

Техника и технология пищевых производств

Food Processing: Techniques and Technology

№ 2'16



**ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ
ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ
№ 2 (41), 2016**

**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, ла-
уреат премии Правительства РФ в
области науки и техники;

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

<i>Анистратова О.В., Серпунина Л.Т.</i> Разработка рациональных условий приготовления и хранения кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера.....	5
<i>Бабий Н.В., Помозова В.А., Пеков Д.Б.</i> Особенности проектирования тонизирующих напитков для повышения резистентности организма.....	13
<i>Винограй Э.Г., Захарова Л.М., Плосконосова Е.А., Храцова Т.А.</i> Учет системных закономерностей при разработке технологии молочного напитка обогащенного.....	21
<i>Голуб О.В., Мотовилов О.К., Глебова С.Ю., Удаляя Е.С.</i> Разработка овощного соуса методом гидромеханического диспергирования.....	28
<i>Дудикова Г.Н., Чижаева А.В.</i> Консорциум молочнокислых бактерий и дрожжей для ржаной закваски с повышенными антагонистическими свойствами.....	34
<i>Косенко М.Е., Куликова И.К., Донских А.Н., Анисимов Г.С., Евдокимов И.А.</i> Исследование влияния массовой доли сухих веществ на развитие микрофлоры творожной сыворотки в процессе электродиализной обработки.....	40
<i>Крикунова Л.Н., Дубинина Е.В., Алиева Г.А.</i> Объективные критерии оценки качества вишневых водок.....	47
<i>Лескова С.Ю., Данилов М.Б., Гомбожатова Н.И.</i> Создание обогащенной белково-жировой эмульсии для мясопродуктов.....	55
<i>Майоров А.А., Бузоверов С.Ю., Сурай Н.М.</i> Исследование характеристик творога, обогащенного пищевыми волокнами.....	62
<i>Никитина Т.А., Клюкина О.Н., Птичкина Н.М.</i> Исследование потребительских характеристик диетического аналога итальянского десерта тирамису.....	67
<i>Панфилов В.А.</i> Формализация инновационных процессов развития техники пищевых технологий.....	73
<i>Старовойтова К.В., Терещук Л.В.</i> Перспективы отечественного производства микроингредиентов.....	77

**ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ
И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

<i>Бородулин Д.М., Будрик В.Г., Шульбаева М.Т., Шафрай А.В.</i> Определение рациональных параметров работы барабанного смесителя на основе регрессионного анализа при получении сухой йогуртной основы.....	84
<i>Бородулин Д.М., Невская Е.В., Киселев Д.И., Шлепенко Л.А., Потапова М.Н.</i> Анализ функционирования центробежно-шнекового смесителя методом множественной регрессии при получении мучной хлебопекарной смеси для приготовления хлебобулочных изделий для питания спортсменов.....	91
<i>Киркор М.А., Бондарев Р.А.</i> Исследование гидравлического сопротивления центробежного классификатора с криволинейными лопатками.....	101
<i>Короткий И.А., Короткая Е.В., Киреев В.В.</i> Изменение теплофизических характеристик ягод облепихи при замораживании.....	108
<i>Усов А.В., Иваненко О.В.</i> Разработка низкотемпературной холодильной установки, работающей на смеси холодильных агентов.....	113
<i>Харьков В.В., Николаев А.Н.</i> Численное исследование процесса концентрирования соков в конвекционном аппарате с закрученным потоком теплоносителя.....	119

Ответственный за выпуск

Е.В. Дмитриева

Литературный редактор

А.В. Дюмина

Дизайн и компьютерная верстка

О.П. Долгополова

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

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное 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.), 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 Эл № ФС77-61607 от 30 апреля 2015 г. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Подписано в печать 16.06.2016.
Дата выхода в свет 16.06.2016.
Усл. п. л. 22,5. Уч.-изд. л. 21,0.

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, 2016

ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

- Бутов А.В., Мандрова А.А.* Урожай и качество картофеля при различных дозах удобрений в условиях капельного орошения..... 125
Пискаева А.И., Дышлюк Л.С., Сидорин Ю.Ю. Влияние кластерного серебра на патогенную микрофлору органических отходов агропромышленного комплекса..... 132

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ

- Розалёнок Т.А.* Исследование и разработка способа продления сохранности мучных кондитерских изделий..... 141
Сельская И.Л., Резниченко И.Ю., Титоренко Е.Ю., Пегушева А.В. Сравнительная оценка качества и конкурентоспособности образцов меда натурального..... 149
Усенко Н.И., Яковлева Л.А., Отмахова Ю.С. Информационная асимметрия и особенности потребительского поведения на рынке молочной продукции..... 156

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

- Акулинин И.В., Осинцев А.М., Брагинский В.И.* Разработка комбинированного оптического метода для исследования коагуляции молока..... 164

ЭКОНОМИКА

- Ашмарова О.В., Федулова Е.А.* Возможности применения автоматизированных информационных систем управления предприятиями пищевой промышленности..... 170

ИНФОРМАЦИЯ

- Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей..... 177
Требования к оформлению статьи..... 177

