of saturation with specialists; the level of professional training of employees; the average age of workers; the proportion of young workers on the level of personnel security of the enterprise has been given. The analyzed period was five years (2011–2015). According to the analysis the level of personnel security is decreasing beginning from 2013. The reason for personnel security decline of the enterprise is the reduction of the number of specialists especially young ones in the total structure of employees as well as the worsening of the dynamics of personnel qualification improvement. The measures to improve human security of the public corporation “Khleboob”ediniye Voskhod” have been proposed.

Keywords. Economic security, human security, the determinants of personnel security, the method of fuzzy sets, the factors characterizing the level of personnel security

Введение

В рыночных условиях процесс успешного функционирования и экономического развития предприятий во многом зависит от совершенствования их деятельности в сфере обеспечения экономической безопасности. Одной из функциональных целей экономической безопасности является обеспечение высокой эффективности и устойчивой работы предприятия. Обеспечение экономической безопасности предприятия – залог стабильности и процветания любого бизнеса.

При определении экономической безопасности следует исходить из основной цели функционирования организации. Как известно, целью хозяйственно-финансовой деятельности предприятия в условиях рыночной экономики является максимизация прибыли и рациональность ее использования, что объясняется самой природой предпринимательской деятельности [1].

Экономическая безопасность предприятия складывается из нескольких функциональных составляющих, которые для каждого конкретного предприятия могут иметь различные приоритеты в зависимости от отраслевой принадлежности и характера существующих угроз.

Исходя из этого, можно сказать, что экономическая безопасность предприятия – это его способность (возможность) стабильного получения прибыли и эффективного ее использования в условиях многочисленного влияния как внешних, так и внутренних факторов.

Как известно, составляющими экономической безопасности предприятий являются:

- финансовая;
- технико-технологическая;
- информационная;
- политико-правовая;
- кадровая (трудовая).

Кадровая составляющая экономической безопасности является одной из существенных.

В современных условиях экономическая безопасность организации зависит от совместного воздействия на ее хозяйственно-финансовую деятельность множества факторов, как внешнего, так и внутреннего характера. При этом сказать с определенной достоверностью, воздействие каких из этих факторов важнее – сложно.

Учитывая влияние факторов можно сказать, что экономическая безопасность предприятия – это такое состояние, при котором достигается наиболее

эффективное использование всех видов ресурсов для предупреждения и предотвращения угроз с целью обеспечения стабильного его функционирования. В связи с этим кадровая безопасность представляет собой процесс предупреждения и предотвращения отрицательных воздействий на экономическую безопасность предприятия за счет рисков и угроз, связанных с использованием трудовых ресурсов и их потенциала с целью обеспечения его эффективного функционирования [2].

Несомненно, является важным определением уровня трудовой безопасности.

Существует большое множество методов и способов определения уровня безопасности. Однако в процессе анализа представляется важным учитывать отраслевые особенности анализируемого объекта.

Уровень кадровой безопасности, а следовательно и экономической безопасности, зависит от того, насколько грамотно и эффективно руководство и в целом персонал организации смогут избежать возможных угроз, а при их возникновении оперативно ликвидировать отрицательные последствия отдельных факторов внешней и внутренней среды. При этом целью анализа кадровой безопасности, как составляющей экономической безопасности, является выявление факторов, определяющих кадровую безопасность, оценка уровня показателей, характеризующих ее в каждый момент времени. Анализ и оценка должны стать важной составляющей как краткого, так и среднесрочного прогнозирования и разработки стратегии трудовой безопасности предприятия в рамках политики его экономического развития. Для этого анализ факторов и показателей состояния трудовой безопасности должен быть существенной частью аналитической работы службы экономической безопасности.

В качестве базы исследования выбран хозяйствующий субъект ОАО «Хлебообъединение «Восход»».

На наш взгляд, факторами, определяющими уровень трудовой безопасности выбранного хозяйствующего субъекта, являются:

- уровень мотивации трудовых ресурсов;
- уровень безопасности труда;
- уровень насыщения организации специалистами;
- структура кадров, представленная уровнем молодых работающих;
- уровень повышения квалификации;
- возрастной уровень работников.

Эффективный анализ уровня трудовой безопасности предприятия возможен лишь при соблюдении следующих условий:

- в процессе анализа должны использоваться данные за продолжительный период времени;
- отчетные данные предприятия должны обладать высоким уровнем, достаточности, достоверности, объективности и сопоставимости;
- для анализа целесообразно использовать только те показатели, которые реально могут характеризовать трудовую безопасность;
- аналитик, производящий анализ, должен располагать достаточным набором экономических показателей по анализируемому предприятию.

Объекты и методы исследования

В настоящее время существует большое разнообразие методов, позволяющих анализировать трудовые ресурсы и их состояние, в том числе традиционные методы, методы детерминированного факторного анализа, использование которых не всегда дает возможность определить уровень достаточности тех или иных характеристик, что мешает более объективно охарактеризовать ту или иную складывающуюся ситуацию по конкретной организации. Тем не менее, аналитик должен иметь четкое представление о том, что является «хорошим» или «плохим» у организации относительно отрасли, к которой оно принадлежит. Кроме того, в современных условиях является актуальным с целью повышения эффективности деятельности организации формализация всех процессов, протекающих в ней, в том числе процесса анализа обеспечения кадровой безопасности. Решение такой проблемы может быть найдено при помощи использования метода нечетких множеств, который за последнее время находит частое применение в различных исследованиях, в том числе экономических. Значительный интерес в этой области заслуживают работы как зарубежных [5, 6], так и российских авторов [7].

Нечеткие описания в структуре метода экономического анализа появляются в связи с неуверенностью аналитика, что возникает в ходе различного рода классификаций. Например, когда аналитик не может четко разграничить понятия «высокой» и

«максимальной» вероятности, или когда надо провести границу между средним и низким уровнем значения параметра. Тогда применение нечетких описаний позволяет выполнить следующие операции:

- аналитик строит лингвистическую переменную со своим терм-множеством значений, например, переменную «опасность труда», которая может обладать терм-множеством значений «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий»;
- чтобы конструктивно описать лингвистическую переменную, аналитик выбирает соответствующий ей количественный признак – например, подобранный специальным образом показатель уровня опасности труда, который принимает значения от нуля до единицы.

Далее, аналитик каждому значению лингвистической переменной (которое, по своему построению, является нечетким подмножеством значений интервала (0,1) области значений показателя уровня опасности труда) сопоставляет функцию принадлежности уровня опасности с тем или иным нечетким подмножеством. В этом случае следует применять трапециевидные функции принадлежности.

Графически функции принадлежности $\mu_j(ks)$ можно наблюдать на рис. 1.

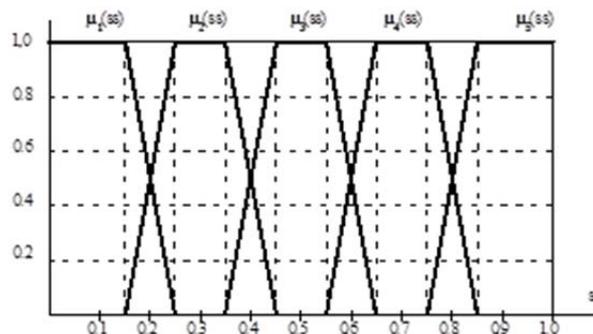


Рис. 1. Функции принадлежности $\mu_j(ks)$

На основе вышесказанного будет построена классификация текущего значения ks показателя уровня кадровой безопасности, как критерия разбиения этого множества на нечеткие подмножества (табл. 1).

Таблица 1

Классификация степени уровня кадровой безопасности

Интервал значений ks	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности $\mu_j(ks)$)
$0 \leq ks \leq 0,15$	KS_1 «Незначительный уровень кадровой безопасности»	$\mu_1(ks) = 1$
$0,15 < ks < 0,25$	KS_1 «Незначительный уровень кадровой безопасности»	$\mu_1(ks) = 10 \times (0,25 - ss)$
	KS_2 «Низкий уровень кадровой безопасности»	$\mu_2(ks) = 1 - \mu_1(ss)$
$0,25 \leq ss \leq 0,35$	KS_2 «Низкий уровень кадровой безопасности»	$\mu_2(ks) = 1$
$0,35 < ks < 0,45$	KS_2 «Низкий уровень кадровой безопасности»	$\mu_2(ks) = 10 \times (0,45 - ss)$
	KS_3 «Средний кадровой безопасности»	$\mu_3(ks) = 1 - \mu_2(ss)$
$0,45 \leq ks \leq 0,55$	KS_3 «Средний уровень кадровой безопасности»	$\mu_3(ks) = 1$
$0,55 < ks < 0,65$	KS_3 «Средний уровень кадровой безопасности»	$\mu_3(ks) = 10 \times (0,65 - ss)$
	KS_4 «Высокий уровень кадровой безопасности»	$\mu_4(ks) = 1 - \mu_3(ss)$
$0,65 \leq ks \leq 0,75$	KS_4 «Высокий уровень кадровой безопасности»	$\mu_4(ks) = 1$
$0,75 < ks < 0,85$	KS_4 «Высокий уровень кадровой безопасности»	$\mu_4(ks) = 10 \times (0,85 - ss)$
	KS_5 «Предельный уровень кадровой безопасности»	$\mu_5(ks) = 1 - \mu_4(ks)$
$0,85 \leq ks \leq 1,0$	KS_5 «Предельный уровень кадровой безопасности»	$\mu_5(ks) = 1$

В качестве показателей, характеризующих уровень кадровой безопасности, принимается набор отдельных показателей gs_i ; общим числом 6.

Для каждого отдельного показателя gs_i задается лингвистическая переменная $V_{i,j}$ «Уровень показателя ks_i », состоящая из пяти терм-множеств:

$V_{i,1}$ – подмножество «Очень низкий уровень показателя»;

$V_{i,2}$ – подмножество «Низкий уровень показателя»;

$V_{i,3}$ – подмножество «Средний уровень показателя»;

$V_{i,4}$ – подмножество «Высокий уровень показателя»;

$V_{i,5}$ – подмножество «Очень высокий уровень показателя».

Носитель множества $V_{i,j}$ – «Уровень показателя ks_i » – b_i для каждого показателя принимает значения в границах, определяемых экспертом.

Качественная оценка влияния показателей ks_i на уровень кадровой безопасности производится с помощью коэффициентов $\beta_{i,j}$, каждый из которых соответствует j -тому терм-множеству лингвистической переменной $V_{i,j}$ и принимают значения: 0,075, 0,3, 0,5, 0,7, 0,975. Распределение данных значений выбирается аналитиком самостоятельно для каждого показателя отдельно, в зависимости от того, какие значения показателей по ks_i являются наилучшими (максимальные, минимальные, средние).

Результаты и их обсуждение

Согласно вышеизложенной методике определяются шесть показателей лингвистической переменной – ks_i для каждого анализируемого года.

Показатель ks_1 – средняя заработная плата, как элемент мотивации. Рациональная политика мотивации труда персонала достаточно конкурентоспособна относительно других предприятий, обеспечивает его постоянство и оказывает положительное влияние на экономическую безопасность организации.

После изучения годовых обзоров работы ОАО «Хлебообъединение «Восход»» за каждый анализируемый год в табл. 2 представлены значения средней заработной платы, коэффициент k и выведенные показатели ks_1 для каждого рассматриваемого года, приведенные к базовому году (2015 г.).

Таблица 2

Показатели ks_1

Года	Средняя заработная плата	Коэффициент k	Показатель ks_1 приведенный к базовому году
2011	23,300	1,311	30,546
2012	30,382	1,205	36,610
2013	36,522	1,135	41,452
2014	41,100	1,065	43,772
2015	46,032	1,000	46,032

Каждый из показателей в зависимости от его величины должен быть отнесен к одному из нечетких подмножеств $V_{i,j}$, определив при этом значения функций принадлежности $\mu_j(ks_i)$. Результат представлен в динамике в табл. 3.

Таблица 3

Уровни принадлежности носителя ks_1 нечетким подмножествам $V_{i,j}$

Значения показателя ks_1	Значение $\mu_j(ks_1)$ в период n для каждого подмножества $V_{i,j}$					Уровень значимости показателя
	V_{11} – «Очень низкий уровень показателя ks_1 »	V_{12} – «Низкий уровень показателя ks_1 »	V_{13} – «Средний уровень показателя ks_1 »	V_{14} – «Высокий уровень показателя ks_1 »	V_{15} – «Очень высокий уровень показателя ks_1 »	
2011	0	0,51	0,49	0	0	$r_1^{ss}=0,286$
2012	0	0	1	0	0	
2013	0	0	1	0	0	
2014	0	0	0,78	0,22	0	
2015	0	0	0,48	0,52	0	
β_{1j}	$\beta_{12}=0,075$	$\beta_{13}=0,300$	$\beta_{14}=0,500$	$\beta_{15}=0,700$	$\beta_{16}=0,975$	

Одна из составляющих кадровой безопасности – это уровень безопасности труда работника, нанесение вреда его здоровью. В связи с этим важно проанализировать и определить уровень влияния этой составляющей.

Аналізу подлежит показатель ks_2 – коэффициент частоты травматизма, отражающий безопасность труда на 1 тонну готовой продукции.

В результате изучения статистических данных за пять лет и оперативных результатов ОАО «Хлебообъединение «Восход»» в табл. 4 представлены рассчитанные значения ks_2 .

Каждый из показателей ks_2 в зависимости от его величины относится к одному из нечетких подмножеств $V_{2,j}$, определяя при этом значения функций принадлежности $\mu_j(ks_2)$. Результат проведенных согласно методике исследований представлен в динамике в табл. 5.

Уровень экономической безопасности зависит от того насколько оперативно и эффективно его руководство и специалисты смогут предотвратить возможные угрозы и своевременно ликвидировать вредные последствия отдельных негативных составляющих внешней и внутренней среды.

Таблица 4

Показатели ks_2

Показатели	2011	2012	2013	2014	2015
Выпуск продукции, тыс. тонн	16150	16800	18730	18710	20150
Количество несчастных случаев на производстве	0	2	0	0	0
ks_2 – коэффициент частоты травматизма на 1 тыс. тонн готовой продукции	0	0,29	0	0	0

Таблица 5

Уровни принадлежности носителя ks_2 нечетким подмножествам B_{2j}

Значения показателя ks_2	Значение $\mu_j(ks_2)$ в период p для каждого подмножества B_{2j}					Уровень значимости показателя
	B_{21} – «Очень низкий уровень показателя ks_2 »	B_{22} – «Низкий уровень показателя ks_2 »	B_{23} – «Средний уровень показателя s_2 »	B_{24} – «Высокий уровень показателя ks_2 »	B_{25} – «Очень высокий уровень показателя ks_2 »	
2011	1	0	0	0	0	$r_2^{ss}=0,238$
2012	0	1	0	0	0	
2013	1	0	0	0	0	
2014	1	0	0	0	0	
2015	1	0	0	0	0	
β_{2j}	$\beta_{22}=0,975$	$\beta_{23}=0,700$	$\beta_{24}=0,500$	$\beta_{25}=0,300$	$\beta_{26}=0,075$	

В связи с этим одним из показателей, характеризующих трудовую безопасность организации, а следовательно и ее эффективность, является показатель ks_3 – уровень насыщенности специалистами, результат расчета которого в динамике приведен в табл. 6.

Таблица 6

Показатели ks_3

Показатели	2011	2012	2013	2014	2015
Среднегодовая численность специалистов чел.	302	307	309	305	308
Численность промышленно-производственных рабочих, чел.	1803	1949	1914	1988	2074
ks_3 – уровень насыщенности специалистами	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15

Каждый из показателей ks_3 , в зависимости от его величины относится к одному из нечетких подмножеств B_{3j} , определяя при этом значения функций принадлежности $\mu_j(ks_3)$. Результат в динамике представлен в табл. 7.

Немаловажное значение на уровень кадровой безопасности, а, следовательно, и на экономическую безопасность оказывает уровень профессиональной подготовки работников в организации. Поэтому целесообразно определить значение уровня профессиональной подготовки персонала организации. Результат расчета и анализа показателя ks_4 – уровень профессиональной подготовки работников; приведен в табл. 8.

Каждый из показателей ks_4 в зависимости от его величины относится к одному из нечетких подмножеств B_{4j} , определяя при этом значения функций принадлежности $\mu_j(ks_4)$. Результат в динамике представлен в табл. 9.

Таблица 7

Уровни принадлежности носителя ks_3 нечетким подмножествам B_{3j}

Значения показателя ks_3	Значение $\mu_j(ks_3)$ в период p для каждого подмножества B_{3j}					Уровень значимости показателя
	B_{31} – «Очень низкий уровень показателя ks_3 »	B_{32} – «Низкий уровень показателя ks_3 »	B_{33} – «Средний уровень показателя ks_3 »	B_{34} – «Высокий уровень показателя ks_3 »	B_{35} – «Очень высокий уровень показателя ks_3 »	
2011	0,8	0,2	0	0	0	$r_3^{ss}=0,191$
2012	0,9	0,1	0	0	0	
2013	0,9	0,1	0	0	0	
2014	1	0	0	0	0	
2015	1	0	0	0	0	
β_{3j}	$\beta_{32}=0,500$	$\beta_{33}=0,975$	$\beta_{34}=0,700$	$\beta_{35}=0,300$	$\beta_{36}=0,075$	

Таблица 8

Показатели ks_4

Показатели	2011	2012	2013	2014	2015
Численность промышленно-производственных рабочих, прошедших подготовку на производстве, чел	92	46	83	69	74
Численность работников, повысивших квалификацию, чел	117	193	447	368	402
Численность промышленно-производственных рабочих, чел.	1803	1949	1914	1988	2074
ks_3 – уровень насыщенности специалистами	0,12	0,12	0,28	0,22	0,23

Таблица 9

Уровни принадлежности носителя ks_4 нечетким подмножествам B_{4j}

Значения показателя ks_4	Значение $\mu_i(ks_4)$ в период n для каждого подмножества B_{4j}					Уровень значимости показателя
	B_{41} – «Очень низкий уровень показателя ks_4 »	B_{42} – «Низкий уровень показателя ks_4 »	B_{43} – «Средний уровень показателя ks_4 »	B_{44} – «Высокий уровень показателя ks_4 »	B_{45} – «Очень высокий уровень показателя ks_4 »	
2011	0	0	1	0	0	$r_4^{SS}=0,095$
2012	0	0	1	0	0	
2013	0	0	0	0	1	
2014	0	0	0	0,667	0,333	
2015	0	0	0	0,333	0,667	
β_{4j}	$\beta_{42}=0,075$	$\beta_{43}=0,300$	$\beta_{44}=0,700$	$\beta_{45}=0,975$	$\beta_{46}=0,500$	

Таблица 10

Как показали исследования, на уровень трудовой безопасности оказывает влияние возрастной состав работников.