**FOOD PROCESSING:
TECHNIQUES AND
TECHNOLOGY**
No. 2, Vol. 41, 2016

**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. Majumikova, Doctor of technical sciences, professor;

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

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

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

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

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

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

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

CONTENTS

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

<i>Anistratova O.V., Serpunina L.T.</i> Rational preparation and storage conditions for ready-cooked broiler chicken fillet.....	5
<i>Babiy N.V., Pomozova V.A., Pekov D.B.</i> Development considerations for tonic beverages enhancing the body resistance.....	13
<i>Vinogray E.G., Zakharova L.M., Ploskonosova E.A., Hraptsova T.A.</i> System patterns in development of enriched milk beverage technology.....	21
<i>Golub O.V., Motovilov O.K., Glebova S.Yu., Udalaya E.S.</i> Vegetable sauce development using the method of hydromechanical dispersion.....	28
<i>Dudikova G.N., Chizhayeva A.V.</i> Consortium of lactic acid bacteria and yeast for rye starter with the increased antagonistic properties.....	34
<i>Kosenko M.E., Kulikova I.K., Donskih A.N., Anisimov G.S., Evdokimov I.A.</i> Research of influence of mass fraction of solids on the development of cottage cheese whey microflora during the electro dialysis processing.....	40
<i>Krikunova L.N., Dubinina E.V., Alieva G.A.</i> Objective quality estimation indices for cherry brandies.....	47
<i>Leskova S.Yu., Danilov M.B., Gombozhapova N.I.</i> Creation of enriched protein-and-fat emulsion for meat products.....	55
<i>Mayorov A.A., Buzoverov S.Yu., Suray N.M.</i> Investigation of characteristics of cottage cheese enriched with food fibres.....	62
<i>Nikitina T.A., Kliukina O.N., Ptichkina N.M.</i> The study on consumer characteristics of dietary food analogous to italian dessert of tiramisu.....	67
<i>Panfilov V.A.</i> Formalization of innovative processes of food technology equipment.....	73
<i>Starovoytova K.V., Terechuk L.V.</i> Prospects of domestic micro-ingredients production.....	77

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

<i>Borodulin D.M., Budrik V.G., Shulbaeva M.T., Shafrai A.V.</i> Determination of rational parameters of the drum mixer operation based on the regression analysis when obtaining the dry yoghurt base.....	84
<i>Borodulin D.M., Nevskaya E.V., Kiselev D.I., Shlelenko L.A., Potapova M.N.</i> Analysis of centrifugal screw mixer operation applying multiple regression method when obtaining baker's flour mix to produce bakery products for sportsmen.....	91
<i>Kirkor M.A., Bondarev R.A.</i> Research on hydraulic resistance of centrifugal classifier with curvilinear blades.....	101
<i>Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Kireev V.V.</i> The change of thermal and physical characteristics of sea buckthorn berries during freezing.....	108
<i>Usov A.V., Ivanenko O.V.</i> Development of low-temperature refrigeration unit operating on mixture of refrigerants.....	113
<i>Kharkov V.V., Nikolaev A.N.</i> Numerical study of juice concentration in the convection apparatus with swirling heat-transfer agent flow.....	119

CHEMISTRY AND ECOLOGY

<i>Butov A.V., Mandrova A.A.</i> Food quality in the potato fertilizers in a drip irrigation.....	125
<i>Piskaeva A.I., Dyshlyuk L.S., Sidorin Yu.Yu.</i> Cluster silver influence on pathogenic microflora of agro-industrial organic waste.....	132

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

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

Establisher:

Federal state-owned budgetary educational institution of higher 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.), 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 EL № FS 77-61607 of 30 April 2015. Given by the Federal Service on Supervision in the sphere of communication industry, information technologies and public communications

Passed for printing 16.06.2016.
Date of issue 16.06.2016.
Printed sheet 22.5.

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
© 2016, KemIFST

STANDARDIZATION, CERTIFICATION, QUALITY AND SAFETY

- Rozalyonok T.A.* Study and development of method for shelf life extending of flour confectionery products..... 141
Selskaya I.L., Reznichenko I.Yu., Titorenko E.Yu., Pegusheva A.V. Comparative evaluation of quality and competitiveness of natural honey samples..... 149
Usenko N.I., Yakovleva L.M., Otmakhova Yu.S. Information asymmetry and consumer behavior in the market of dairy products..... 156

AUTOMATION AND INFORMATIONAL SUPPORT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

- Akulinin I.V., Osintsev A.M., Braginsky V.I.* Development of combined optical method for milk coagulation research..... 164

ECONOMICS

- Ashmarova O.V., Fedulova E.A.* Automated management information systems at food enterprises..... 170

INFORMATION

- Order of consideration, approval and rejection of articles..... 177
Requirements for the article formatting..... 177

УДК 641.53.094

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ КУЛИНАРНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ ГОТОВНОСТИ ИЗ ФИЛЕ ЦЫПЛЕНКА-БРОЙЛЕРА

О.В. Анистратова^{1,*}, А.Т. Серпунина²

¹Западный филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 236016, Россия, г. Калининград, ул. Артиллерийская, 18

²ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 236022, Россия, г. Калининград, пр. Советский, 1

*e-mail: anistratova1981@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 26.10.2015

Дата принятия в печать: 15.04.2016

С целью изготовления кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера оценивали его качество после тепловой обработки в двух вариантах. Контрольный образец готовился традиционным способом припускания на газовой плите марки Ardo, опытный – в пароконвектомате марки SelfCooking Center (производитель Rational). Рекомендовано припускать филе цыпленка-бройлера в пароконвектомате. Пароконвекционный нагрев обеспечивает равномерное температурное поле в рабочей камере и создает оптимальные условия массообмена по всем слоям продукта. Показано, что после 15 мин обработки в режиме пар 100 °С потери массы филе равнялись 24,8 %. После припускания контрольного варианта на плите при температуре 100 °С в течение 20 мин потери составили 26,2 %. Аналогичная разница между образцами прослеживалась в отношении потери влаги (5,8 % против 8,0 % в контрольном варианте). У опытных полуфабрикатов высокой степени готовности зафиксированы лучшие органолептические показатели (5,0 баллов, тогда как в контрольных 4,1 балла). Филе цыпленка-бройлера, приготовленное традиционным способом, обладало жестковатой консистенцией, мясо было недостаточно сочное. Отмеченные различия по органолептическим показателям согласуются со снижением на 11,4 % водоудерживающей способности контрольного образца полуфабриката. Обработка в пароконвектомате понизила водоудерживающую способность филе на 10,3 %. Обосновано рациональное сочетание герметичной вакуумной упаковки и способов замораживания, обеспечивающее минимальные изменения органолептических и физико-химических свойств филе цыпленка-бройлера высокой степени готовности в процессе хранения при температуре минус 18 °С. В течение трех месяцев хранения лучше сохранился кулинарный полуфабрикат, который припускался в пароконвектомате, а затем после вакуумирования подвергался шоковой заморозке.

Филе, цыпленок-бройлер, кулинарный полуфабрикат высокой степени готовности, массовая доля влаги, водоудерживающая способность, вакуумирование, замораживание

Введение

В России три четверти от общего количества потребляемого мяса приходится на мясо птицы, что составляет 29 % в общем производстве мяса и около 44 % в мировой торговле мясными продуктами. За последние 5 лет душевое потребление мяса птицы в РФ выросло на 26,9 % (на 6,7 кг), а за 10 лет оно практически удвоилось – выросло на 96,6 % (на 15,4 кг) [1].

Ежегодно в России стремительно увеличиваются объемы производства куриного мяса. В начале 2015 года объем производства птицы вырос на 12 % по отношению к прошлому году [2]. На сегодняшний день ассортимент полуфабрикатов из цыплят-бройлеров в основном представлен в виде натуральных (тушки, части тушек, кусковые) и рубленых полуфабрикатов, которые реализуются в охлажденном или замороженном виде. В зарубежных странах ассортимент расширен за счет выпуска

сушеной замороженной продукции из мяса и субпродуктов птицы [3].

Рынок полуфабрикатов из мяса птицы составляет в данный момент более 18 % суммарного объема рынка замороженных полуфабрикатов [4]. Перспективно увеличение ассортимента кулинарных полуфабрикатов промышленного производства из филе цыплят-бройлеров, в том числе за счет выпуска кулинарных полуфабрикатов высокой степени готовности [5]. Это позволило бы не только расширить рынок продуктов розничной сети, но поставлять такую продукцию на доготовочные предприятия общественного питания.

Изыскания в области совершенствования отечественной технологии переработки мяса птицы успешно проводятся в двух основных направлениях: интенсификация процессов производства на этапах посола, водоподготовки, копчения [1, 6], а также ресурсосбережения за счет разработки ре-

цептур рубленых полуфабрикатов и жареной кулинарной продукции из мяса цыплят-бройлеров [7, 8]. Изучение особенностей технологических операций при изготовлении кулинарной продукции высокой степени готовности было выполнено для комбинированного полуфабриката из мяса говядины, свинины и индейки. Предложенный авторами способ позволяет получить сбалансированный мясной полуфабрикат высокой степени готовности с пролонгированным сроком хранения и улучшенными органолептическими показателями [9]. Анализ литературных источников показал отсутствие рекомендаций в части рациональных условий приготовления замороженных полуфабрикатов высокой степени из филе цыпленка-бройлера, что и определяет актуальность выполненной работы.

Целью данного исследования явилось обоснование параметров тепловой и низкотемпературной обработки филе цыпленка-бройлера для изготовления кулинарного полуфабриката высокой степени готовности.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования служило охлажденное филе цыпленка-бройлера, вырабатываемое местным производителем Калининградской области – ООО «Балтптицепром». Используемое сырье по всем показателям соответствовало требованиям нормативно-технической документации [10].

Тепловая обработка филе проводилась двумя

способами (рис. 1). Образцы контрольного варианта готовились традиционным способом припускания на газовой плите марки Ardo, опытные – в пароконвектомате марки SelfCooking Center (производитель Rational). Продолжительность тепловой обработки филе цыпленка-бройлера контролировали достижением температуры в центре продукта $(85 \pm 1)^\circ\text{C}$. С учетом этого условия при припускании на плите полуфабрикат готовился 20 мин, а в пароконвектомате – 15 мин. Далее готовое филе цыпленка-бройлера выдерживали в помещении цеха с целью понижения температуры до $18\text{--}20^\circ\text{C}$ в центре продукта.

Схема последующей низкотемпературной обработки кулинарных полуфабрикатов высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера представлена на рис. 1. Контролем служил образец, приготовленный на газовой плите. Опытные варианты кулинарных полуфабрикатов массой (200 ± 10) г помещали в пленку и вакуумировали. Последующее замораживание осуществляли в аппарате шоковой заморозки IRINOX при температуре внутри рабочей камеры минус 38°C в течение одного часа до достижения температуры в центре продукта минус 18°C .

Качество сырых, термически обработанных и замороженных кулинарных полуфабрикатов оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям, которые определяли стандартными методами [11, 12].