С этой целью следует определить средний возраст работников анализируемой организации и уровень его влияния на безопасность организации. Результаты расчета показателя ks_5 – средний возраст работников предприятия приведены в табл. 10.

Каждый из найденных показателей в зависимости от его величины относится к одному из нечетких подмножеств B_{5j} , определяя при этом значения функций принадлежности $\mu_j(ks_5)$. Результат в динамике представлен в табл. 11.

Показатели ks_5

Показатели	2011	2012	2013	2014	2015
до 20 лет	35	38	43	49	29
20–30 лет	695	874	973	1019	986
31–40 лет	952	942	1002	1106	1233
41–50 лет	985	924	971	988	1027
51–60 лет	828	869	824	960	992
свыше 60 лет	103	118	120	139	157
Среднесписочная численность, чел.	3598	3765	3933	4261	4424
ks_5 – средний возраст работников, года	41,6	41,0	40,4	40,7	41,1

Таблица 11

Уровни принадлежности носителя ks_5 нечетким подмножествам B_{5j}

Значения показателя ks_5	Значение $\mu_j(ks_5)$ в период n для каждого подмножества B_{5j}					Уровень значимости показателя
	B_{51} – «Очень низкий уровень показателя ks_5 »	B_{52} – «Низкий уровень показателя ks_5 »	B_{53} – «Средний уровень показателя ks_5 »	B_{54} – «Высокий уровень показателя ks_5 »	B_{55} – «Очень высокий уровень показателя ks_5 »	
2011	0	0	0,49	0,51	0	$r_5^{SS}=0,095$
2012	0	0	0,55	0,45	0	
2013	0	0	0,6	0,4	0	
2014	0	0	0,57	0,43	0	
2015	0	0	0,54	0,46	0	
β_{5i}	$\beta_{52}=0,075$	$\beta_{53}=0,500$	$\beta_{54}=0,975$	$\beta_{55}=0,700$	$\beta_{56}=0,300$	

Внедрение в производство достижений научно-технического прогресса и передового опыта в настоящее время невозможно без участия молодых специалистов, как носителей новых знаний и как одной из составляющих кадровой безопасности. Поэтому важно рассмотреть влияние уровня молодых специалистов на кадровую безопасность организации.

Показатель ks_6 (удельный вес молодых специалистов) приведен в табл. 12. Каждый из найденных показателей ks_6 в зависимости от его величины также должен быть отнесен к одному из нечетких подмножеств B_{6j} , определив при этом значения функций принадлежности $\mu_j(ks_6)$. Результат в динамике представлен в табл. 13.

Показатели ks_6

Показатели	2011	2012	2013	2014	2015
Численность молодых специалистов на предприятии, чел.	427	612	631	603	622
Среднесписочная численность, чел.	3598	3765	3933	4261	4424
ks_6 – удельный вес молодых специалистов, %	11,8	16,3	16,0	14,2	14,1

Таблица 13

Уровни принадлежности носителя ks_6 нечетким подмножествам B_{6j}

Значения показателя ks_6	Значение $\mu_j(ks_6)$ в период n для каждого подмножества B_{6j}					Уровень значимости показателя
	B_{61} – «Очень низкий уровень показателя ks_6 »	B_{62} – «Низкий уровень показателя ks_6 »	B_{63} – «Средний уровень показателя ks_6 »	B_{64} – «Высокий уровень показателя ks_6 »	B_{65} – «Очень высокий уровень показателя ks_6 »	
2011	0,82	0,18	0	0	0	$r_6^{ss}=0,095$
2012	0,37	0,63	0	0	0	
2013	0,4	0,6	0	0	0	
2014	0,58	0,42	0	0	0	
2015	0,59	0,41	0	0	0	
β_{6j}	$\beta_{62}=0,500$	$\beta_{63}=0,975$	$\beta_{64}=0,700$	$\beta_{65}=0,300$	$\beta_{66}=0,075$	

Далее определяется комплексный показатель кадровой безопасности ks для каждого года в отдельности. С целью сведения нескольких отдельных показателей в один, согласно методике нечетких множеств, осуществляется двойная свертка, на основании данных, приведенных в табл. 3, 5, 7, 9, 11, 13. В результате получают следующие показатели кадровой безопасности по годам анализируемой организации. Комплексный показатель кадровой безопасности по итогам 2011 года составляет

$$Ks = 0,3 * 0,51 * 0,286 + 0,975 * 1 * 0,238 + 0,5 * 0,8 * 0,191 + 0,7 * 1 * 0,095 + 0,7 * 0,51 * 0,095 + 0,5 * 0,82 * 0,095 = 0,49.$$

Комплексный показатель кадровой безопасности по итогам 2012 года составляет

$$Ks = 0,51 * 1 * 0,286 + 0,7 * 1 * 0,238 + 0,5 * 0,9 * 0,191 + 0,7 * 1 * 0,095 + 0,7 * 0,51 * 0,095 + 0,975 * 0,63 * 0,095 = 0,57.$$

Комплексный показатель кадровой безопасности по итогам 2013 года составляет

$$Ks = 0,5 * 1 * 0,286 + 0,975 * 1 * 0,238 + 0,5 * 0,9 * 0,191 + 0,5 * 1 * 0,095 + 0,975 * 0,6 * 0,095 + 0,975 * 0,6 * 0,095 = 0,62.$$

Комплексный показатель кадровой безопасности по итогам 2014 года составляет

$$Ks = 0,5 * 0,78 * 0,286 + 0,975 * 1 * 0,238 + 0,5 * 1 * 0,191 + 0,975 * 0,667 * 0,095 + 0,975 * 0,57 * 0,095 + 0,5 * 0,58 * 0,095 = 0,58.$$

Комплексный показатель кадровой безопасности по итогам 2015 года составляет

$$Ks = 0,7 * 0,52 * 0,286 + 0,975 * 1 * 0,238 + 0,5 * 1 * 0,191 + 0,5 * 0,667 * 0,095 + 0,975 * 0,54 * 0,095 + 0,5 * 0,59 * 0,095 = 0,54.$$

Затем классифицируются значения показателей кадровой безопасности ks , полученные по годам анализируемого периода. Результатом классификации будет являться: лингвистическое описание показателя кадровой безопасности, по которому можно судить о степени уверенности эксперта-аналитика в правильности его классификации – $\mu_j(ks)$. Полученные данные представлены в табл. 14.

Таблица 14

Сводная таблица показателей кадровой безопасности по исследуемым годам

Года	Показатель кадровой безопасности ks	Лингвистическое описание ks	Функция принадлежности $\mu_j(ks)$
2011	0,49	KS_3 «Средний уровень кадровой безопасности»	$\mu_3(ks) = 1,0$
2012	0,57	KS_3 «Средний уровень кадровой безопасности»	$\mu_3(ks) = 0,8$
2013	0,62	KS_4 «Высокий уровень кадровой безопасности»	$\mu_4(ks) = 0,7$
2014	0,58	KS_3 «Средний уровень кадровой безопасности»	$\mu_3(ks) = 0,7$
2015	0,54	KS_3 «Средний уровень кадровой безопасности»	$\mu_3(ks) = 1,0$

Как показал анализ, начиная с 2013 года наблюдается снижение уровня показателя кадровой безопасности (ks). Причиной снижения кадровой безопасности организации послужило снижение уровня специалистов в общем составе работающих, особенно молодых специалистов. В связи с этим ОАО «Хлебообъединение «Восход»» следует увеличить уровень молодых специалистов до 25 % или повысить уровень среднегодовой численности в целом специалистов на 30 %, что позволит увели-

чить показатели ks_6 (удельный вес молодых специалистов) до оптимального уровня», необходимого для обеспечения кадровой безопасности. Как видно из выше изложенного, в исследуемой организации ухудшается динамика повышения квалификации работающих. Из этого вытекает необходимость повышения количества работников, прошедших повышение квалификации, до 10 %. В целом, предложенные мероприятия позволят ОАО «Хлебообъединение «Восход»» повысить уровень кадровой безопасности до значения 0,65, которое

соответствует «среднему уровню» кадровой безопасности» с долей вероятности 100 %.

Таким образом, можно сказать, что обеспечение кадровой безопасности, и в целом экономической безопасности, может быть улучшено благодаря проведению более объективного анализа состояния трудовых ресурсов на основе применения метода нечетких множеств, что позволит использовать результаты анализа для целей качественного планирования и прогнозирования деятельности организации.

Список литературы

1. Гапоненко, В.Ф. Экономическая безопасность предприятий. Подходы и принципы / В.Ф. Гапоненко, А.А. Беспалько, А.С. Власков. – М.: «Ось-89», 2007. – 208 с.
2. Филина, Л.Д. Роль антикризисной стратегии в рациональном использовании трудовых ресурсов / Л.Д. Филина, В.Н. Дружкова // Человеческие ресурсы, проблемы инновационного развития и использования: сб. науч. трудов. – Вып. 3. КемГУ, Кемерово, 2014. – С. 231–234.
3. Шохнех, А.В. Математические методы оценки экономической безопасности хозяйствующих субъектов / А.В. Шохнех // Управление экономическими системами. – 2012. – № 6 (42).
4. Дружкова, В.Н. Анализ и оценка финансовой стратегии организации с позиции применения различных подходов и методов их проведения на основе материалов конкретного хозяйствующего субъекта / В.Н. Дружкова, Л.Д. Филина // Вестник КемГУ. – 2014. – Вып. 3(59). – С. 244–246.
5. Хил Лафуенте, А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности / А.М. Хил Лафуенте. – Минск: Технология, 1998 – 150 с.
6. Беллман, Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л.А. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976. – С. 346.
7. Алтунин, А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А.Е. Алтунин, М.Б. Семухин. – Тюмень: Из-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.

References

1. Gaponenko V.F., Bepal'ko A.A., Vlaskov A.S. *Ekonomicheskaya bezopasnost' predpriyatij. Podkhody i printsipy* [Economic security of enterprises. Approaches and principles]. Moscow: Os'-89 Publ., 2007. 208 p.
2. Filina L.D., Droujkova V.N. Rol' antikrizisnoy strategii v ratsional'nom ispol'zovanii trudovykh resursov [The role of anti-crisis strategy in the rational use of labor resources]. *Chelovecheskie resursy, problemy innovatsionnogo razvitiya i ispol'zovaniya*. Sbornik nauchnykh trudov [Human resources, problems of innovative development and use." Collection of scientific works]. Kemerovo, 2014, vol. 3, pp. 231–234.
3. Shokhnekh A.V. Matematicheskie metody otsenki ekonomicheskoy bezopasnosti khozyaystvuyushchikh sub"ektov [Mathematical methods of an estimation of economic security of business entities]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami* [Management of economic systems], 2012, vol. 42, no. 6, pp. 1–14.
4. Droujkova V.N., Filina L.D. Analiz i otsenka finansovoy strategii organizatsii s pozitsii primeneniya razlichnykh podkhodov i metodov ikh provedeniya na osnove materialov konkretnogo khozyaystvuyushchego sub"ekta. [Analysis and evaluation of the organization's financial strategy from the perspective of applying different approaches and methods of conducting them based on the materials of a specific economic entity]. *Vestnik KemGU* [Bulletin of Kemerovo State University], 2014, vol. 1, no. 3, pp. 244–246.
5. . Khil Lafuente A.M. *Finansovyy analiz v usloviyakh ne opredelennosti* [Financial analysis under conditions of uncertainty]. Minsk: Tekhnologiya Publ., 1998. 150 p.
6. Bellman R. Zade L.A. *Prinyatiye resheniy v rasplyvchatykh usloviyakh. Voprosy analiza i protsedury prinyatiya resheniy* [Decision-making under vague conditions. Analysis questions and decision-making procedures]. Moscow: Mir Publ., 1976. 346 p.
- 7 Altunin A.E., Semukhin M.B. *Modeli i algoritmy prinyatiya resheniy v nechetkikh usloviyakh* [Models and algorithms for decision making in fuzzy environment]. Tyumen: Tyumenskiy gosudarstvennyy universitet Publ., 2000. 352 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Дружкова, В.Н. Анализ и оценка состояния трудовых ресурсов, определяющих кадровую безопасность, как составляющую экономической безопасности организации / В.Н. Дружкова, Н.Л. Грязнова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 133–141.

Droujkova V.N., Gryaznova N.L. Analysis and assessment of labour resources that determine personnel security as a component of economic security. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 133–141 (In Russ.).

Дружкова Валентина Николаевна

канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономической безопасности, бухгалтерского учета и аудита», Кемеровский институт (филиал) РЭУ им. В.Г. Плеханова, 650000, Россия, пр. Кузнецкий, 39, тел.: +7 (3842) 75-43-98

Грязнова Наталья Леонидовна

канд. экон. наук, доцент, 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: ekonomika-kemtipp@yandex.ru

Valentina N. Droujkova

Cand.Sci.(Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic security, accounting and auditing, Kemerovo Institute (branch), Plekhanov Russian University of Economics, 39, Kuznetskiy Ave., Kemerovo, 650992, Russia, phone: +7 (3842) 75-43-98

Natalia L. Griaznova

Cand.Sci.(Econ.), Associate Professor, 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: ekonomika-kemtipp@yandex.ru



УДК 664.6:658.5

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.К. Мизанбекова^{1,*}, И.П. Богомолова², А.В. Богомолов³

¹НАО «Казакский национальный аграрный университет»,
050010, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Абая, 8

²ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
университет инженерных технологий»,
394036, Россия, г. Воронеж, пр. Революции, 19

³ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики
и организации агропромышленного комплекса
Центрально-Черноземного района Российской Федерации»,
394042, Россия, г. Воронеж, ул. Серафимовича, 26 а

*e-mail: salima-49@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 12.01.2017

Дата принятия в печать: 17.04.2017

Аннотация. Рассмотрены предприятия пищевой промышленности, связанные технологической интеграцией по производству и переработке зерна (хлебозаготовительные, мукомольные, хлебопекарные). Установлено, что хлебопекарные предприятия являются конечным звеном в технологической цепи «сельское хозяйство – хлебозаготовительные предприятия – зерноперерабатывающее производство» зернопродуктового подкомплекса России. Поэтому качество и количество выпускаемой ими продукции, а также финансово-экономические результаты деятельности во многом зависят от эффективности функционирования растениеводства, элеваторов и мукомольных заводов. Аналитические расчеты подтверждают вывод о том, что на качество хлебобулочной продукции и ее себестоимость оказывает влияние качество сырья, и, в первую очередь, хлебопекарные свойства муки. В свою очередь, качество муки определяется качеством зернового сырья, произведенного в сельском хозяйстве и доведенного до требуемых кондиций в процессе подработки и хранения на элеваторах. Доказано, что в настоящее время резко сокращено производство ценной пшеницы и высококлассной твердой пшеницы.

Ключевые слова. Качество, инновационные технологии, хлебозаготовительные предприятия, зерноперерабатывающее производство, хлебопекарные предприятия

INNOVATION TECHNOLOGIES AS A FACTOR FOR INCREASING THE QUALITY OF BAKING INDUSTRY GOODS

S.K. Mizanbekova^{1,*}, I.P. Bogomolova², A.V. Bogomolov³

¹Kazakh National Agrarian University,
8, Abay Ave., Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan

²Voronezh State University of Engineering Technologies,
19, Revolution Ave., Voronezh, 394036, Russia

³Scientific research Institute of Economics and
organization of agroindustrial complex of
Central black earth region of the Russian Federation,
26 a, Serafimovicha Str., Voronezh, 394042, Russia

*e-mail: salima-49@mail.ru

Received: 12.01.2017

Accepted: 17.04.2017

Abstract. Considered are enterprises of food industry, connected with technological integration of the production and processing of grain (grain procurement enterprises, flourmills, bakery plants). It is proved that the bakery plant is the final link in the "agriculture - grain procurement enterprises - grain processing" technology chain of grain product sub complex of Russia. That's why; the quality and quantity of their products, as well as financial and economic results of their activities largely depend on the efficiency of crop production, grain elevators and flour mills. Analytical calculations confirm the conclusion that the quality of raw materials, and first of all, the baking properties of flour affect both the quality and the cost of the bakery products. In the turn, the quality of flour depends on the quality of grain raw materials produced in agriculture and adjusted to the required conditions in the process of improving and storage at grain elevators. It is proved that to-day the production of valuable wheat and durum high-class wheat has been reduced considerably.