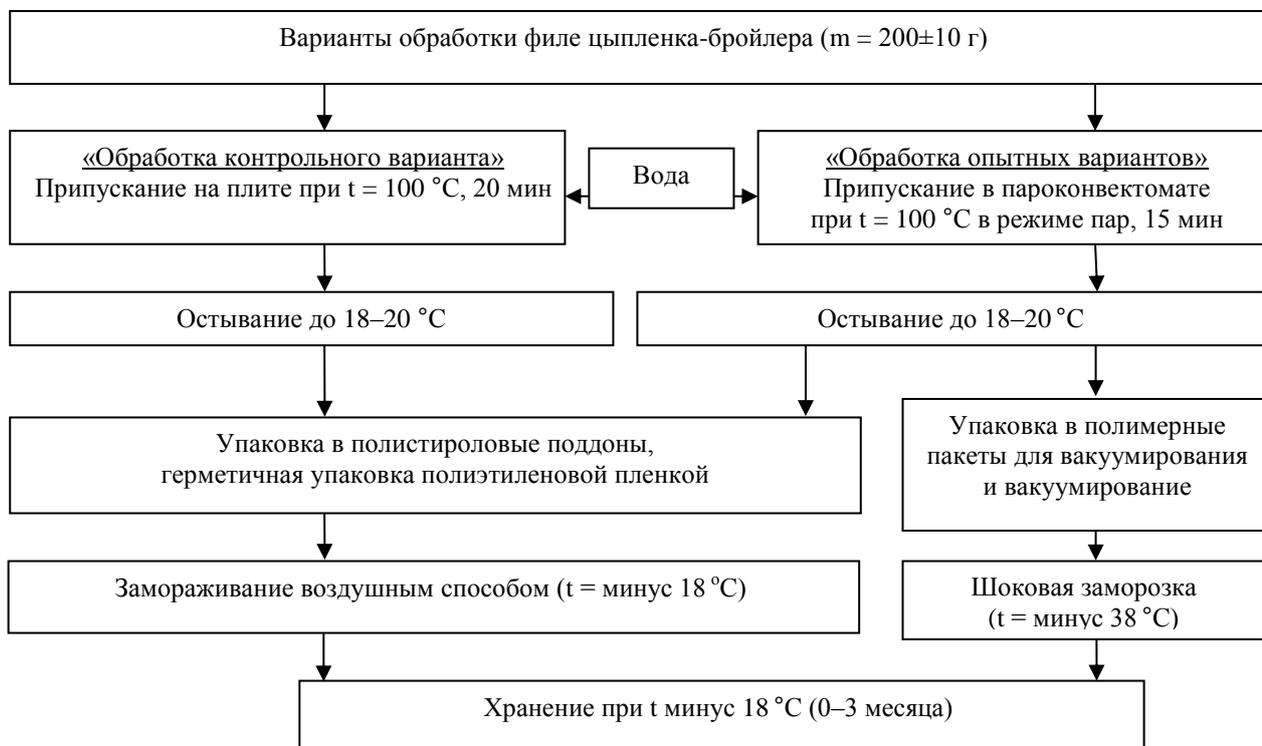


Рис. 1. Схема обработки полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера

Результаты и их обсуждение

Применение различных способов нагрева филе цыпленка-бройлера отразилось на скорости прогрева до заданного уровня температуры внутри продукта (рис. 2). Зафиксировано, что более интенсивный рост

температуры имел место при припускании в пароконвектомате, поскольку пароконвекционный нагрев позволяет выравнивать температурное поле в рабочей камере устройства и создавать оптимальные условия массообмена равномерно по всем слоям продукта.

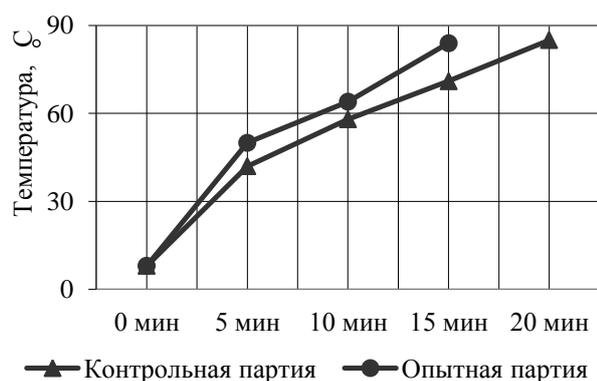


Рис. 2. Изменение температуры в центре филе цыпленка-бройлера в процессе тепловой обработки

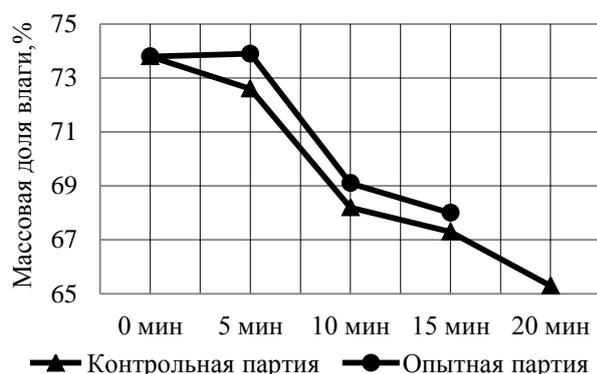


Рис. 3. Изменение массовой доли влаги филе цыпленка-бройлера в процессе тепловой обработки

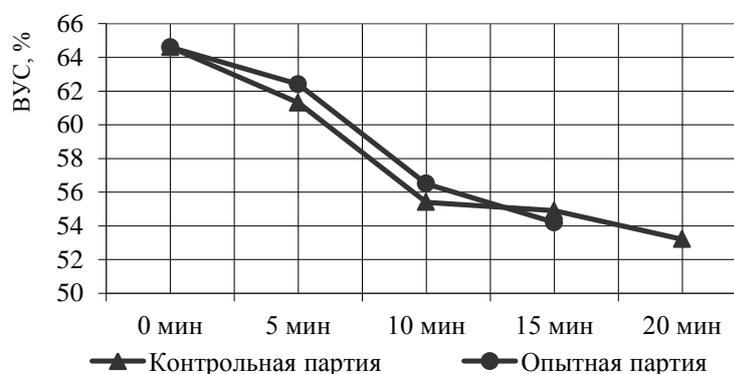


Рис. 4. Изменение влагоудерживающей способности филе цыпленка-бройлера в процессе тепловой обработки

Потери массы при обработке традиционным способом (контроль) и в пароконвектомате достоверно не различались и составили соответственно 26,2 и 24,8 % от первоначального значения.

Количественный учет массовой доли влаги в образцах показал разницу в степени обезвоживания филе цыпленка-бройлера. В пароконвектомате за 15 мин прогрева в опытных образцах снижение составило 5,8 % (рис. 3). Припускание 20 мин традиционным способом сопровождалось уменьшением массовой доли влаги в контрольном филе на 8,5 %.

Отмеченные тенденции изменения массовой доли влаги в кулинарном полуфабрикате высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера после обработки в пароконвектомате хорошо согласуются с уменьшением показателя «влагоудерживающая способность» (ВУС). Он характеризует способность белкового матрикса удерживать влагу или абсорбировать добавленную воду при внешних воздействиях, например, таких как припускание [13]. Проведенные исследования выявили, что ВУС в опытной партии понизилась на 10,3 %. В контрольной партии зафиксировано более интенсивное изменение ВУС – на 11,4 % (рис. 4).

Органолептическую оценку выполняли по 5-балльной шкале с использованием коэффициентов весомости для отдельных показателей качества. Коэффициенты весомости единичных показателей качества были установлены экспертным путем с использованием методов ранжирования (табл. 1) [14].

Таблица 1

Балльная шкала для оценки качества кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера

Показатель	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус	Сочность
Коэффициент значимости/балл	0,15	0,1	0,15	0,2	0,15	0,2
5	Куски филе правильной формы, не деформированы	На поверхности и в разрезе от светло-серого до светло-кремового	Припущенного филе мяса кур	Очень нежная	Припущенного филе мяса кур	Очень сочное
4	Частично нарушена форма изделия, края деформированы	Серо-кремовый	Недостаточно выраженный	Достаточно нежная	Слабый, невыразительный	Сочное

Показатель	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус	Сочность
3	Изделие значительно деформировалось при припускании, имеются отдельные волокна	Неоднородная серо-бежевая	Слабо выраженный	Жестковатая	Невыраженный, без посторонних привкусов	Недостаточно сочное
2	Изделие сильно деформировано, поверхность заветренная (нарушен режим)	Поверхность коричневатая. Местами подгорела (нарушен режим), в разрезе серо-розовый с вытекающим соком	Подгорания или сырого мяса	Жестковатая, неоднородная, распадается на отдельные волокна	Безвкусное	Суховатое
1	Изделие с подгорелой корочкой (нарушен режим припускания)	Поверхность коричневатая подгорелая (нарушен режим припускания)	Посторонний, горечи	Очень жесткая	Наличие постороннего вкуса, привкуса горечи или сырого мяса	Очень сухое

Органолептические показатели опытных образцов, приготовленных в пароконвектомате, были оценены на «отлично» и получили суммарную оценку $5,0 \pm 0,1$. Филе цыпленка-бройлера, обработанное в пароконвектомате, обладало очень нежной, сочной консистенцией и не имело выраженной волокнистости. При этом цвет мяса был белый, а вкус и запах соответствовали вареной курице. Опытные дегустаторы указали на различные оттенки по вкусу и консистенции в представленных партиях в зависимости от способа тепловой обработки. Филе цыпленка-бройлера, приготовленное традиционным способом, обладало жестковатой консистенцией, мясо было недостаточно сочное ($4,1 \pm 0,1$).

Экспериментальные исследования показали, что для приготовления кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из цыпленка-бройлера рациональным способом является припускание его в пароконвектомате. Такой способ кулинарной обработки позволяет на 5 мин сократить время прогрева, осуществлять контроль температуры и влажности. За счет интенсификации процессов удается снизить потери массы, получить кулинарные полуфабрикаты высокой степени готовности с необхо-

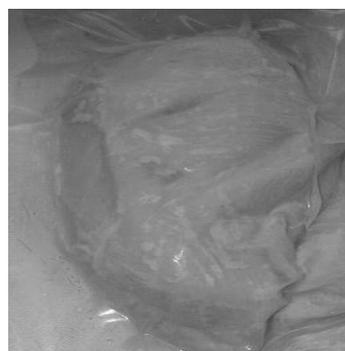
димыми органолептическими и технологическими характеристиками.

Анализ изменения качества кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера проводился также в период последующего холодильного хранения в течение 3 месяцев (рис. 5).