Keywords. Quality, innovative technology, the grain procurement enterprises, grain processing production, bakery plants

Введение

Хлебопекарные предприятия являются конечным звеном в технологической цепи «сельское хозяйство – хлебозаготовительные предприятия – зерноперерабатывающее производство» зернопродуктового подкомплекса России. Поэтому качество и количество выпускаемой ими продукции, а также финансово-экономические результаты деятельности во многом зависят от эффективности функционирования растениеводства, элеваторов и мукомольных заводов.

Традиционно хлебопекарная промышленность является социально значимой отраслью экономики нашей страны, одним из ведущих секторов АПК. В этой отрасли вырабатывается хлеб различных сортов, хлебобулочные изделия в широком ассортименте, хлебные изделия диетического и лечебного назначения, простые и сдобные сухари [1].

В России хлеб служит продуктом первой необходимости, он содержит почти все вещества, необходимые для жизнедеятельности и нормального развития живого организма. Согласно исследованиям Российского союза пекарей именно потребление хлебобулочных изделий позволяет обеспечить на 30 % физиологическую потребность человека в пищевых веществах и энергии, до 50 % в витаминах группы В, свыше 33 % – в белках и минеральных веществах (фосфоре, железе, калии, кальции, магнии, натрии). От того, насколько эффективно функционирует и развивается отрасль, зависит снабжение самым доступным стратегически важным продуктом питания для всех слоев населения.

Целью исследования является рассмотрение инновационных технологий как фактора повышения качества продукции хлебопекарной промышленности.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: определены тенденции потребительского спроса на продукцию отраслевых предприятий; установлена структура затрат на производство хлебобулочных изделий; обоснованы возможности внедрения инновационных технологий на предприятиях элеваторной промышленности как ключевого фактора обеспечения качества зерна, а в последующем – муки.

Для решения поставленных задач использованы методы эмпирического исследования, системного структурно-логического анализа, функциональный подход к управлению инновационной деятельностью предприятий.

Результаты и обсуждение

Как показывают данные статистики, объем российского рынка хлеба и хлебобулочных изделий в натуральном выражении в последнее время устойчиво сокращался. По данным Росстата за период 2006–2014 гг. среднедушевое потребление хлеба и хлебобулочных изделий имело устойчивую тенденцию к сокращению и уменьшилось с 66,4 до 49,9 кг/год (на 24,84 %).

К ключевым факторам, определяющим тенденции в динамике и структуре потребительского спроса на хлебобулочные изделия, следует отнести

помимо демографических факторов и сложившейся структура питания покупательскую способность населения с учетом уровня инфляции и реальной заработной платы. При этом покупательская способность населения актуализирует проблемы ценообразования, а следовательно, и управления затратами на предприятиях хлебопекарной промышленности. Вместе с тем, только в 2016 г. производители хлебобулочной продукции планировали повысить стоимость хлеба на 15 %.

Аналитические данные показывают, что в современный период рентабельность деятельности многих отечественных хлебопекарных предприятий не превышает 3 %, что значительно ниже средних уровней рентабельности в отраслях промышленного производства. В то же время, наценки розничной торговли доходят до 32,0–36,4 %, из которых при средней сложившейся цене пшеничного батона на уровне 25 руб. и буханки хлеба 22 руб. около 3 руб. (соответственно 12,0 и 13,6 %) составляют налоги.

С целью удержания дальнейшего роста цен на один из наиболее важных социально значимых продуктов питания необходима целенаправленная работа по комплексному управлению затратами, как в технологической цепи зернопродуктового комплекса (сельское хозяйство – хлебозаготовительные предприятия – мукомольные предприятия – хлебопекарные предприятия), так и в организациях смежных отраслей. Регулируя уровень цен, очень важно не допустить ценового диспаритета между отдельными составляющими себестоимости хлебопекарного производства, так как в цене батона стоимость муки в среднем составляет 25 %, расходы соли, сахара, яиц и закваски – до 4 %, расходы на оплату труда и эксплуатацию помещений и оборудования, энергоресурсы – 27,5 %, упаковки – 0,5 % и транспортировки – порядка 8 %.

Кроме того, если производители, например, вместо дешевого полиэтиленового пакета в рекламных целях используют при упаковке жиронепроницаемую бумагу или «экологический» бумажный пакет, то ее стоимость может быть увеличена минимум вдвое [2]. Поэтому изменения цен и тарифов на коммунальные расходы, строительные материалы, минеральные удобрения и бензин прямо отражаются на росте цен на хлеб и булочную продукцию.

Учитывая устойчивую тенденцию повышения цен, следует рассмотреть вопрос об изменении качества хлебопекарной продукции. Если в СССР основой нарезного батона являлась мука пшеничная высшего сорта с уровнем клейковины не менее 28 % (ГОСТ 27844-88), то, упразднив в 2004 г. Государственную хлебную инспекцию, осуществляющую контроль за качеством зерна, муки и хлебных продуктов, в настоящее время разрешено использовать в хлебе муку из зерна 4-го класса (фуражного). Более того, в 2016 г. производители инициировали запрос на разрешение к использованию муки, произведенной из зерна 5-го класса (фуражного, которое ранее применяли для приготовления корма скоту или в технических целях). При этом, для корректировки свойств низкокачествен-

ной муки в тесто добавляют значительное количество ферментных препаратов и готовых хлебопекарных улучшителей. Однако эксперты сходятся во мнении, что это не позволяет сохранять в черном и белом хлебе требуемое количество белка. Более того, мука общего назначения (фураж) должна быть минимум на треть дешевле.

Аналитические расчеты подтверждают вывод о том, что на качество хлебоулучшающей продукции и ее себестоимость оказывает влияние качество сырья, и, в первую очередь, хлебопекарные свойства муки. Однако известно, что именно качество зернового сырья, выращенного растениеводческими хозяйствами агропромышленного комплекса и приведенного в соответствие с требованиями нормативных документов на поставку при осуществлении операций первичной подработки (очистки и сушки) и хранения на хлебозаготовительных предприятиях, является основой формирования качественных показателей муки [3]. Вместе с тем, в настоящее время в России, как и во многих других государствах мира, являющихся основными производителями ценной и высококлассной твердой пшеницы, ее производство значительно сократилось. Если, к примеру, в 1990 г. в нашей стране ее доля в совокупных закупках пшеницы превышала 58 %, в начале XXI в. она была на уровне 22,6 %, то по данным 2015 г. ее удельный вес колеблется около 13–15,5 %.

Проведенный анализ позволил определить ключевые причины отмеченной негативной ситуации. В частности, многие сельскохозяйственные производители отказались от выращивания твердой пшеницы не только из-за высокой зависимости ее урожайности от погодных условий, соблюдения культуры агротехники и подверженности болезням, но и резко отставания показателей урожайности от среднемировых уровней, а также незначительных колебаний цен при государственной закупке, а, следовательно, рентабельности деятельности в сравнении с производством мягкой пшеницы.

Это практически привело к тому, что во многих регионах России в последние годы снизилось товарное качество зерна пшеницы, в валовом сборе резко уменьшилась доля зерна 3-го класса при одновременном увеличении удельного веса слабой пшеницы 4-го и 5-го класса. Снижение агротехники выращивания зерна, в том числе по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями, рост использования некондиционных семян и непригодных помещений для хранения зерновых культур, как правило, способствует тому, что на переработку поступает существенное количество зерна, не предназначенного к промышленной хлебопекарной переработке в силу пониженного содержания белка и клейковины.

Кроме того, отрицательное влияние на качество зерна оказало снижение при переходе к рыночной экономике требований государственного контроля на всех стадиях производства, хранения и перемещения зерновой продукции внутри страны. В настоящее время доля не соответствующего требованиям по безопасности и качеству зерна превышает

30 % от контролируемых по данным показателям проверенным объемам, в то время как значение аналогичного показателя в 2004 г. было менее 1 %.

Однако сегодня удовлетворение внутреннего спроса на зерно, как в масштабах всего государства, так и его отдельных регионов, и создание его нормативного переходящего запаса по-прежнему является одним из важнейших условий обеспечения продовольственной безопасности страны. Вместе с тем, наблюдающееся в последнее время изменение территориального размещения производства зерновых культур в зависимости от внутренних потребностей самообеспеченности регионов наносит ущерб эффективности и конкурентоспособности отечественного зернового рынка, а соответственно, и рынка хлебопродуктов. Для изменения ситуации необходимы действенные управленческие решения на микро-, мезо- и макроуровнях, включая зарубежный опыт использования технических и технологических инноваций с учетом специфики экономики России [4].

В связи с тем, что согласно прогнозным данным развития элеваторных и складских емкостей, необходимые объемы для обеспечения нормативных требований для безопасного хранения зерновых запасов в России могут быть созданы только к 2030 г., важной задачей является разработка и внедрение инновационных препаратов, приборов, оборудования и технологий. При этом в менеджменте качества следует обязательно учитывать производственный процесс, последовательно включающий управление безопасностью и качеством зерна в технологической последовательности сельского хозяйства, хлебозаготовительных предприятий, зерноперерабатывающих производств.

Одной из основных контрольных точек указанного процесса является послеуборочная обработка и хранение зерна, которое поступает на хлебозаготовительные предприятия. От уровня выполнения работ по приемке, формированию однородных по качеству и безопасности партий, проведению обеспыливания, очистки и обеззараживания, обеспечения условий для временного хранения, температурного режима и продолжительности сушки, целевого формирования партий и хранения зерна зависят количественные и качественные показатели отгружаемого потребителям зерна, а, следовательно, и выпускаемой в дальнейшем продукции зернопереработки.

На каждом из хлебозаготовительных предприятиях, расположенных в том или ином регионе страны, следует разрабатывать соответствующие профилактические мероприятия, направленные на устранение или снижение уровня риска до предельно допустимого. Так, в условиях повышенной влажности зерна при дождливом лете следует более серьезное внимание уделить процессу его сушки. Это, в частности, обусловлено тем, что двукратное (с 12 до 25 %) увеличение содержания влаги не только способствует росту количества плесеней более чем в 75 тысяч раз, но и сокращает вероятность всхожести зерна в четыре раза. Кроме того, следует отметить, что увеличение количества вы-

деляемого при хранении сырого зерна углекислого газа только за сутки более чем в 24 тысячи раз, может не только отрицательно отразиться на его качестве, но и создать взрывоопасную ситуацию на хлебозаготовительных предприятиях.

Из множества актуальных проблем предприятий элеваторной промышленности остановимся более подробно на постановке и решении задачи, связанной с инновационными технологиями тактического и стратегического управления качеством зерна, что позволяет эффективно интегрировать деятельность хлебозаготовительных предприятий в структуру рынка зерна и хлебопродуктов.

В связи с тем, что проведенный мониторинг качества зерна подтвердил сохранение устойчивой тенденции увеличения доли зерна пшеницы, пораженного мокрой головней (с 13,1 % в 2005 г. до 15,6 % в 2015 г.) в среднем по России и по ее отдельным регионам (в частности, по Воронежской области с 15,0 до 16,8 % за исследуемый период), что представляет серьезную угрозу здоровью нации, необходимо усилить проведение профилактических агротехнических мероприятий в семеноводческих и растениеводческих хозяйствах, включая термическую обработку и протравливание семян, использование микроэлементов в качестве удобрений, оказывающих положительное влияние на предотвращение головневых заболеваний зерна.

В условиях деятельности элеваторов следует также усилить контроль за качеством зерна пшеницы с целью своевременного обнаружения заражения спорами головни и предотвращения его дальнейшего распространения [5]. Отметим, что применяемые в настоящее время методики дают возможность выявить количество головневых спор (химическим методом), определить количество рассыпанной головни (химический метод) и подсчитать количество головневых зерен (метод, основанный на количественном учете).

Однако существующие в настоящее время методики определения заражения спорами головни являются устаревшими, достаточно трудоемкими и не позволяют определить поражение на ранних стадиях. Поэтому необходимы инновационные технологии, нацеленные на повышение качества хранения зерна и эффективности деятельности отраслевых предприятий.

Рассмотрим социально-экономические преимущества разработанного учеными-химиками Воронежского государственного университета инженерных технологий инновационного аналитического метода с использованием мультисенсорной системы «электронный нос», который дает возможность качественной и количественной диагностики веществ и запахов, нацеленной на выявление порчи зерна головней на ранних стадиях. Применение указанного метода позволяет установить критическую влажность зерна, после достижения которой оно подвергается начальным процессам порчи.

Оценка сравнительной эффективности использования в зерноперерабатывающей промышленности метода определения интенсивности заражения спорами головневых грибов с помощью

устройства «пьезоэлектронный нос» проведена над зерном, пораженным головней, до и после внедрения инновационных технологий на одном из крупнейших хлебозаготовительных предприятий Воронежской области – ОАО Комбинат хлебопродуктов «Калачеевский».

Практика внедрения подтвердила, что процесс порчи зерна головневыми грибами, который ранее приводил хлебозаготовительное предприятия к одной из следующих производственных ситуаций (поражение достигало стадии, когда качество зерна снижалось до полной его непригодности к дальнейшему использованию; качество ухудшалось, но давало возможность реализации зерна в комбикормовую промышленность по более низким ценам для использования в качестве зернового сырья при выработке комбинированных кормов для различных групп животных и птицы; незначительное поражение зерна головней позволяло использовать его в качестве одного из ингредиентов помольной партии с добавлением более качественного зерна), практически был своевременно приостановлен.

В результате предприятие смогло использовать свою производственную мощность практически на сто процентов и, полностью переработав весь заготовленный годовой объем зерна, увеличить производство готовой продукции более чем на 44 тыс. т, а выручку от реализации – на 451 млн. руб. При этом, на проведение лабораторных анализов с использованием инноваций было затрачено на 2400 руб. меньше, чем при применении традиционных технологий. Сравнение характеристик заявленного и рекомендуемого к внедрению метода позволило сделать вывод о существенном снижении трудоемкости работы лаборантов при контроле качества зерна. В частности, время анализа сокращается с 60 до 35–40 минут, в том числе, вследствие отсутствия необходимости проведения подготовки реактивов, фильтрования и осаждения под вакуумом. Допустимая погрешность при проведении анализа изменяется с 15 до 10 %. Помимо экономической эффективности и повышенной оперативности инновации обладают более высокой точностью и другими технологическими характеристиками, что позволяет проводить анализы качества зерна реже и дополнительно экономить материальные ресурсы. При необходимых капитальных вложения на дополнительное лабораторное оборудование для определения спор головни в зерне в сумме 25,5 млн. руб., срок окупаемости инновационной установки на исследуемом предприятии при заданных характеристиках его деятельности составил около одного месяца за счет снижения затрат на проведение одного анализа более чем в пять раз (с 200–250 до 40–50 руб.).

При перечислении основных проблем хлебозаготовительных предприятий и возможных направлений их решения с использованием инновационных технологий, была выделена задача снижения ресурсоемкости операций по сушке и хранению зерна. Приведем экономическое обоснование целесообразности имеющегося практического опыта внедрения более производительной и топливосбе-

регающей зерносушильной установки ДСП-16 и проведения работ по совершенствованию технологии активного вентилирования зерна. Расчет предлагаемых мероприятий выполнен на основе фактических данных о грузообороте одного из элеваторов Воронежской области, а также его действующих и планируемых нормах расхода топлива, потребляемого зерносушилкой.

Как известно, пик приема зерна нового урожая приходится на время уборки зерновых в сельскохозяйственных предприятиях региона (начало июля – конец октября). В этот период основная задача элеватора заключается в осуществлении работ по приемке, сушке, очистке, размещению зерновых культур по силосам и складам и их хранению с проведением активного вентилирования.

В основу разработки прогрессивных норм расхода топлива, дифференцированных в зависимости от температуры окружающего воздуха и температуры зерна, положен метод корреляционно-регрессивного анализа. В качестве нормы расхода условного топлива для традиционно используемого на действующем предприятии метода принято 12,2 кг/т (среднеарифметическая), для проектируемого варианта при условии снижения удельной нормы расхода – 8,54 кг/т.

Расчеты показали, что потребность в натуральном топливе проектируемой установки значительно меньше традиционно-используемой (отклонение составило 135770,1 м³). Соответственно экономия составляет более 168,5 тыс. руб. в год. Отметим, что данные значения напрямую зависят от объема сушки зерновых культур на элеваторе. Также следует подчеркнуть, что рассчитанная экономия от операции сушки имеет сезонный характер, так как основной объем приходится на период уборки зерна в сельхозпредприятиях. При этом в расчетах не учтены остальные затраты на проведение сушки зерна (заработная плата технологических рабочих, амортизационные отчисления, накладные расходы), поскольку проведение модернизации их не затрагивает.

Сушка и активное вентилирование в данном процессе инновационных технологий рассматриваются вместе, так как являются взаимно дополняемыми операциями. Критериями оптимизации сушки и активного вентилирования зерна являются: эксплуатационная производительность зерносушилок, качество зерна, время сушки, вместимость оперативных бункеров (до и после зерносушилки), величина вместимости складов, оборудованных установками активного вентилирования, число просушенных партий, капитальные и текущие затраты.

Внедрение инновационных технологий проведения операций активного вентилирования зерна позволяет повысить качество проведения операций, обеспечить возможность внедрения датчиков автоматического контроля и более длительный период сохранения температурных режимов, снизить трудоемкость проведения операций активного вентилирования, что, в конечном счете, приводит к изменению графика проведения данного вида работ с

одного раза в неделю до двух раз в три недели и получению положительного экономического эффекта в сумме 296,0 тыс. руб.