Перед закладкой на хранение массовая доля влаги в образце из контрольной партии составила 65,3 % против 67,8 % у опытных. При хранении в филе цыпленка-бройлера, приготовленного в пароконвектомате, замороженном воздушным способом и упакованном полиэтиленовой пленкой, происходило снижение массовой доли влаги продукта. Через три месяца при снятии с хранения массовая доля влаги в данной партии понизилась на 22,1 %, тогда как в контрольной партии на 24,4 %. Наименьшие изменения массовой доли влаги зафиксированы в полуфабрикаты высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера, которое после обработки в пароконвектомате подвергали вакуумированию и быстрой заморозке. В данных образцах массовая доля влаги уменьшилась только на 7 % (рис. 6).



а



б

Рис. 5. Внешний вид кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера, замороженного воздушным способом (а) и подвергнутого вакуумированию и шоковой заморозке (б) после трех месяцев хранения

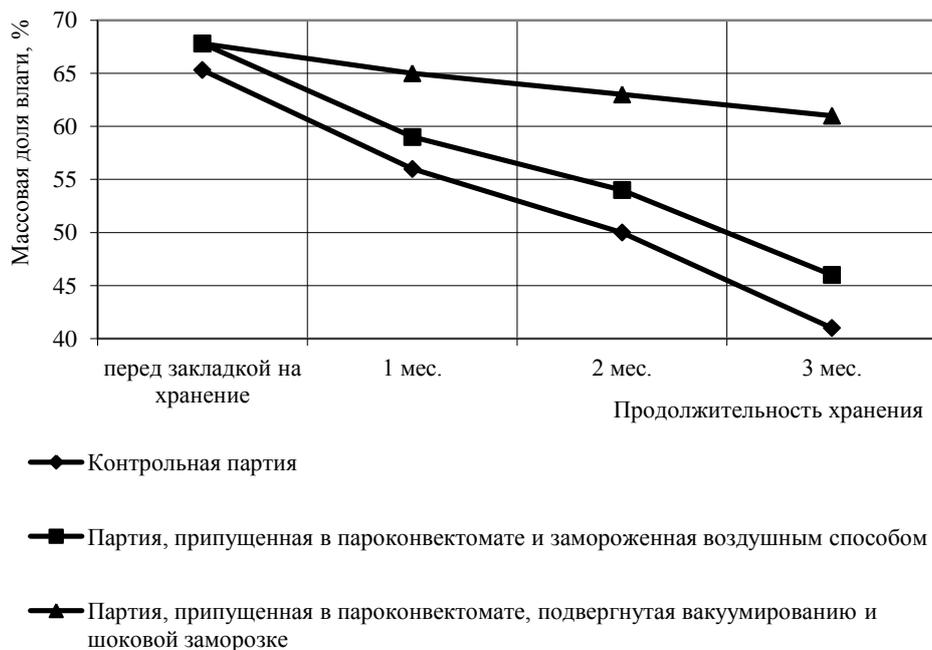


Рис. 6. Динамика изменения массовой доли влаги кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера в процессе холодильного хранения

В процессе холодильного хранения кулинарного полуфабриката высокой степени готовности также прослеживалось уменьшение ВУС. Если филе из цыпленка-бройлера после обработки в пароконвектомате замораживали в аппарате шоковой заморозки в герметичной вакуумной упаковке, то снижение

этого показателя было минимальным (не более 16 %). В контрольной партии уменьшение ВУС составило 29,9 %. За аналогичный период хранения изменение ВУС для образцов, припущенных в пароконвектомате и замороженных воздушным способом, равнялось 26,1 % (рис. 7).

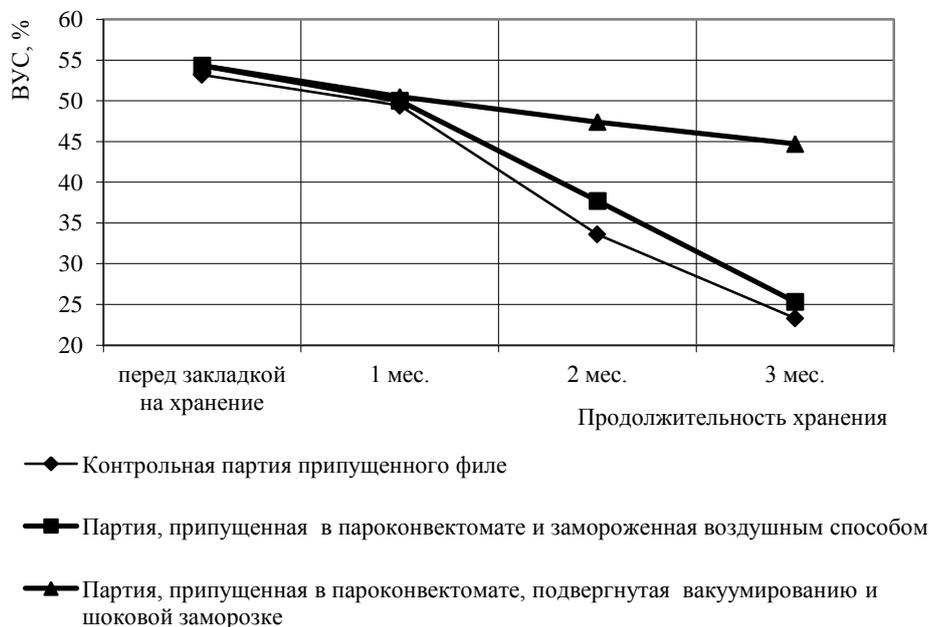


Рис. 7. Динамика изменения влагоудерживающей способности кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера в процессе холодильного хранения

Холодильное хранение в течение трех месяцев полуфабрикатов ухудшило их органолептические показатели. Филе цыпленка-бройлера из контрольной партии имело жестковатую консистенцию и слабо выраженный вкус. Общая органолептическая оценка данной партии составила

(3,5±0,1) балла. В опытных образцах, где филе цыпленка-бройлера после обработки в пароконвектомате замораживали воздушным способом, на протяжении аналогичного срока холодильного хранения дегустаторы отмечали недостаточно сочную консистенцию и недостаточно выражен-

ный вкус. С учетом снижения баллов общая органолептическая оценка данного образца составила $(3,9 \pm 0,1)$ балла. Наилучшие органолептические показатели отмечены для варианта опытной

партии, которая припускалась в пароконвектомате с последующим вакуумированием и шоковой заморозкой. Общая органолептическая оценка в этом случае составила $(4,2 \pm 0,1)$ балла (рис. 8).

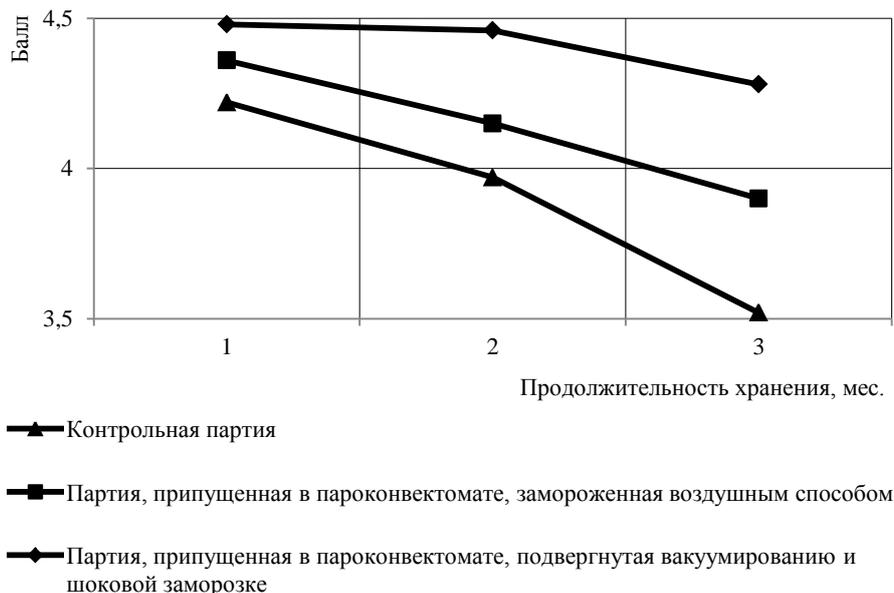


Рис. 8. Динамика изменений общей органолептической оценки кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера в процессе холодильного хранения

Анализ полученных результатов показал, что выбор последующих способов низкотемпературной обработки и упаковки также влияет на органолептические и физико-химические показатели кулинарного полуфабриката из филе цыпленка-бройлера. С учетом установленных особенностей качества данный кулинарный полуфабрикат высокой степени готовности рекомендуется дифференцированно использовать для приготовления различных блюд и закусок.

Наиболее эффективным способом холодильной

обработки, при котором происходят минимальные изменения исходного качества термически обработанного в пароконвектомате филе цыпленка-бройлера, является вакуумирование и шоковая заморозка продукта.

Применение разработанных технологических регламентов тепловой обработки и последующих способов замораживания полуфабрикатов из филе цыплят-бройлеров позволит расширить ассортимент выпускаемых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров.

Список литературы

1. Цирульниченко, Л.А. Формирование улучшенных потребительских свойств продуктов переработки мяса птицы, выработанных с использованием эффектов ультразвукового воздействия на основе водоподготовки: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15: защищена 25.12.2014 / Цирульниченко Лина Александровна. – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет, 2014. – 185 с.
2. Российский рынок мяса птицы в 2001-2014 гг., прогноз на 2015 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ab-centre.ru> (20.09.2015).
3. Freeze Dried Chicken Dices [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.preparewise.com/emergency-freeze-dried-chicken> (20.01.2016).
4. Рынок замороженных полуфабрикатов сегодня и прогнозы его развития на будущее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://holod-delo.ru/vlahovic.pdf> (23.02.2016).
5. ГОСТ 31985-2013. Услуги общественного питания. Термины и определения. – Введ. 2015-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2014. – 16 с.
6. Фролов, И.Ю. Способ приготовления кулинарных изделий из цыплят бройлеров (RU 2061390): A23L1/315 [Электронный ресурс] / И.Ю. Фролов, О.В. Лесникова, А.М. Бут. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru> (26.02.2016).
7. Логвинова, Э.Н. Совершенствование технологии кулинарных изделий из измельченного мяса цыплят-бройлеров: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / Логвинова Элла Николаевна; Санкт-Петербургский торгово-эконом. ин-т. – СПб., 1994. – 235 с.
8. Феденишина, Е.Ю. Разработка и обоснование технологии приготовления кулинарной продукции в пароконвектомате: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15: защищена 28.05.2007 / Феденишина Екатерина Юрьевна. – СПб.: ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский торгово-экономический институт», 2007. – 128 с.
9. Петий, И.А. Способ получения мясного полуфабриката высокой степени готовности (RU 2565226): A23L1/314 [Электронный ресурс] / И.А. Петий, Н.А. Притыкина. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/256/2565226.htm> (26.02.2016).