Следующим этапом расчета экономической эффективности внедрения инновационного оборудования является расчет экономии от снижения естественной убыли зерна. В настоящее время размеры потерь утверждены в соответствии с нормативами естественной убыли, которые зависят от способа хранения и вида емкостей. Так, если при хранении в элеваторах они составляют, например, для зерна пшеницы 0,05 %, то при хранении в складах – 0,07 %, а на непригодных площадках – уже 0,12 %. При хранении зерна от 3 до 6 месяцев норма естественной убыли увеличивается примерно на 40 %, а от 6 месяцев до года – еще на 40 %.

Дополнительно к потерям от неправильного хранения товаропроизводители несут потери от недополучения выручки от реализации зерна, качество которого не соответствует требованиям стандартов, в том числе от увеличения транспортных затрат на перевозку влажного и засоренного зерна. Проектируемый вариант вследствие повышения качества хранения позволяет значительно снизить естественную убыль зерна и повысить эффективность оказываемых услуг.

Так как модернизированная зерносушилка предполагает установку дополнительного вентиляционного оборудования, на привод которого затрачивается электроэнергия, то суммарная потребность в электроэнергии возрастет на 20 %, что необходимо учесть в экономическом обосновании проекта. Однако данное увеличение расходов в сравнении с вышеприведенной экономической выгодой будем считать незначительным.

Оценка конкурентоспособности любого товара (услуги) производится на основе сопоставления продукции данного предприятия с соответствующей продукцией других фирм. Показатель конкурентоспособности продукции выражается отношением полезного эффекта к цене потребления, а за полезный эффект принимаются интегральные показатели характеристик товара – его качество [6].

Характеристика качества прямо пропорциональна показателям конкурентоспособности. Большое влияние на принятие решения по выбору поставщика оказывает именно качество товара (услуги). Цена товара неразрывно связана с его качеством и прямо пропорциональна ему. Интересы потребителя к качеству и цене продукции (услуги) противоположны.

В процессе упорядочения рыночных отношений и становления цивилизованного рынка хлебопродуктов немалую роль играет качество зерна и продуктов его переработки, из обращения которых должны быть исключены некачественные, нестандартные или небезопасные для здоровья и жизни населения продукты.

Проектируемая модернизация предполагает вследствие улучшения режимов сушки и хранения зерна улучшение его качественных характеристик, что положительно скажется на объеме и стоимости работ непосредственно у промышленных предприя-

тий-переработчиков зернового сырья. Улучшение качественных характеристик можно прямо увязать с ценой на зерно. Зададимся увеличением отпускной цены на зерно пшеницы на 1 %. Данное увеличение цены повлечет рост валовых доходов предприятия, однако диапазон соотношения цены и качества зернопродуктов позволит придать элеватору значительный конкурентоспособный статус. При этом у зерноперерабатывающих предприятий сократятся затраты на подготовку сырья к помолу на технологических примельничных элеваторах.

Проведенные расчеты показали, что проекти-

руемое мероприятие является экономически целесообразным. Рентабельность инвестиций позволит составить 119 % и окупить капитальные вложения за 0,84 года.

Таким образом, доказано, что применение инновационных технологий на предприятиях элеваторной промышленности является фактором повышения качества продукции хлебопекарной промышленности, основой модернизации отечественной мукомольной и хлебопекарной промышленности и достижения их конкурентоспособности на отраслевом рынке.

Список литературы

1. Санду, И. Формирование аграрной инновационной политики / И. Санду, Г. Демишкевич, Д. Чепик // АПК: экономика, управление. – 2015. – № 10. – С. 44–48.
2. Косован, А.П. Состояние и перспективы развития инновационного потенциала хлебопекарной промышленности / А.П. Косован, И.И. Шапошников // Хлебопечение России. – 2016. – № 6. – С. 14–18.
3. Мизанбекова, С. Современные тенденции кластеризации зернопродуктового комплекса Казахстана / С. Мизанбекова, И. Богомолова, А. Богомолов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2016. – № 2. – С. 32–34.
4. Богомолова, И.П. Механизм формирования интеграционных связей в национальном агропродовольственном секторе экономики / И.П. Богомолова, Р.С. Сапелкин // Международные научные исследования. – 2016. – № 2 (27). – С. 99–108.
5. Иванова, В.Н. Рост сельскохозяйственного производства как фактор развития пищевой промышленности и продовольственного рынка России / В.Н. Иванова, С.Н. Серегин, А.В. Новосельцева // Пищевая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 8–11.
6. Асылбекова, Н.Т. Анализ конкурентоспособности пищевой промышленности Республики Казахстан / Н.Т. Асылбекова // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 8. – С. 145–150.

References

1. Sandu I., Demishkevich G., Chepik D. Formirovanie agrarnoy innovatsionnoy politiki [Formation of Agrarian Innovation Policy]. *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: Economics, management], 2015, no. 10, p. 44 – 48.
2. Kosovan A.P., Shaposhnikov I.I. Sostoyanie i perspektivy razvitiya innovatsionnogo potentsiala khlebopekarnoy promyshlennosti [Condition and prospects of development of innovative potential of the baking industry]. *Khlebopechenie Rossii* [Baking in Russia], 2016, no. 6, pp. 14–18.
3. Mizanbekova S., Bogomolova I., Bogomolov A. Sovremennyye tendentsii klasterizatsii zernoproduktovogo kompleksa Kazakhstana [Contemporary trends clustering grain product complex of Kazakhstan]. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Journal of Agricultural], 2016, no. 2, pp. 32–34.
4. Bogomolova I.P., Sapelkin R.S. Mekhanizm formirovaniya integratsionnykh svyazey v natsional'nom agropridovol'stvennom sektore ekonomiki [Formation mechanism of integration links in the national agro-food sector of economy]. *Mezhdunarodnyye nauchnye issledovaniya* [International Scientific Research], 2016, vol. 27, no. 2, pp. 99–108.
5. Ivanova V.N., Seregin S.N., Novosel'tseva A.V. Rost sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva kak faktor razvitiya pishchevoy promyshlennosti i prodovol'stvennogo rynka Rossii [Growing agricultural production as a factor of development of the food industry and food market of Russia]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 2016, no. 2, pp. 8–11.
6. Asylbekova N.T. Analiz konkurentosposobnosti pishchevoy promyshlennosti Respubliki Kazakhstan [Food industries competitiveness analyze of the of the Republic of Kazakhstan]. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International Journal of experimental Education], 2013, no. 8, pp. 145–150.

Дополнительная информация / Additional Information

Мизанбекова, С.К. Инновационные технологии как фактор повышения качества продукции хлебопекарной промышленности / С.К. Мизанбекова, И.П. Богомолова, А.В. Богомолов // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 142–148.

Mizanbekova S.K., Bogomolova I.P., Bogomolov A.V. Innovation technologies as a factor for increasing the quality of baking industry goods. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 142–148 (In Russ.).

Мизанбекова Салима Каспиевна

д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры экономика и финансы, НАО «Казахский национальный аграрный университет», 050010, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Абая, 8, тел.: +7 (727) 262-19-59, e-mail: Salima-49@mail.ru

Salima K. Mizanbekova

Dr.Sci.(Econ.), Professor, Professor of the Department economy and finance, Kazakh National Agrarian University, 8, Abay Ave., Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan, phone: +7 (727) 262-19-59, e-mail: Salima-49@mail.ru

Богомолова Ирина Петровна

д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой управления, организации производства и отраслевой экономики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, пр. Революции, 19, тел.: +7 (473) 255-27-10

Богомолов Антон Владимирович

канд. экон. наук, научный сотрудник, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации», 394042, Россия, г. Воронеж, ул. Серафимовича, 26 а, тел.: +7 (473) 222-99-40

Irina P. Bogomolova

Dr.Sci.(Econ.), Professor, Head of the department of management, organizations manufacturing and industrial economy, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19, Revolution Ave., Voronezh, 394036, Russia, phone: +7 (473) 255-27-10

Anton V. Bogomolov

Cand.Sci.(Econ.), Researcher, Scientific research Institute of Economics and organization of agroindustrial complex of Central black earth region of the Russian Federation, 26 a, Serafimovicha Str., Voronezh, 394042, Russia, phone: +7 (473) 222-99-40



УДК:664.68

ФОРМИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

**И.Ю. Резниченко^{1,*}, Т.В. Рензяева¹, А.Н. Табаторович²,
И.В. Сурков¹, А.М. Чистяков¹**

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

²Институт дизайна и технологий
ФГБОУ ВО «Омский государственный
технический университет»,
644099, Россия, г. Омск, ул. Красногвардейская, 9

*e-mail: reznichenko@gmail.com

Дата поступления в редакцию: 29.03.2017

Дата принятия в печать: 02.05.2017

Аннотация. В статье рассматривается проблема совершенствования ассортимента мучных кондитерских изделий с позиций удовлетворения потребительского спроса в продуктах функционального назначения. Дан анализ отечественной и зарубежной научной литературы по перспективным направлениям совершенствования ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения. Приведены сведения об объемах потребления основных продуктов питания в Российской Федерации с учетом потребительской корзины. Выявлена разбалансированность рациона питания по основным пищевым веществам, витаминам, микро- и макроэлементам. Проанализирована структура рынка кондитерских изделий в России и Кемеровской области, а также тенденции его развития. Обоснован выбор приоритетного ассортимента для разработки функциональных мучных кондитерских изделий, отвечающих современным требованиям здорового питания и Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. При исследованиях применяли методы систематизации, анализа и обобщения, социологические и статистические. Работа проводилась на базе ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)». Получены новые данные, которые позволили восполнить дефицит информации о динамике и тенденциях развития потребительского рынка мучных кондитерских изделий в России и за рубежом, обосновать необходимость инновационных подходов к расширению сырьевой базы, разработке рецептур и технологий функциональных мучных кондитерских изделий с целью совершенствования их ассортимента. Полученные данные имеют теоретическое значение и могут быть использованы учеными и практическими работниками, чья деятельность связана с формированием ассортимента или разработкой мучных кондитерских изделий функциональной направленности.

Ключевые слова. Мучные кондитерские изделия, рынок, ассортимент, функциональные ингредиенты, потребительские свойства

FORMATION OF A RANGE OF FUNCTIONAL FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

**I.Yu. Reznichenko^{1,*}, T.V. Renzyaeva¹, A.N. Tabatorovich²,
I.V. Surkov¹, A.M. Chistyakov¹**

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

²Omsk State Technical University
Institute of Design and Technology,
9, Krasnogvardeyskaya Str., Omsk, 644050, Russia

*e-mail: reznichenko@gmail.com

Received: 29.03.2017

Accepted: 02.05.2017

Abstract. The article considers the problem of improving the range of confectionery from the standpoint of satisfaction of consumer demand in functional foods. The analysis of domestic and foreign scientific literature on promising directions of improving the range of functional confectionery is given. The article provides information on volumes of staple foodstuffs consumption in the Russian Federation taking into account the consumer basket. Identified is the diet imbalance as far as basic food substances, vitamins, micro- and macroelements are concerned. The structure of confectionery market in Russia and the Kemerovo region, as well as trends of its development is analyzed. The choice of the priority range for the development of functional flour confectionery products that meet modern requirements of healthy eating and Strategies for increasing the quality of food products in the Russian Federation until 2030 is substantiated. Doing their research the authors applied the methods of systematization, analysis and synthesis; sociological and

statistical ones. The research has been carried out on the base of the "Kemerovo technological Institute of food industry (University)". The new data compensating the lack of information about the dynamics and trends of the consumer market of flour confectionery products in Russia and abroad have been obtained. They also helped us to justify the need for innovative approaches to the increase of resource base, and the development of formulations and technologies of functional confectionery to improve their range. The findings have theoretical value and can be used by scientists and practitioners, whose activities are connected with the formation of the product range and the development of functional flour confectionery products.

Keywords. Confectionery products, market, range, functional ingredients, consumer properties

Введение

Рынок пищевой продукции представляет собой важную часть современной экономики Российской Федерации и требует комплексного и системного развития. В 2016 г. Правительством РФ принята «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», ориентированная на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества [1]. При этом качество пищевой продукции понимается как совокупность характеристик продукции, соответствующих заявленным требованиям и включающих ее безопасность, потребительские свойства, энергетическую и пищевую ценность, аутентичность, способность удовлетворять потребности человека в пище при обычных условиях использования в целях обеспечения сохранения здоровья человека. Данным требованиям отвечают продукты питания функциональной направленности.

Среди причин снижения качества жизни населения и развития ряда заболеваний указываются такие, как потребление пищевой продукции с низкими потребительскими свойствами, в том числе необоснованно высокой калорийностью, сниженной пищевой ценностью, избыточным содержанием насыщенных жиров, дефицитом микронутриентов и пищевых волокон. Целями принятой стратегии являются обеспечение качества пищевой продукции, действие и стимулирование роста спроса и предложения на более качественные пищевые продукты и обеспечение соблюдения прав потребителей на приобретение такой продукции. Достижение целей предусматривается осуществлять путем реализации ряда задач, в том числе приоритетного развития научных исследований в области питания населения, включая профилактику наиболее распространенных неинфекционных заболеваний, разработку технологий, направленных на повышение потребительских свойств пищевой продукции, а также продвижение принципов здорового питания [1].

Формирование ассортимента продуктов питания, не только отвечающих приоритетным направлениям государственной политики в области здорового питания, но и удовлетворяющих потребительский спрос в их качестве, является на сегодняшний день актуальным направлением развития потребительского рынка [2]. Рацион питания современного человека формируется за счет продуктов, удовлетворяющих его потребности по целому ряду критериев. К факторам, формирующим потребительский спрос и влияющим на выбор про-

дуктов, относятся как информационная обеспеченность потребителя о пользе и вреде того или иного продукта и его потребительских свойствах, так и личный опыт, ценовая категория товара, уровень дохода. Немаловажную роль в формировании потребительских предпочтений играют реклама, а также средства массовой информации, призванные формировать приверженность принципам здорового питания как одного из факторов здорового образа жизни.

Рынок кондитерских изделий является сложным рынком товаров с высокой конкуренцией, где ключевую роль играет соотношение цены и качества. Эффективность рынка кондитерских изделий определяется растущим спросом населения на кондитерскую продукцию и конкурентным потенциалом производителей, что говорит о необходимости инновационного развития. Актуальной тенденцией в развитии рынка продуктов питания является увеличение потребления веществ, играющих важную роль в физиологических процессах организма – физиологически функциональных ингредиентов. К таким ингредиентам относятся витамины, минеральные вещества, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, полноценный белок и другие ценные компоненты пищевых продуктов [2].

Кондитерские изделия представляют собой группу пищевых продуктов широкого ассортимента, значительно отличающихся по цене, составу и потребительскими характеристиками. Примерно половину рынка кондитерских изделий в РФ занимают мучные кондитерские изделия (МКИ). Они пользуются регулярным устойчивым спросом, благодаря высоким вкусовым свойствам, ценовой доступности, удобству потребления, а также традициям в питании населения РФ. МКИ вносят существенный вклад в рацион питания различных возрастных групп населения, особенно детей и молодежи. Однако состав МКИ не сбалансирован, они обладают низкой пищевой ценностью и высокой энергетической ценностью (калорийностью), содержат большое количество жиров и углеводов при незначительном содержании незаменимых ингредиентов, макро- и микронутриентов.

Инновации на рынке продуктов питания ориентированы на конкретных потребителей. Учитывая доступность и популярность МКИ у населения РФ, формирование их ассортимента с учетом функциональной направленности является актуальным направлением влияния на рацион питания. Важность и целесообразность обогащения мучных кондитерских изделий физиологически функциональными ингредиентами отмечается в работах НИИ питания РАМН [2, 3, 4]. К преимуществам МКИ относятся возможности моделирования рецептур и

расширения ассортиментного ряда. При этом существенную роль в формировании структуры ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения отводится рассмотрению таких аспектов, как изучение потребительских свойств, товароведных характеристик новых изделий с учетом современных требований к качеству продуктов питания.

В настоящее время опубликовано большое число исследований, в которых доказано, что жизнь современного человека связана с воздействием различных неблагоприятных факторов внешней среды, которые приводят организм в состояние стресса и накладывают определенные негативные отпечатки на состояние здоровья. В этой связи существует необходимость поиска доступных методов укрепления здоровья и повышения защитных функций организма. Так, в России принят ряд государственных программ, ориентированных на обеспечение здорового питания населения и профилактику алиментарных заболеваний [1, 2].

Современная методология разработки, производства, обращения и потребления функциональных продуктов питания базируется на основных положениях науки о питании, комплексном товароведном и технологическом подходах, среди которых наиболее приоритетными являются [5, 6, 7]:

- изучение пищевого статуса, рационализация питания, достижение массовой приверженности населения принципам здорового питания;

- обеспечение качества продовольственного сырья и пищевых продуктов функционального назначения на всех этапах жизненного цикла, в том числе их аутентичность, прослеживаемость, совершенствование системы менеджмента качества и номенклатуры показателей качества;

- совершенствование традиционных и разработка новых технологий и рецептур пищевых продуктов заданного химического состава, в том числе продуктов функционального назначения, обогащенных биологически активными компонентами, позволяющих эффективно осуществлять коррекцию пищевого статуса.

Целесообразность обогащения мучных кондитерских изделий физиологически функциональными ингредиентами, позволяющими улучшать их потребительские свойства, отмечается в публикациях, как иностранных ученых, так и ученых из различных регионов Российской Федерации. Анализ научных публикаций за период с 2006 по 2016 гг., посвященных разработке функциональных мучных кондитерских изделий, свидетельствует о том, что их ассортимент постоянно расширяется за счет использования новых сырьевых ресурсов и технологий.

Российскими учеными ведутся работы по изучению научных основ, технологий и рецептур МКИ функционального назначения (Т.В. Матвеева и др., 2011), совершенствованию структуры ассортимента сахарного печенья (Л.А. Петрова и др., 2016), пряничных изделий и крекеров (Т.Н. Лазарева, С.Я. Корячкина и др., 2015) с целью экономии дефицитных видов сырья, снижения сахароемкости,

создания изделий лечебно-профилактического назначения, детского ассортимента, изделий с более длительным сроком хранения [8, 9, 10, 11].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте кондитерской промышленности (А.А. Максимова и др., 2010) разработана технология овсяного печенья с нетрадиционным для кондитерской промышленности сырьем – экструдированной овсяной мукой, внедрение которой позволяет расширить ассортимент, интенсифицировать процесс производства овсяного печенья и повысить конкурентоспособность [12].

В Мичуринском государственном аграрном университете (В.Ф. Винницкая и др., 2014) разработаны новые виды МКИ с добавлением продуктов переработки топинамбура, что позволяет обеспечивать организм человека инулином, клетчаткой, пектином, витамином С, каротиноидами и другими биологически активными веществами, придающими готовым изделиям функциональные свойства [13].

В Зональном научно-исследовательском институте сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (Н.К. Лаптева, 2012) разработаны МКИ из ржаного сырья, которые отличаются повышенным (на 16,1–212,5 %) содержанием пищевых волокон и более низкой (на 4,1–12,9 %) энергетической ценностью. Использование ржаного сырья в производстве МКИ позволяет расширить ассортимент изделий с повышенной пищевой ценностью, увеличить экономическую эффективность их производства, уменьшить энергетический потенциал рациона, что важно для обеспечения здорового питания современного человека [14].

Отмечается целесообразность применения биологически активных добавок на основе фукоиданов (Е. Smertina и др.) из бурых водорослей (*Fucus evanescens*) в производстве мучных изделий [15, 16]. В Камчатском государственном техническом университете проведены исследования по введению в состав МКИ морских водорослей (А.П. Зенина и др., 2015). Применение продуктов переработки морского сырья позволяет расширить ассортимент продукции с высокими потребительскими и профилактическими свойствами [17].

Учеными Украины изучено (Р.Ю. Павлюк и др., 2015) содержание биологически активных веществ в натуральных пряностях и разработана технология наноэкстрактов и нанопорошков из них с использованием криомеханической обработки сырья перед экстрагированием, что позволило увеличить выход экстрактивных веществ в 1,5–2 раза, сократить время экстрагирования в 4–5 раз и получить сырьевые компоненты для продуктов здорового питания и МКИ с их использованием, содержащие значительные количества функциональных пищевых ингредиентов. Разработана технология приготовления (Ianchuk и др., 2016) полуфабрикатов для МКИ с использованием порошков из бананов и моркови [18, 19, 20].

Японскими учеными (Т. Nakakuki, 2003) предложено применение соевых олигосахаридов в кондитерских изделиях. В настоящее время рынок олигосахаридов в Японии вырос более чем на 20 млрд.

иен/год [21]. В Польше (E. Cieslik, 2011) исследованы свойства фруктанов (инулин и oligofructoses), показана эффективность их применения как биологически активных веществ и веществ, улучшающих технологические свойства кондитерских изделий [22]. Китайскими учеными (G. Zhao и др., 2013) доказана целесообразность использования белкового концентрата из арахисовой муки в качестве обогапителя функциональными ингредиентами для пищевых продуктов, в том числе кондитерских изделий [23]. Исследована возможность (Villargoel, M. и др., 2007) совместного применения модифицированного кукурузного крахмала и обезжиренной муки из фундука, как источников пищевых волокон в производстве тортов [24].

С целью решения задачи расширения ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения (А.В. Стриженко, 2013) предложено использование продукта переработки орехоплодных культур в производстве сахарного печенья, что позволит обогатить его состав макро- и микронутриентами и рекомендовать печенье для профилактики сердечно-сосудистых, аллергических заболеваний [25]. Изучены (Е.В. Крюкова и др., 2014) основные технологические подходы обогащения песочного печенья полбяной мукой и потребительские свойства готовых изделий [26]. Ряд работ (Р. Османьян, 2008; Е.А. Давидович, 2010; Р.Р. Левашов и др., 2016) посвящен повышению пищевой ценности сахарного печенья посредством использования пребиотиков и кальция, пищевых волокон, а также исследованию факторов, улучшающих потребительские свойств сахарного печенья [27, 28, 29].

Учеными Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова (Н.С. Шелубкова и др., 2014) предлагается ввести в рецептуру печенья муку из семян амаранта (20 %) и цельносмолотую белозерную рожь (25 %) или композитную смесь из 10 % амарантовой муки и 15 % цельносмолотого зерна ржи, что позволит получить сахарное печенье повышенной пищевой и биологической ценности, улучшить показатели качества готовых изделий [30].

Предложены новые технологии с использованием нетрадиционных для мучных кондитерских изделий видов сырья: сои, фасоли, нута, люпина, кунжута и льна. Подробно изучен и проанализирован состав новых рецептурных ингредиентов и выявлено положительное влияние их внесения на улучшение пищевой ценности разработанных продуктов. Разработаны рецептуры изделий, сбалансированных по биологической ценности, витаминному, минеральному составу, ω -6 и ω -3 жирным кислотам, что соответствует рекомендациям Института питания РАМН для профилактического питания (Я.П. Коломникова и др., 2014) [31].

В настоящее время проводятся исследования факторов, позволяющих улучшать потребительские свойства мучных кондитерских изделий и совершенствовать структуру ассортимента. В различных регионах РФ активно изучаются потребительские предпочтения в отношении мучных кондитерских изделий, а также отмечается значение функцио-

нальных продуктов питания в обеспечении организма человека минорными компонентами.

В Уральском регионе (г. Екатеринбург) ведутся исследования по расширению ассортимента обогащенного сдобного печенья и изучению рынка мучных кондитерских изделий. Проанализированы основные направления развития производства печенья: по ценовым показателям, по объему продаж, по ассортименту. Изучена зависимость спроса мучных кондитерских изделий от различных факторов. Рассмотрено использование нетрадиционного сырья в рецептурах печенья. Анализ ассортимента функциональных кондитерских изделий, реализуемых в розничной торговой сети г. Челябинска, показал, что на рынке отсутствует продукция местных предприятий кондитерской промышленности, являющихся лидерами по производству и реализации изделий традиционных рецептур. Показана возможность и целесообразность обогащения кондитерских изделий такими минорными компонентами, как селен, цинк, марганец, витамины А, D, Е, биодобавками из растительного сырья [32, 33, 34].

Учеными Воронежского государственного университета инженерных технологий (И.И. Андропова и др., 2015) и Воронежского государственного аграрного университета им. Императора Петра I (С.А. Шеламова и др., 2016) постоянно ведутся работы по совершенствованию ассортимента мучных кондитерских изделий и разработке ассортимента обогащенных продуктов [35, 36].

В Сибирском федеральном университете (г. Красноярск) проведены исследования по применению таких функциональных ингредиентов из местного растительного сырья, как пектина из хвойного сырья и биологически активных добавок из полыни северса в производстве обогащенных кексов и печенья [37].

Учеными Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова (г. Барнаул), Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета) ведутся исследования по совершенствованию ассортимента мучных кондитерских изделий на основе применения уникального сырья Сибирского региона – кедрового ореха и продуктов его переработки (Г.Ю. Бахтин, 2013; И.Ю. Резниченко, 2016). Проведены исследования химического состава и пищевой ценности отдельных продуктов переработки кедрового ореха – ядер, скорлупы, околоядровой пленки, масла орехов дальневосточной кедровой сосны (*Pinus koraiensis*), дана сравнительная характеристика аминокислотного состава белков ядра и жирнокислотного состава масла орехов дальневосточной и сибирской (*Pinus sibirica*) кедровых сосен, что позволяют рекомендовать их использование в технологии производства продуктов повышенной пищевой ценности [38, 39].

В Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности (университете) исследована возможность замены твердых жиров на жидкие растительные масла в рецептурах печенья (Т.В. Рензьева и др., 2013). Показано, что варьирование дозировок растительного масла и пищевых добавок

стабилизирующего действия в совокупности с использованием инновационной технологии позволяет получать изделия требуемого качества и повышенной пищевой ценности, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами, токоферолами и пищевыми волокнами, которые являются физиологически функциональными ингредиентами [40, 41]. В этом же институте (И.Ю. Резниченко и др., 2011) установлены требования к обогащенным и специализированным мучным кондитерским изделиям, обосновано введение новых показателей качества для идентификации и подтверждения их функциональной направленности [42, 43].

В работе (Н.Е. Свирейко, 2014) Белорусского государственного экономического университета (г. Минск) мучные кондитерские изделия также отмечены, как объекты для функционального питания [44].

В статье (Cukelj and e.t., 2016) отмечается повышенный интерес потребителей к функциональному печеню, обогащенному семенами льна. Печенье с льняным семенем может быть источником омега-3 жирных кислот в ежедневном рационе. Выявлен потенциальный портрет потребителей: пожилые женщины с высоким уровнем осведомленности о продуктах здорового питания, а также люди, заинтересованные в правильном питании. Для того, чтобы привлечь более широкий круг потребителей, рекомендуется производителям использовать результаты маркетинговых исследований [45].

Таким образом, отечественными и зарубежными учеными активно исследуются различные факторы, формирующие качество и безопасность функциональных кондитерских изделий, структуру их ассортимента для разработки рекомендаций их массового потребления с целью обогащения рациона незаменимыми нутриентами. Проведенные исследования согласуются с принятыми в последние годы международными и национальными документами, которые предусматривают развитие производства функциональных продуктов питания, как для людей, страдающих алиментарными заболеваниями, так и для всех возрастных групп населения [1, 2].

Целью работы является разработка рекомендаций по формированию ассортимента функциональных мучных кондитерских изделий для реализации на потребительском рынке Сибирского Федерального округа на примере Кемеровской области (Кузбасса).

Для достижения данной цели исследований поставлены следующие задачи:

- проанализировать отечественную и зарубежную научную литературу, в которой рассматриваются перспективы совершенствования ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения;

- провести анализ потребительской корзины и объемов потребления основных пищевых продуктов в Российской Федерации;

- проанализировать структуру рынка кондитерских изделий в Российской Федерации, в регионе;

- разработать рекомендации по формированию ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности.

Исследования проводились на базе ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)».

Объекты и методы исследований

При решении поставленных задач применяли общепринятые методы исследований – систематизации, анализа и обобщения, социологические, статистические. Для выявления предпочтений потребителей в группе МКИ проведен социологический опрос жителей г. Кемерово с применением выборочного метода анкетирования. Выборочная совокупность респондентов соответствовала генеральной совокупности населения г. Кемерово.

В качестве объектов исследований использовались: информационные данные, характеризующие структуру рынка мучных кондитерских изделий Российской Федерации и Кемеровской области; нормативные и законодательные документы, регламентирующие требования к нормам потребления пищевых продуктов; интернет-ресурсы.

Результаты и их обсуждение

Потребительская корзина на 2016 год в Российской Федерации характеризуется продуктами питания, представленными в табл. 1.

Согласно составу продовольственной корзины, трудоспособный гражданин РФ употребляет за год 100,4 кг картофеля, 114,6 кг овощей, 60,0 кг свежих фруктов, 126,5 кг хлеба и хлебобулочных изделий, 58,6 кг мясных и 18,5 кг рыбных продуктов соответственно. Однако приведенный объем потребления основных продуктов питания не соответствует документу «Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания», утвержденному приказом Министерства здравоохранения РФ № 614 от 19.08.2016 г. В среднем объем потребления трудоспособным населением РФ снижен: фруктов на 40 %, мясных продуктов – на 19,8 %, молочных продуктов – на 10,7 %, рыбных продуктов – на 15,9 %, овощей – на 18,1 %. Потребление сахара и масла растительного в среднем соответствует рекомендуемым нормам, которые составляют 24 и 12 соответственно, кг в год на одного человека. Потребление хлеба, хлебобулочных и макаронных изделий незначительно превышает рекомендуемую норму, которая составляет 96 кг в год на одного человека. Мучные кондитерские изделия напрямую не представлены в продовольственной корзине, однако известно, что средний уровень потребления кондитерских изделий в РФ составляет от 21 до 23 кг в год на одного человека и примерно половина от этого количества приходится на МКИ.

Таблица 1

Продукты питания потребительской корзины России
на 2016 год [46]

Наименование	Объем потребления (в среднем на одного человека в год)		
	Трудоспособное население	Пенсионеры	Дети
Хлеб, хлебобулочные, макаронные изделия; крупы, бобовые, кг	126,5	98,2	76,6
Картофель, кг	100,4	80,0	88,1
Овощи и бахчевые, кг	114,6	98,0	112,5
Фрукты свежие, кг	60,0	45,0	118,1
Сахар и кондитерские изделия в пересчете на сахар, кг	23,8	21,2	21,8
Мясопродукты, кг	58,6	54,0	44,0
Рыбопродукты, кг	18,5	16,0	18,6
Молоко и молочные продукты, кг	290,0	257,8	360,7
Яйца, шт.	210	200	201
Масло растительное, жиры, кг	11,0	10,0	5,0
Прочие продукты (чай, соль, специи), кг	4,9	4,2	3,6

Анализ состава потребительской корзины и рекомендуемых норм потребления основных пищевых продуктов свидетельствует о том, что рацион питания трудоспособного населения РФ характеризуется разбалансированностью по основным пищевым веществам. Значительную долю в рационе составляют углеводы и жиры, в то время как белков и других физиологически функциональных ингредиентов недостает, что является причиной дефицита практически всех жизненно важных витаминов, макро- и микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот, незаменимых аминокислот, пищевых волокон. Недостаточность незаменимых нутриентов в рационе питания населения России носит всесезонный характер и является постоянно действующим вредным фактором, отрицательно сказывающимся на здоровье человека. Сбалансированное соотношение пищевых веществ и присутствие функциональных ингредиентов в питании важно для населения Сибирского региона, в том числе Кузбасса, где действие неблагоприятных факторов на здоровье человека особенно выражено вследствие неблагоприятных климатических условий и большой техногенной нагрузки.

Наряду с ежегодными изменениями объемов потребления пищевых продуктов в РФ, происходит трансформация структуры ассортимента вырабатываемых изделий, а также их пищевой ценности, что обусловлено применением новых видов сырья, повсеместным использованием пищевых добавок различного назначения, выпуском более доступных по ценовой категории продуктов. В 2016 году в России было произведено 317 665,6 тонн кондитерских

изделий (в целом), что на 7,2 % выше объема производства предыдущего года [47]. Сахаристые кондитерские изделия на российском рынке представлены следующими видами: конфеты глазированные и неглазированные, карамель, мармелад, пастила, шоколад и шоколадные изделия, драже, ирис, халва и восточные сладости. Мучные кондитерские изделия представлены на потребительском рынке России такими группами, как печенье (42 %), торты и пирожные (15 %), вафли (13 %), кексы и рулеты (12 %), пряничные изделия (11 %), галеты и крекеры (5 %), мучные восточные сладости (2 %).

Производство кондитерских изделий, особенно сахаристых и шоколада, в основном осуществляется на крупных специализированных предприятиях. Особенности рынка кондитерских изделий в РФ связаны с большими географическими размерами страны, состоянием транспортных сетей и значительными различиями регионов по уровню экономического развития и покупательной способности населения. В этой связи насыщенность региональных рынков кондитерскими изделиями значительно различается. Несмотря на то, что в среднем в структуре рынка кондитерских изделий в России доля МКИ составляет около 50 %, в отдельных регионах она может быть значительно большей в силу их меньшей стоимости и большей доступности.

Объемы производства МКИ в России постоянно увеличиваются. МКИ условно можно разделить на изделия скоропортящиеся (торты и пирожные) и изделия с длительными сроками годности, которые составляют период от одного до шести месяцев (печенье, вафли, кексы, рулеты, пряники и др.) Наиболее крупную долю рынка занимают МКИ с длительными сроками годности, на них приходится около 60 % всего производства МКИ в стране. Из крупнейших регионов-производителей МКИ с длительными сроками годности можно выделить: г. Санкт-Петербург (11,7 % от общего объема производства МКИ с длительными сроками хранения), Кемеровская область (8,4 %), Московская область (4,8 %). Челябинская область (4,1 %). Указанные регионы за последние два года увеличивали объемы производства. При этом заметно сократили объемы производства МКИ Татарстан (-20,5 %), Брянская (-12,1 %) и Свердловская области (-7,4 %) [47].

В период 2014–2017 гг. средние цены на МКИ, в том числе торты и пирожные недлительного хранения выросли на 20,7 %, с 199,75 руб./кг до 241,13 руб./кг. Наибольшее увеличение средних цен производителей произошло в 2015 году, тогда темп роста составил 11,7 %. Так, средняя цена производителей в 2015 году на печенье сахарное в Сибирском ФО выросла на 23,3 %. Средняя цена производителей на МКИ, в том числе торты и пирожные недлительного хранения в 2017 году выросла на 7,7 % к уровню прошлого года. Средняя розничная цена на помадные конфеты, глазированные шоколадной глазурью (типа «Ласточка», «Пилот», «Буревестник» и т.п.) в 2017 году вы-

росла на 1,8 % к уровню прошлого года и составила 303,7 руб./кг [48].

Анализ рынка МКИ с длительными сроками хранения показал, что они пользовались стабильным спросом у потребителей в течение двух последних лет. Цены на данный вид кондитерских изделий выросли в среднем на 15–20 %, в то время как шоколад и сахаристые кондитерские изделия подорожали на 30–38 %. В целом МКИ с длительными сроками годности отличаются наименьшие цены за единицу веса (в среднем 150 руб./кг), вследствие чего отмечался рост их потребления. В последние два года выросли также экспортные продажи МКИ с длительными сроками годности российского производства.

Производство МКИ с малыми сроками годности, таких как торты и пирожные, снижалось в последние два года. Наиболее заметное снижение, из числа крупных регионов-производителей, было отмечено в Центральном федеральном округе (-32 %), в частности, в Московской области (-64 %) и Уральском федеральном округе (-11,5 %). Наибольший прирост данных изделий отмечался в Москве (+67 %) и Татарстане (+2,7 %).

Объемы производства шоколада и сахаристых кондитерских изделий в последние годы в России сократились примерно на 2,5 %. Это сокращение коснулось в основном сахаристых кондитерских изделий – минус 3,1 %. Изменения в объемах производства шоколада в сумме привели к росту производства продукции с меньшей долей какао-ингредиентов в составе. Таким образом, производство шоколадных конфет выросло почти на 5 %, а шоколада снизилось на 5,3 %. Крупнейшим производителем данных кондитерских изделий в РФ является Центральный федеральный округ, на который пришлось около 52 % совокупного произ-

водства шоколадных и сахаристых кондитерских изделий в стране. Больше всего в ЦФО их производится в Москве и Московской области (28 % от всего производства в РФ и 53 % от производства в ЦФО). Сокращение объемов производства шоколадных и сахаристых изделий в Московской области в 2015 году составило 0,5 %, в Москве – 4,5 %. Также в числе крупных регионов-производителей сократили выпуск Ульяновская (-28 %), Белгородская (-9,4 %), Новосибирская (-4,5 %), Владимирская области (-3 %). Заметно нарастили объемы производства Пензенская (+30,4 %), Свердловская (+21 %), Самарская (+5,5 %) области и Санкт-Петербург (+4 %) [47].

Анализ структуры ассортимента импортных мучных кондитерских изделий показал, что наибольший объем приходится на поставки с Украины (54 %) и Казахстана (18 %), доля продукции Германии, Польши, Италии, Кореи составляет в среднем 4–5 %. В целом планируется к 2020 году увеличить объем производства мучных кондитерских изделий в РФ до 1 млн 632 тыс. тонн, при значении данного показателя в 2016 году – 1 млн. 608 тыс. тонн [48].

Производством мучных кондитерских изделий в Кемеровской области занимается 39 предприятий. Самым крупным предприятием является ООО «КДВ Яшкино», объемы производства которого достигают 6 тыс. тонн в месяц, при этом наибольшую долю выработки занимают изделия с длительными сроками годности, которые предприятие выпускает в широком ассортименте [49].

Производство кондитерских изделий в Кемеровской области по данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области (Кемеровостата) представлено в табл. 2.

Таблица 2

Производство кондитерских изделий в Кемеровской области

Наименование групп кондитерских изделий	Производство по годам					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Мучные кондитерские изделия, торты и пирожные скоропортящиеся, т	6228,0	7168,5	7022,5	6562,3	5209,5	4650,0
Печенье, пряники, вафли и аналогичные изделия, т	78931,2	93996,0	99886,8	111518,9	115165,4	108000,0
Какао, шоколад и изделия кондитерские сахаристые, т	5700,9	6017,4	6011,7	10022,6	5700,9	19800,0

Таблица 3

Потребление хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в Кемеровской области

Производство кондитерских изделий в Кемеровской области динамично развивается. Наибольшая доля производства кондитерских изделий до 2015 г. приходилась на мучные кондитерские изделия, в том числе торты и пирожные, печенье, пряники, вафли и аналогичные изделия. Однако в 2016 г. значительно выросло производство сахаристых кондитерских изделий, какао и шоколада. В то же время несколько снизилось производство мучных кондитерских изделий, особенно тортов и пирожных. Потребление хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в Кемеровской области по материалам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств представлено в табл. 3.

Наименование	Потребление по годам (в среднем на члена домашнего хозяйства в год, кг)				
	2011	2012	2013	2014	2015
Хлебобулочные изделия	3,3	3,0	3,2	3,4	3,5
Мучные кондитерские изделия	17,9	16,0	16,8	17,4	17,0

Потребление хлебобулочных изделий в Кемеровской области последовательно увеличивается с 2013 по 2015 гг. Колебания потребления МКИ направлены разнонаправленно.

Для выявления предпочтений потребителей в группе МКИ проведен социологический опрос жителей г. Кемерово с применением выборочного метода анкетирования. Выборочная совокупность респондентов соответствовала генеральной совокупности населения г. Кемерово. Статистическая погрешность данных не превышала 5 % при доверительной вероятности 95 %. Результаты опроса потребителей г. Кемерово в отношении предпочтений среди МКИ представлены на рис. 1.

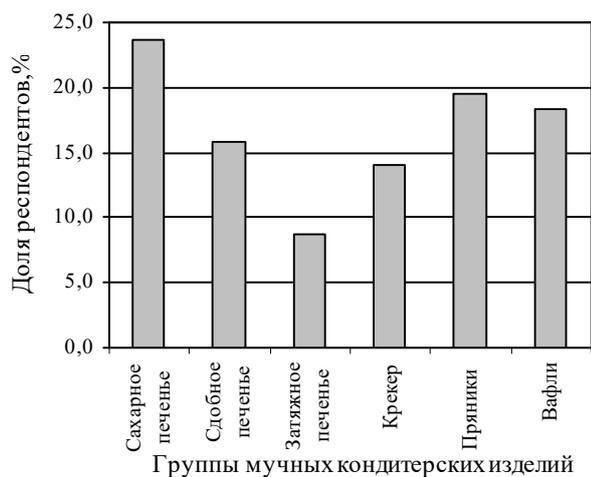


Рис. 1. Предпочтения респондентов в отношении МКИ

Результаты опроса показали, что из исследованных групп МКИ наибольшее предпочтение респонденты отдают сахарному печенью (более 23 %). Высоким спросом пользуются пряники (более 19 %) и вафли (более 18 %). Печенье сдобное и крекер по потребительским предпочтениям находятся на третьем месте – около 16 и 14 % соответственно.



Рис. 2. Оценка значимости потребительских свойств МКИ

Для изделий функционального назначения наиболее существенными признаками являются пищевая и энергетическая ценность (калорий-

ность), которые напрямую зависят от их химического состава. Респондентам было предложено оценить значимость для них приведенных в анкете потребительских свойств МКИ по пятибалльной шкале. Усредненная оценка значимости потребительских свойств МКИ представлена рис. 2.

Респонденты наряду с такими традиционными потребительскими свойствами, как органолептические характеристики, отметили высокую значимость для них пищевой ценности и калорийности изделий. При этом стоимость МКИ отмечалась как менее значимая потребительская характеристика. Результаты опроса свидетельствуют о достаточно высокой грамотности населения в отношении состава МКИ и их роли в питании. Респонденты показали наличие ожидаемых запросов, что говорит о появлении новых потребностей, которые не могут быть удовлетворены уже известными изделиями. Ожидаемые запросы могут формироваться рекламой, пропагандой, а также достижениями научно-технического прогресса, изменениями направлений моды или стиля жизни основного сегмента потребителей. Выявление таких запросов у значительной части потребителей побуждает изготовителей разрабатывать новые МКИ, в том числе функциональной направленности, потребительские характеристики и цена которых соответствовали бы ожиданиям потребителей.

Результаты ответов на вопрос о том, как часто респонденты потребляют МКИ, представлены на рис. 3. Значительное число респондентов приобретает МКИ один раз в неделю (38 %) и один раз в месяц (45 %), тогда как 15 % потребляют их лишь иногда. Количество респондентов покупающих МКИ каждый день очень мало и составляет лишь 2 %. Эти результаты соотносятся с оценкой значимости потребительских свойств МКИ (рис. 2).

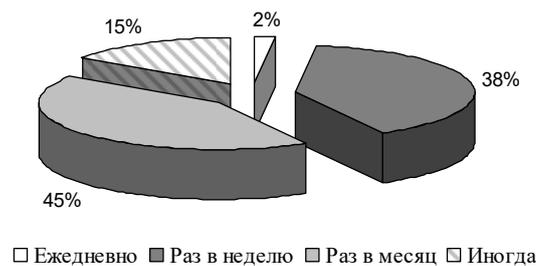


Рис. 3. Частота потребления МКИ

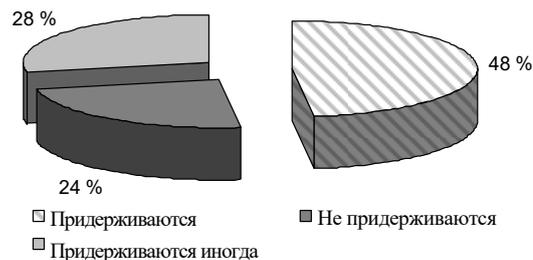


Рис. 4. Количество потребителей, придерживающихся принципов здорового питания

Количество потребителей, придерживающихся принципов здорового питания и ориентированных на такие изделия, достаточно велико (76 %), что говорит о существующей потребности в МКИ функциональной направленности (рис. 4). Поскольку респонденты относят энергетическую и пищевую ценности в категорию наиболее значимых свойств, потребление МКИ ими ограничивается вследствие высокой калорийности и малой пищевой ценности данных изделий. Это подтверждает необходимость разработки новых изделий более сбалансированного состава, в том числе функционального назначения. Такие МКИ являются новым товаром, поэтому отношение потребителя к ним имеет определяющее значение для установления соотношения между спросом и предложением и для разработки эффективной маркетинговой политики.

Отношение потребителей к функциональным МКИ представлено на рис. 5, а. Наибольшее число респондентов (67 %) положительно относятся к таким изделиям. Значительно меньше потребителей относятся к функциональным МКИ безразлично (30 %) и очень немногие – отрицательно (3 %), что обусловлено либо традициями в питании, либо недостаточной информацией о влиянии питания на состояние здоровья. Полученные результаты говорят о необходимости повышения информированности населения о роли функциональных продуктов в предупреждении алиментарных заболеваний.

На рис. 5, б представлены результаты ответов респондентов на вопрос: «Приобретаете ли Вы мучные кондитерские изделия, обогащенные физиологически функциональными ингредиентами?».

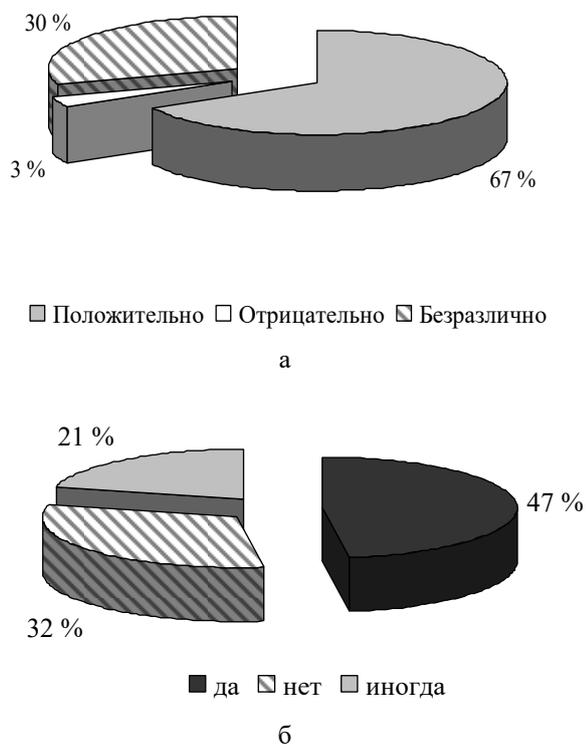


Рис. 5. Отношение респондентов к функциональным МКИ (а) и их потребление (б)

Менее половины опрошенных респондентов (47 %) приобретают обогащенные МКИ, однако 32 % – не покупают их. Это, вероятно, обусловлено малым ассортиментом таких изделий, не способным удовлетворить все запросы покупателей, что говорит о необходимости расширения ассортимента функциональных МКИ и информационной обеспеченности о их потребительских свойствах, а также пользе и вреде того или иного изделия. Подавляющее число респондентов (78 %) при опросе утверждали, что будут покупать обогащенные физиологически функциональными ингредиентами МКИ, если они будут стоить немного больше традиционных изделий.

Выводы и рекомендации

Анализ потребительского рынка мучных кондитерских изделий свидетельствует о том, что в целом рынок развивается, несмотря на некоторые колебания, объемы продаж остаются значительными, что подтверждает стабильный спрос на данную продукцию. Мучные кондитерские изделия являются неотъемлемым продуктом питания среднестатистического россиянина и элементом регулярного потребления, несмотря на отсутствие их в составе продуктовой корзины. Целесообразность обогащения мучных кондитерских изделий физиологически функциональными компонентами обусловлена тем, что МКИ в России остаются продуктам массового потребления, доступными всем слоям населения. Использование МКИ в качестве продукта, дополнительно обогащенного недостающими функциональными ингредиентами, позволит донести их до самых широких групп населения, в том числе наиболее нуждающихся в улучшении их пищевого статуса и здоровья.

Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует, что наиболее эффективным с экономической, гигиенической и технологической точек зрения способом улучшения состояния здоровья детского и взрослого населения, снижения частоты алиментарных заболеваний, повышения качества жизни является организация промышленного производства продуктов массового потребления, которые соответствуют принципам здорового питания. Большое количество исследовательских работ в России и других странах, посвященных поиску новых источников сырья и добавок, позволяющих повысить пищевую ценность, снизить калорийность и обогатить МКИ физиологически функциональными ингредиентами, свидетельствуют об актуальности данного направления развития рынка.

Несмотря на некоторое снижение потребления МКИ в последние годы, исследования предпочтений в группе МКИ потребителей г. Кемерово позволили выявить высокую значимость для них пищевой ценности и калорийности данных изделий. На основании проведенного анализа потребительских предпочтений установлено, что наиболее употребляемыми МКИ являются печенье, пряники и вафли, которые следует обогащать физиологически функциональными ингредиентами. Проведенные исследования подтвердили существование

потребности у населения в изделиях функциональной направленности и готовности платить более высокую цену за изделия, отвечающие требованиям здорового питания. Сбалансированное соотношение пищевых веществ и присутствие достаточного количества функциональных ингредиентов в питании важно для Сибирского региона, в том числе Кемеровской области (Кузбасса), где действие неблагоприятных факторов на здоровье человека особенно выражено вследствие неблагоприятных климатических условий и большой техногенной нагрузки.

Данные исследования позволили восполнить дефицит информации о динамике и тенденциях развития потребительского рынка мучных кондитерских изделий, обосновать необходимость инновационных подходов к расширению сырьевой базы, разработке рецептур и технологий функциональных мучных кондитерских изделий с целью совершенствования их ассортимента. Отмеченные результаты могут быть полезны для пищевых предприятий и ученых, занимающихся разработкой продуктов питания функционального назначения.

Список литературы

1. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://government.ru/media/files/9JUDtB0pQm0AatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf>.
2. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 № 1873-р // Рос. Газ. – 2010. – 3 нояб., № 5328. – 19 с. 2.
3. Вржесинская, О.А. Значение обогащенных пищевых продуктов и витаминно-минеральных комплексов в обеспечении организма детей витаминами и минеральными веществами / О.А. Вржесинская, В.М. Коденцова // Вопросы детской диетологии. – 2008. – Т. 6. – № 5. – С. 19–27.
4. Шатнюк, Л.Н. Инновационные ингредиенты для обогащения хлебобулочных изделий / Л.Н. Шатнюк // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2016. – № 7–8. – С. 8–12.
5. Резниченко, И.Ю. Пищевые концентраты и сахаристые кондитерские изделия специального назначения: новые рецептуры, технологии, характеристика потребительских свойств / И.Ю. Резниченко // Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Кемеровский технологический ин-т пищевой пром-сти. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2006 – 211 с.
6. Резниченко, И.Ю. Разработка диабетических мучных кондитерских изделий / И.Ю. Резниченко, О.С. Сидорова // Пищевая промышленность. – 2008. – № 7. – С. 58–60.
7. Резниченко, И.Ю. Теоретические аспекты разработки и классификации кондитерских изделий специализированного назначения / И.Ю. Резниченко, Е.Ю. Егорова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 133–138.
8. Матвеева, Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технология, рецептуры / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. – СПб.: ГИОРД, 2016. – 360 с.
9. Петрова, Л.А. Сахарное печенье с нетрадиционными добавками / Л.А. Петрова, Т.П. Ахмедова // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2016. – № 2. – С. 73–78.
10. Лазарева, Т.Н. Разработка технологии пряничных изделий функционального назначения / Т.Н. Лазарева, С.Я. Корячкина, П.Н. Лазарев // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: материалы IV Международная научно-практ. конференции. – Краснодар, 17–19 сентября 2015 г. – 2015. – С. 197–198.
11. Использование тонкодисперсных порошков овощей в технологии крекера / С.Я. Корячкина, Т.Н. Лазарева, Т.В. Бронникова, О.А. Годунов // Хлебопродукты. – 2015. – № 9. – С. 57–59.
12. Максимова, А.А. Инновационная технология овсяного печенья / А.А. Максимова, Т.А. Духу, Т.В. Савенкова // Хлебопродукты. – 2010. – № 7. – С. 38–39.
13. Расширение ассортимента хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с функциональной направленностью / В.Ф. Винницкая, С.И. Данилин, Д.В. Акишин, О.В. Перфилова, С.С. Комаров // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 – С. 82–85.
14. Лаптева, Н.К. Ассортимент хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья и его роль в питании современного человека / Н.К. Лаптева // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 75–78.
15. Modern tendencies and prospects of using algae as an ingredient for bakery products / E.S. Smertina, L.N. Fedyanina, V.A. Lyakh, T.V. Chadova, A.G. Vershinina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7(2). – P. 989–997.
16. Stability of composition of sulfated polysaccharides and Brown Algae Alginic acids in baked goods – criterion of its efficiency as a functional ingredient / L. Fedyanina, E. Smertina, V. Lyakh, C. Zinatyllina // Bioscience Biotechnology Research Asia. – 2015. – V. 12 SE. – Pp. 83–90.
17. Зенина, А.П. Направления развития потребительского спроса и ассортимента мучных кондитерских изделий / А.П. Зенина, М.В. Ефимова, А.А. Ефимов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский. 2015. С. 125–131.
18. Розробка технології наноекстрактів ТА нанопорошків із прянощів ДЛЯ ОЗДОРОВЧИХ продуктів / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, Л.О. Радченко, О.О. Юр'єва, А.Е. Гасанова, Т.С. Абрамова, Т.К. Коломієць // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – V. 3 – № 10 (75). – С. 54–59.
19. Резниченко, И.Ю. Разработка научно-практических основ оптимизации технологии песочного полуфабриката: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Резниченко Ирина Юрьевна. – М., 1996. – 21 с.
20. Technology of confectionery semifinished with bananas and carrots / M.V. Ianchyk, O.V. Dranenko, O.V. Niemirich // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2016. – V. 18. – № 2–3 (68). – С. 130–133.
21. Nakakuki, T. Development of functional oligosaccharides in Japan / T. Nakakuki // Trends In Glycoscience And Glycotechnology. – 2003. – V. 15. – № 82. – P. 57–64.

22. Cieřlik, E. Functional foods with fructans added / E. Cieřlik, A. Geębusia // *Zywnosc. Nauka Technologia. Jakosc.* – 2011. – № 2 (75). – P. 27–37.
23. Zhao, G. Effect of protease pretreatment on the functional properties of protein concentrate from defatted peanut flour / Zhao Guanli; Liu Yan; Ren Jiaoyan [и др.] // *Journal of food process engineering.* – 2013. – V. 36. – № 1. – P. 9–17.
24. Optimization of a cake formulation with functional characteristics using resistant starch, Sphagnum magellanicum moss and defatted hazel nut flour (Gevuina avellana, Mol) / Villarroel Mario; Reyes Carla; Hazbun Julia [и др.] // *Archivos latinoamericanos de nutricion.* – 2007. – Vol. 57. – № 1. – P. 56–62.
25. Стриженко, А.В. Теоретические основы расширения ассортимента мучных кондитерских изделий функционального назначения / А.В.Стриженко // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики.* – 2013. – № 1. – С. 168–171.
26. Крюкова, Е.В. Практические аспекты разработки продуктов функциональной направленности / Е.В. Крюкова, Л.А. Кокорева, О.В. Чугунова // *Nauka-Rastudent.ru.* – 2014. – № 10(10). – С. 31.
27. Османьян, Р. Улучшители сахарного печенья – пребиотики и кальций обогащение физиологически функциональными ингредиентами / Р. Османьян // *Пищевая и перерабатывающая промышленность: реферативный журнал.* – 2008. – № 2. – С. 424.
28. Давидович, Е.А. Обогащение сахарного печенья пищевыми волокнами / Е.А. Давидович // *Пищевая и перерабатывающая промышленность: реферативный журнал.* – 2010. – № 2. – С. 388.
29. Исследование факторов, улучшающих потребительские свойства сахарного печенья / Р.Р. Левашов, Е.С. Михайлова, А.В. Данилова, З.Ш. Мингалеева, О.А. Решетник // *Вестник Казанского технологического университета.* – 2016. – Т. 19. – № 17. – С. 176–177.
30. Шелубкова, Н.С. Мучные кондитерские изделия повышенной пищевой ценности / Н.С. Шелубкова, М.К. Садыгова, Ю.Ю. Фомичева // *Аграрный научный журнал.* – 2014. – № 7. – С. 50–53.
31. Коломникова, Я.П. Новые технологии мучных кулинарных изделий улучшенной пищевой ценности для предприятий общественного питания / Я.П. Коломникова, С.Н. Тефикова, В.Л. Пашенко // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* – 2014. – № 2 (60) – С. 112–118.
32. О целесообразности обогащения кондитерских изделий микронутриентами / М.Б. Ребезов, Н.Л. Наумова, Н.Н. Максимюк, О.В. Зинина, Р.В. Залилов // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов.* – 2011. – № 4(9). – С. 70–75.
33. Рыбаков, Ю.С. Расширение ассортимента сдобного печенья с использованием продуктов переработки растительного сырья / Ю.С. Рыбаков, Е.Б. Кудь, О.А. Кузьмина / *Сборник научных трудов XVI Всероссийской заочной научно-практ. конференции: Современное хлебопекарное производство: перспективы развития.* – Екатеринбург. – 2015. – С. 65–71.
34. Крюкова, Е.В. Основные направления производства мучных кондитерских изделий / Е.В. Крюкова, Л.А. Кокорева // *Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли: сборник статей III Международной научно-практ. конференции.* – Екатеринбург. – 2015. – С. 77–83.
35. Обогащенные пищевые продукты: разработка технологий, обеспечение потребительских свойств / И.И. Андропова, Е.С. Артемов, Н.А. Галочкина, В.К. Гинс, И.А. Глотова [и др.] // *Коллективная монография.* – Воронеж. – 2015. – 215 с.
36. Шеламова, С.А. Исследование микробиологических характеристик кондитерских изделий с красителями из амаранта / С.А. Шеламова, Н.М. Дерканосова, О.А. Лупанова // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов.* – 2016. – № 5(40). – С. 18–23.
37. Губаненко, Г.А. Разработка и оценка качества дрожжевого кекса с пектином древесной зелени сосны обыкновенной / Г.А. Губаненко // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета.* – 2015. – № 7. – С. 105–111.
38. Бахтин, Г.Ю. Пищевые волокна для хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / Г.Ю. Бахтин, Е.Ю. Егорова, В.В. Елесина // *Хлебопекарное и кондитерское производство.* – 2013. – № 11–12. – С. 36–42.
39. Резниченко, И.Ю. Совершенствование ассортимента кондитерских изделий специализированного назначения / И.Ю. Резниченко, Н.Н. Зоркина, Е.Ю. Егорова // *Ползуновский вестник.* – 2016. – № 2. – С. 4–7.
40. Рензьева, Т.В. Моделирование рецептур печенья функционального назначения / Т.В. Рензьева, А.Д. Мерман // *Техника и технология пищевых производств.* – 2013. – № 1. – С. 35–41.
41. Пат. 2459415 Российская Федерация. МПК А21D 13/08; Способ приготовления печенья / Рензьева Т.В., Мерман А.Д.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – №2011107819/13; заявл. 28.02.11; опубл. 27.08.12, Бюл. № 24.
42. Резниченко, И.Ю. Современные требования к качеству и безопасности безглютеновой продукции в Великобритании, информационное обеспечение потребителей / И.Ю. Резниченко, Ю.А. Алешина // *Ползуновский вестник.* – 2011. – № 2–3. – С. 219–222.
43. Резниченко, И.Ю. Разработка диабетических мучных кондитерских изделий / И.Ю. Резниченко, О.С. Сидорова // *Пищевая промышленность.* – 2008. – № 7. – С. 58–60.
44. Свирейко, Н.Е. Мучные кондитерские изделия как объект функционального питания / Н.Е. Свирейко // *Региональный рынок потребительских товаров: особенности и перспективы развития, формирование конкуренции, качество и безопасность товаров и услуг: материалы V Всероссийской научно-практ. конференции.* – Тюмень. – 2014. – С. 141–145.
45. Market potential of lignans and omega-3 functional cookies / Cukelj, Nikolina; Putnik, Predrag; Novotni, Dubravka [и др.] // *British food journal.* – 2016. – Vol. 118. – no. 10. – P. 2420–2433.
46. Потребительская корзина. Информационный портал РФ. <http://infoportalrf.ru/potrebitel'skaya-korzina-na-2016-god.html> (accessed 18.01.2017).
47. Перспективы развития рынка кондитерских изделий России. Статистика и экспертные мнения (in Russia). http://skylab.ru/shared/files/201503/59_334.pdf (accessed 18.01.2017).
48. Рынок мучных кондитерских изделий. Текущая ситуация и прогноз 2017-2021 гг. (in Russia). Available at: <http://alto-group.ru/otchet/marketing/407-rynok-muchnyx-konditerskix-izdelij-tekushhaya-situaciya-i-prognoz-2014-2018-gg.html> (accessed 15.01.2017).

References

1. *Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 29.06.2016 № 1364-r «Strategiya povysheniya kachestva pishchevoy produktii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda»* [Strategy improve the quality of food products in the Russian Federation till 2030: order of the Government of the Russian Federation from 29.06.2016 No. 1364-R]. Available at: <http://government.ru/media/files/9JUDtBOPqmoAatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf>. (accessed 27 February 2017).
2. *Rasporiazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 25.10.10 goda. № 1873 – r «Osnovy gosudarstvennoi 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»]. *Rossiyskaya gazeta* [Russian newspaper], 2010, no. 5328, p. 19.
3. Vrzhesinskaya O.A., Kodentsova V.M. Znacheniye obogashchennykh pishchevykh produktov i vitaminno-mineral'nykh kompleksov v obespechenii organizma detey vitaminami i mineral'nymi veshchestvami [The value of fortified foods and vitamin-mineral complexes in providing children with vitamins and minerals]. *Voprosy detskoj dietologii* [Pediatric Nutrition], 2008, vol. 6, no. 5, pp. 19–27.
4. Shatnyuk L.N. Innovatsionnye ingredienty dlya obogashcheniya khlebobulochnykh izdeliy [Innovative ingredients for the enrichment of bakery products]. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionary and bread baking], 2016, no. 7–8, pp. 8–12.
5. Reznichenko I.Yu. *Pishchevye kontsentraty i sakharistye konditerskie izdeliya spetsial'nogo naznacheniya: novye retseptury, tekhnologii, kharakteristika potrebitel'skikh svoystv* [Food concentrates and sugar confectionery for special purposes: new recipes, technology, the characteristic of consumer properties]. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat Publ., 2006. 211 p.
6. Reznichenko I.Yu., Sidorova O.S. Razrabotka diabeticheskikh muchnykh konditerskikh izdeliy [The development of diabetic flour confectionery products]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2008, no. 7, pp. 58–60.
7. Reznichenko I.Yu., Egorova E.Yu. Teoreticheskie aspekty razrabotki i klassifikatsii konditerskikh izdeliy spetsializirovannogo naznacheniya [Theoretical aspects of the development and classification of confectionery products of special purpose]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 3, pp. 133–138.
8. Matveeva T.V., Koryachkina S.Ya. *Muchnye konditerskie izdeliya funktsional'nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tekhnologiya, retseptury* [Flour confectionery products of functional purpose. Scientific bases, technology, recipes.]. St. Petersburg: GIOR Publ., 2016. 360 p.
9. Petrova L.A., Akhmedova T.P. Sakharnoe pechen'e s netraditsionnymi dobavkami [Sugar cookies with nontraditional additives]. *Obrazovanie i nauka bez granits: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Education and science without borders: basic and applied research], 2016, no. 2, pp. 73–78.
10. Lazareva T.N., Koryachkina S.Ya., Lazarev P.N. Razrabotka tekhnologii pryachnykh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya [Development of technology for gingerbread products of functional purpose]. *Materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Khlebobulochnye, konditerskie i makaronnye izdeliya XXI veka»* [Proc. of the IV Intern. Sci. and Prac. Conf. «Bakery, confectionery and macaroni products of the XXI century»]. Krasnodar, 2015, pp. 197–198.
11. Koryachkina S.Ya., Lazareva T.N., Bronnikova T.V., Godunov O.A. Ispol'zovanie tonkodispersnykh poroshkov ovoshchey v tekhnologii krepera [The use of a fine powder of vegetables in the technology of cracker]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2015, no. 9, pp. 57–59.
12. Maksimova A.A., Dukhu T.A., Savenkova T.V. Innovatsionnaya tekhnologiya ovyanogo pechen'ya [The innovative technology of oatmeal cookies]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2010, no. 7, pp. 38–39.
13. Vinnitskaya V.F., Danilin S.I., Akishin D.V., Perfilova O.V., Komarov S.S. Rasshirenie assortimenta khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy s funktsional'noy napravlennoy [Expanding the range of bakery and flour confectionery products with functional orientation]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University], 2014, no. 2, pp. 82–85.
14. Lapteva N.K. Assortiment khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy s ispol'zovaniem rzhanogo syr'ya i ego rol' v pitanii sovremennogo cheloveka [Range of bakery and flour confectionery products with use of rye raw materials and its role in the diet of modern man]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2012, no. 6, pp. 75–78.
15. Smertina E.S., Fedyanina L.N., Lyakh V.A., Chadova T.V., Vershinina A.G. Modern tendencies and prospects of using algae as an ingredient for bakery products. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 2016, vol. 7, no. 2, pp. 989–997.
16. Fedyanina L.N., Smertina E.S., Lyakh V.A., Zinatyllina C.F. Stability of composition of sulfated polysaccharides and Broun Algae Alginic acids in baked goods – criterion of its efficiency as a functional ingredient. *Bioscience Biotechnology Research Asia*, 2015, vol. 12, no. 2, pp. 83–90. DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/2177>.
17. Zenina A.P., Efimova M.V., Efimov A.A. Napravleniya razvitiya potrebitel'skogo sprosa i assortimenta muchnykh konditerskikh izdeliy [Directions of development of consumer demand and the range of flour confectionery products] *Materialy VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie»* [Proc. of the VI All-Rus. Sci. and Prac. Conf. «Natural resources, their current status, security, commercial and technical use»]. Petropavlovsk-Kamchatskiy, 2015, pp. 125–131.
18. Pavlyuk R.Yu., Pogars'ka V.V., Radchenko L.O., Yur'eva O.O., Gasanova A.E., Abramova T.S., Kolomiets' T.K. Razrabotka tekhnologiiinanoekstraktiv i nanoporoshkov s pryachnyami dlya zdorovykh produktov [Development of technological structures and nanoparrows with spices for healthy foods]. *Vostochno-Evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy* [East European journal of advanced technologies], 2015, vol. 3, no. 10 (75), pp. 54–59.
19. Reznichenko I.Yu. *Razrabotka nauchno-prakticheskikh osnov optimizatsii tekhnologii pesochnogo polufabrikata. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Development of scientific-practical bases of technology of sand prefabricated. Cand. eng. sci. thesis]. Moscow, 1996. 21 p.
20. Ianchyk M.V., Dranenko O.V., Niemirich O.V. Technology of confectionery semifinished with bananas and carrots [Technology of confectionery semifinished with bananas and carrots]. *Naukovij visnik L'viv's'kogo nacional'nogo universitetu*

- veterinarnoi medicini ta biotekhnologij imeni S.Z. Izhic'kogo [Luvsgaga national University veterinarno medicine that biotechnology imeni S. Z. Geckogo.]. 2016, vol. 18, no. 2-3 (68), pp. 130-133.
21. Nakakuki T. Development of functional oligosaccharides in Japan. *Trends in Glycoscience and Glycotechnology*, 2003, vol. 15, no. 82. pp. 57–64.
 22. Cieřlik E., Geębusia A. Functional foods with fructans added. *Food. Science. Technology. Quality*. 2011, no. 2 (75), pp. 27–37.
 23. Zhao G., Liu Ya., Ren J., Zhao M., Yang B. Effect of protease pretreatment on the functional properties of protein concentrate from defatted peanut flour. *Journal of food process engineering*, 2013, vol. 36, no. 1, pp. 9–17. DOI: 10.1111/j.1745-4530.2011.00646.x
 24. Villarroel M., Reyes C., Hazbun Ju., Optimization of a cake formulation with functional characteristics using resistant starch, Sphagnum magellanicum moss and defatted hazel nut flour (Gevuina avellana, Mol). *Archivos latinoamericanos de nutricion*, 2007, vol. 57, no. 1, pp. 56–62.
 25. Strizhenko A.V. Teoreticheskie osnovy rasshireniya assortimenta muchnykh konditerskikh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya [Theoretical foundations expanding the range of flour confectionery products of functional purpose]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya kooperativnogo sektora ekonomiki* [Fundamental and applied research cooperative sector of the economy], 2013, no. 1, pp. 168–171.
 26. Kryukova E.V., Kokoreva L.A., Chugunova O.V. Prakticheskie aspekty razrabotki produktov funktsional'noy napravlenosti [Practical aspects of product development functional areas]. *Nauka-rastudent.ru* [Nauka-rastudent.ru], 2014, vol. 10, no. 10, pp. 31.
 27. Osman'yan R. Uluchshiteli sakharnogo pechen'ya – prebiotiki i kal'tsiy obogashchenie fiziologicheski funktsional'nymi ingredientami [Butter sugar cookies – prebiotics and calcium enrichment of physiologically functional ingredients]. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal* [Food and processing industry. Abstract journal], 2008, no. 2, pp. 424.
 28. Davidovich E.A. Obogashchenie sakharnogo pechen'ya pishchevymi voloknami [Enrichment of sugar cookies dietary fiber]. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal* [Food and processing industry. Abstract journal], 2010, no. 2, pp. 388.
 29. Levashov R.R., Mikhaylova E.S., Danilova A.V., Mingaleeva Z.Sh., Reshetnik O.A. Issledovanie faktorov, uluchshayushchikh potrebitel'skie svoystv sakharnogo pechen'ya [The study of factors that improve the consumer properties of sugar cookies]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Vestnik Kazanskogo technological University], 2016, vol. 19, no. 17, pp. 176–177.
 30. Shelubkova N.S., Sadygova M.K., Fomicheva Yu.Yu. Muchnye konditerskie izdeliya povyshennoy pishchevoy tsennosti [Flour confectionery products of high nutritional value]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* [Agricultural scientific journal], 2014, no. 7, pp. 50–53.
 31. Kolomnikova Ya.P., Tefikova S.N., Pashchenko V.L. Noveye tekhnologii muchnykh kulinarnykh izdeliy uluchshennoy pishchevoy tsennosti dlya predpriyatiy obshchestvennogo pitaniya [New technologies of the flour culinary products with improved nutrition value for catering establishments]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2014, no. 2, pp. 112–118. DOI: <http://dx.doi.org/10.20914/2310-1202-2014-2-112-118>.
 32. Rebezov M.B., Naumova N.L., Maksimuk N.N., Zinina O.V., Zalilov R.V. O tselesoobraznosti obogashcheniya konditerskikh izdeliy mikronutrientami [On the feasibility of enrichment of confectionery products with micronutrients]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and merchandising of the innovative foodstuff], 2011, vol. 9, no. 4, pp. 70–75.
 33. Rybakov Yu.S., Kud' E.B., Kuz'mina O.A. Rasshirenie assortimenta sdobnogo pechen'ya s ispol'zovaniem produktov pererabotki rastitel'nogo syr'ya [Expansion of the range of butter biscuit products from the processing of vegetable raw materials]. *Materialy XVI Vserossiyskoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennoe khlebopekarnoe proizvodstvo: perspektivy razvitiya»* [Proc. of the XVI all-Russian Sci. and Prac. Conf. «Modern bakery production: prospects of development»]. Ekaterinburg, 2015, pp. 65–71.
 34. Kryukova E.V., Kokoreva L.A. Osnovnye napravleniya proizvodstva muchnykh konditerskikh izdeliy [The main directions of production of flour confectionery products]. *Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii v sfere pitaniya, servisa i trgovli»* [Proc. of the III international. Conf. «Innovative technologies in food production, service and trade»]. Ekaterinburg, 2015, p. 77–83.
 35. Andropova I.I. et al. *Obogashchennyye pishchevyye produkty: razrabotka tekhnologiy, obespechenie potrebitel'skikh svoystv* [Enriched food products: development of technologies, provision of consumer properties]. Voronezh: Voronezh SAU Publ., 2015. 215 p.
 36. Shelamova S.A., Derkanosova N.M., Lupanova O.A. Issledovanie mikrobiologicheskikh kharakteristik konditerskikh izdeliy s krasitel'yami iz amaranta [The study of microbiological characteristics of confectionery products with dyes from amaranth]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and merchandising of innovative products], 2016, vol. 40, no. 5, pp. 18–23.
 37. Gubanenko G.A. Razrabotka i otsenka kachestva drozhzhevo go keksha s pektinom drevesnoy zeleni sosny obyknovenny [Development and evaluation of the quality of the yeast cake with pectin wood greens of pine]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik Krasnoyarsk state agrarian University], 2015, no.7, pp. 105–111.
 38. Bakhtin G.Yu., Egorova E.Yu., Elesina V.V. Pishchevyye volokna dlya khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy [Dietary fibre for bakery and pastry]. *Khlebopekarnoe i konditerskoe proizvodstvo* [Bakery and confectionery production], 2013, no. 11–12, pp. 36–42.
 39. Reznichenko I.Yu., Zorkina N.N., Egorova E.Yu. Sovershenstvovanie assortimenta konditerskikh izdeliy spetsializirovannogo naznacheniya [Improvement of the range of confectionery products of special purpose]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky vestnik], 2016, no. 2, pp. 4–7.
 40. Renzyaeva T.V., Merman A.D. Modelirovanie retseptur pechen'ya funktsional'nogo naznacheniya [Modeling recipes cookies functional purpose]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 1. pp. 35–41.
 41. Renzyaeva T.V., Merman A.D. *Sposob prigotovleniya pechen'yan* [The method of preparation of cookies] Patent RF, no. 2459415, 2012.

42. Reznichenko I.Yu., Aleshina Yu.A. Sovremennye trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti bezglyutenovoy produktsii v Velikobritanii, informatsionnoe obespechenie potrebiteley [Modern requirements to the quality and safety of gluten-free products in the UK, information support of consumers]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky vestnik], 2011, no. 2–3, pp. 219–222.
43. Reznichenko I.Yu., Sidorova O.S. Razrabotka diabeticheskikh muchnykh konditerskikh izdelij [The development of diabetic flour confectionery products]. *Pishhevaya promyshlennost* [Food industry], 2008, no. 7, pp. 58–60.
44. Svireyko N.E. Muchnye konditerskie izdeliya kak ob'ekt funktsional'nogo pitaniya [Pastry as an object of functional foods] *Materialy V vsereossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Regional'nyy rynek potrebitel'skikh tovarov: osobennosti i perspektivy razvitiya, formirovanie konkurentsii, kachestvo i bezopasnost' tovarov i uslug»* [Proc. of the V All-Russia. Sci. and Prac. Conf. «Regional consumer goods market: features and prospects of development, the formation of competition, the quality and safety of goods and services»]. Tyumen', 2014, pp. 141–145.
45. Cukelj N., Putnik P., Novotni D., Curic D. Market potential of lignans and omega-3 functional cookies. *British food journal*, 2016, vol. 118, no. 10, pp. 2420–2433. DOI: 10.1108/BFJ-03-2016-0117.
46. *Potrebitel'skaya korzina. Informatsionnyy portal RF* [The consumer basket. Information portal of the Russian Federation of Russia]. Available at: <http://infoportalrf.ru/potrebitelskaya-korzina-na-2016-god.html> (accessed 18.01.2017).
47. *Perspektivy razvitiya rynka konditerskikh izdeliy Rossii. Statistika i ekspertnye mneniya* [Prospects of development of the confectionery market of Russia. Statistics and expert opinion]. Available at: http://skylab.ru/shared/files/201503/59_334.pdf (accessed 18.01.2017).
48. *Rynok muchnykh konditerskikh izdeliy. Tekushchaya situatsiya i prognoz 2017-2021 gg.* [The market of flour confectionery products. Current situation and forecast 2017-2021]. Available at: <http://alto-group.ru/otchet/marketing/407-rynok-muchnykh-konditerskikh-izdeliy-tekushchaya-situatsiya-i-prognoz-2014-2018-gg.html> (accessed 15.01.2017).
49. *Rossiya 2015: Stat. Spravochnik* [Russia 2015: Stat. Reference]. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2015/rus15.pdf (accessed 15.01.2017).

Дополнительная информация / Additional Information

Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности / И.Ю. Резниченко, Т.В. Рензяева, А.Н. Табаторович, И.В. Сурков, А.М. Чистяков // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – № 2. – С. 149–162.

Reznichenko I.Yu., Renzyaeva T.V., Tabatorovich A.N., Surkov I.V., Chistyakov A.M. Formation of a range of functional flour confectionery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 149–162 (In Russ.).

Резниченко Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: reznichenko@gmail.com

Рензяева Тамара Владимировна

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-59, e-mail: ren-tamara@mail.ru

Табаторович Александр Николаевич

канд. техн. наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы качества, ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», Институт дизайна и технологий, 644099, Россия, г. Омск, ул. Красногвардейская, 9, тел.: +7 (3812) 23-43-77, e-mail: alex.tab68@mail.ru

Сурков Игорь Владимирович

канд. экон. наук, доцент кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: interconsultkuz@mail.ru

Чистяков Андрей Михайлович

аспирант кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: andrey3043@rambler.ru

Irina Yu. Reznichenko

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of merchandizing and quality management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: reznichenko@gmail.com

Tamara V. Renzyaeva

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Bread, Pastry and Pasta Technology Head of Department of Meat and Meat Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-59, e-mail: ren-tamara@mail.ru

Alexander N. Tabatorovich

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department Commodity and Quality Examination, Omsk State Technical University, Institute of Design and Technology, 9, Krasnogvardeyskaya Str., Omsk, 644099, Russia, phone: +7 (3812) 23-43-77, e-mail: alex.tab68@mail.ru

Igor' V. Surkov

Cand.Sci.(Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of merchandizing and quality management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: interconsultkuz@mail.ru

Andrey M. Chistyakov

Postgraduate student of the Department of commodity science and quality management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: andrey3043@rambler.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 редакционной коллегии.

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. Фамилия автора, с которым следует вести переписку, обозначается звездочкой (*).

4. Официальное полное название учреждения (место работы каждого автора), город, почтовый адрес и индекс, e-mail автора, с которым следует вести переписку.

5. Аннотация (объемом от 200 до 250 слов, но не более 2000 знаков с пробелами) должна быть информативной (не содержать общих слов), оригинальной, содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований), структурированной (повторять структуру статьи и включать введение, цели и задачи, методы, результаты, выводы).

Предмет, тема, цель работы в аннотации указываются в том случае, если они не ясны из заглавия ста-

ть; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы.

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора, имеют практическое значение.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте авторского резюме.

Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения, в авторском резюме не приводятся.

В тексте аннотации следует применять значимые слова из текста статьи. Аннотация НЕ разбивается на абзацы.

6. Ключевые слова (не более 9) должны способствовать индексированию статьи в поисковых системах.

7. На английском языке необходимо предоставить следующую информацию:

- заглавие статьи (должно быть грамотно с точки зрения английского языка, не должно содержать транслитераций с русского языка, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия);
- инициалы и фамилии авторов;
- официальное англоязычное название учреждения (см. на сайте организации), с указанием почтового адреса, e-mail автора, с которым следует вести переписку;
- текст аннотации (англоязычная версия аннотации должна по смыслу и структуре полностью соответствовать русскоязычной и быть грамотной с точки зрения английского языка);
- ключевые слова (Keywords);
- список литературы (References) приводится полностью отдельным блоком в конце статьи, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите (см. Рекомендации по подготовке списка литературы в латинице).

8. 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.

9. Список литературы. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографи-

ческая 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.

Обязательно в список литературы включать зарубежные источники.

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, электронная почта. Звездочкой указывается автор, с которым вести переписку. Файл следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП_Анкета.doc;

4) гарантийное 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..

2 ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 663.11

Подбор параметров стабилизации (замораживание и сушка) симбиотического консорциума с целью получения закваски прямого внесения

В.Ю. Крумликов^{1,*}, Л.А. Остроумов¹, О.А. Иванов², О.В. Кригер¹

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

²ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650043, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

*e-mail: v_krumlikov@mail.ru

Аннотация. Важной составляющей производства заквасок ... (продолжение аннотации, объем от 200 до 250 слов, но не более 2000 знаков с пробелами).

Ключевые слова. Сублимационная сушка, (ключевые слова – не более 9)

Choice of stabilization parameters (freezing and drying) of symbiotic consortium to obtain a starter of direct inoculation

V.Yu. Krumlikov^{1,*}, L.A. Ostroumov¹, O.A. Ivanov², O.V. Kriger¹

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

²Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650043, Russia

*e-mail: v_krumlikov@mail.ru

Abstract. An important component in the production of starters

Keywords. Freeze drying, lyophilisation,

Введение

Важной задачей при производстве бактериальных препаратов.....

.....

.....

Целью работы является

Объекты и методы исследования

Для подготовки объекта сушки

.....

.....

.....

Результаты и их обсуждение

Микроорганизмы, подвергаемые консервации методом сублимационной сушки.....

.....

.....

$$\dots\dots\dots h = h_0 \cdot \left(1 - \frac{l \cdot \operatorname{tg} \theta}{2 \cdot h_0}\right), \quad (1)$$

где l – ширина лопасти ротора.

.....



Рис. 1. Результаты анализа выживаемости бактериальных клеток закваски прямого внесения в процессе хранения

Таблица 1

Физико-химические показатели лиофилизированной закваски прямого внесения в течение всего срока хранения

Наименование показателя	Значение				
	0 мес.	3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.
Активность сквашивания, ч	12	12	12	10	9
Предельное значение pH	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Массовая доля влаги, %	5,0	5,4	5,7	6,4	7,2
Количество бактерий на конец срока годности, КОЕ/г.10 ⁶	28,4	27,0	25,0	22,4	21,3

Таким образом, установлены параметры сублимационной сушки симбиотического консорциума микроорганизмов: температура замораживания минус 25 °С; температура нагрева 25 °С; продолжительность сушки 240 мин; толщина слоя сушки 3,0 мм.

Список литературы

- Харитонов, И. Изучение качественных характеристик концентратов лактобактерий в процессе криозамораживания и сублимационной сушки / И. Харитонов, А.Ю. Просеков, М.И. Шрамко // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2015. – № 2(47). – С. 87–90.
- Бабич, О.О. Оптимизация лиофилизации L-фенилаланин-аммоний-лиазы / О.О. Бабич, А.Ю. Просеков // Биомедицинская химия. – 2013. – Т. 59. – № 6. – С. 682–692.
- Мотовилов, О.К. Научное обоснование технологий пищевой продукции с использованием гидромеханического диспергирования и оценка ее качества: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Мотовилов Олег Константинович. – Кемерово, 2012. – 39 с.
- Широков, Е.П. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации. Ч. 1: Картофель. Плоды, овощи / Е.П. Широков, В.И. Полегаев. – М.: Колос, 1999. – 254 с.
- ГОСТ 32951-2014. Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.
- Ivanets V. N. Intensification of bulk material mixing in new designs of drum, vibratory and centrifugal mixers / V.N. Ivanets, D. M. Borodulin, A. B. Shushpannikov, D. V. Sukhorukov // Foods and Raw Materials. – 2015, Vol.3, (No. 1). – P. 62–69. DOI 10.12737/11239.
- Wioletta Błaszczyk, Danuta Zielińska, Henryk Zieliński, Dorota Szawara-Nowak & Józef Fornal / Antioxidant Properties and Rutin Content of High Pressure-Treated Raw and Roasted Buckwheat Groats // Food Bioprocess Technol. (2013) 6:92–100. DOI: 10.1007/s11947-011-0669-5.

References

1. Kharitonova I., Prosekov A.Yu., and Shramko M.I. Izuchenie kachestvennykh kharakteristik koncentratov laktobakteriy v protsesse krioamorazhivaniya i sublimatsionnoy sushki [Investigation into quality features in lactobacilli concentrate through cryofreezing and sublimation dryin]. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta* [Newsletter of North-Caucasus State Technical University], 2015, no. 2(47), pp. 87–90.
2. Babich O.O. and Prosekov A.Yu. Optimizatsiya liofilizatsii L-fenilalanin-ammoniy-liazy [Optimization of lyophilization L-phenylalanine-ammonium-lyase]. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedical chemistry], 2013, vol. 59, no. 6, pp. 682–692.
3. Motovilov O.K. *Nauchnoe obosnovanie tekhnologii pishchevoy produktsii s ispol'zovaniem gidromekha-nicheskogo dispergirovaniya i otsenka ee kachestva. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Scientific justification of food technologies with hydromechanical dispersing and assessment of its quality. Dr. eng. sci. diss.], Kemerovo, 2012, 39 p.
4. Shirokov E.P. and Polegaev V.I. *Khraneniye i pererabotka produktsii rasteniyevodstva s osnovami standartizatsii i sertifikatsii. Chast' 1. Kartofel'. Plody, ovoshchi* [Storage and processing of crop production with basics of standardization and certification. Part 1. Potatoes. Fruits, vegetables]. Moscow: Kolos Publ., 1999. 254 p.
5. *GOST 32951-2014. Polufabrikaty myasnye i myasosoderzhashchie. Obshchie tekhnicheskie usloviya.* [State Standard 32951-2014. Semis, meat and meat-containing. General technical conditions]. Moscow: Standartinform Publ., 2015. 20 p.
6. Ivanets V.N., Borodulin D.M., Shushpannikov A.B., and Sukhorukov D.V. Intensification of bulk material mixing in new designs of drum, vibratory and centrifugal mixers. *Foods and Raw Materials*, 2015, vol. 3, no. 1, pp. 62–69. DOI: 10.12737/11239.
7. Błaszczak W., Zielińska D., Zieliński H., Szawara-Nowak D., and Fornal J. Antioxidant properties and rutin content of high pressure-treated raw and roasted buckwheat groats. *Food Bioprocess Technol.*, 2013, no. 6, pp. 92–100. DOI: 10.1007/s11947-011-0669-5.

Крумлик Владислав Юрьевич

аспирант кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: v_krumlikov@mail.ru

Остроумов Лев Александрович

д-р техн. наук, профессор, профессор-консультант Научно-образовательного центра, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

Иванов Олег Алексеевич

младший научный сотрудник лаборатории микробиологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650043, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

Кригер Ольга Владимировна

канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-74, e-mail: olgakruger58@mail.ru

Vladislav Yu. Krumlikov

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

Lev A. Ostroumov

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor and Consultant of the Center of Research and Education, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

Oleg A. Ivanov

Junior Researcher of the Laboratory of Microbiology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650043, Russia

Olga V. Kriger

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Bionanotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-74, e-mail: olgakruger58@mail.ru

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ
(FOOD PROCESSING: TECHNIQUES AND TECHNOLOGY)
№ 2 (45), 2017**

Ответственный за выпуск *А.И. Лосева*

Литературный редактор *О.Б. Глушкова*

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 23.06.2017.

Дата выхода в свет 23.06.2017. Формат 60×84^{1/8}.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Печать офсетная. Усл. п. л. 24,0. Уч.-изд. л. 24,0.

Тираж 100 экз. Заказ № 74. 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