10. ГОСТ Р 52702-2006. Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия. – Введ. 2008-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2008. – 16 с.
11. ГОСТ 9959-91. Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки. – Введ. 1993-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2010. – 10 с.
12. Функционально-технологические свойства мяса: методические указания к лабораторно-практической работе / Н.В. Тимошенко, А.М. Патиевой, С.В. Патиевой, А.А. Нестеренко. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 26 с.
13. Переработка мяса птицы / под ред. Алана Р. Сэмса; пер. с англ., под науч. ред. В.В. Гущина. – СПб.: Профессия, 2007. – 432 с.
14. Родина, Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров: учеб. пособие для студ. вузов / Т.Г. Родина. – М.: Академия, 2004. – 202 с.

RATIONAL PREPARATION AND STORAGE CONDITIONS FOR READY-COOKED BROILER CHICKEN FILLET

O.V. Anistratova^{1*}, L.T. Serpunina²

¹West Branch of Russian Presidential Academy of
National Economy and Public Administration,
18, Artileriyskaya Str., Kaliningrad, 236016, Russia

²Kaliningrad State Technical University,
1, Sovietskiy Ave., Kaliningrad, 236022, Russia

*e-mail: anistratova1981@mail.ru

Received: 26.10.2015

Accepted: 15.04.2016

To make ready-cooked broiler chicken fillet, the quality of the latter was assessed after heat treatment of two kinds. The check sample was boiled traditionally using the “Ardo” gas cooker, the experimental one was cooked in the “SelfCooking Center” combi steamer (made by 'Rational'). It was recommended to boil broiler chicken fillet in the combi steamer. Steam convection heating guarantees uniform heat flow pattern in the process chamber and creates optimum mass exchange through all the fibers of the product. It was shown that after 15 minutes of 100°C steam treatment in the combi steamer the product's weight loss was 24.8%, while after 20 minutes of traditional boiling the loss in the check sample was 26.2%. Comparable difference between samples was retraced as for loss of moisture (5.8% in the experimental sample and 8% in the check one). Experimental samples of high readiness had better organoleptic index (5 points vs 4.1 of the check sample). The broiler chicken fillet cooked in a traditional way had hardish consistence and the meat was deficiently juiced. Specified organoleptic differences was compliant with reduction of water retention capacity by 11.4% in the check sample of the half-finished product. Treatment in the combi steamer reduced water retention capacity of the fillet by 10.3%. Rational combination of the airtight vacuum pack and freezing methods that ensure minimal changes of organoleptic and physicochemical properties of ready-cooked chicken fillet during cold storage at –18°C was justified. In the process of 3-month storage, the ready-cooked product boiled in the combi steamer and shock-frozen after vacuumizing preserved better.

Fillet, broiler chicken, ready-cooked product, moisture content, water retention capacity, vacuumizing, freezing

References

1. Tsirul'nichenko L.A. *Formirovanie uluchshennykh potrebitel'skikh svoystv produktov pererabotki myasa ptitsy, vyrabotannykh s ispol'zovaniem effektivnykh ul'trazvukovogo vozdeystviya na osnove vodopodgotovki*. Diss. kand. tekhn. nauk [Formation of the enriched consumer characteristics of chicken processing products, which were delivered with the using of sound inspiration effects on basis of water treatment. Cand. eng. sci. diss.]. Chelyabinsk, 2014. 185p.
2. *Rossiyskiy rynek myasa ptitsy v 2001-2014 gg., prognoz na 2015 god* [Russian market of poultry in 2001-2014, the forecast to 2015]. Available at: <http://www.ab-centre.ru>. (accessed 20 September 2015).
3. *Freeze Dried Chicken Dices*. Available at: <http://www.preparewise.com/emergency-freeze-dried-chicken>. (accessed 20 January 2016).
4. *Rynek zamorozhennykh polufabrikatov segodnya i prognozy ego razvitiya na budushchee* [The market of frozen semi-finished products today and forecast of its development for the future]. Available at: <http://www.holod-delo.ru/vlahovic.pdf>. (accessed 23 February 2016).
5. *GOST 31985-3013. Uslugi obshchestvennogo pitaniya terminy i opredeleniya* [State Standard 31985-3013. Catering services terms and definitions]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 16 p.
6. Frolov I.Yu., Lesnikova O.V., But A.M. *Sposob prigotovleniya kulinarnykh izdeliy iz tsyplyat broylerov* [A method for preparing food products of broiler chickens]. Patent RF, no. 2061390, 1996.
7. Logvinova E.N. *Sovershenstvovanie tekhnologii kulinarnykh izdeliy iz izmel'chennogo myasa tsyplyat-broylerov*. Diss. kand. tekhn. nauk [Improving the technology of food products minced meat of broiler chickens. Cand. eng. sci. diss.]. St.Peterburg, 1994. 235p.
8. Fedinishina E.Yu. *Razrabotka i obosnovanie tekhnologii prigotovleniya kulinarnoy produktsii v parokonvektomate*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development and substantiation of technology of preparation of culinary products in the combi steamer. Cand. eng. sci. diss.]. St.Peterburg, 2007. 128p.

9. Petiy I.A., Pritykina N.A. *Sposob polucheniya myasnogo polufabrikata vysokoy stepeni gotovnosti* [A process for preparing meat semi-finished goods]. Patent RF, no. 2565226, 2015.
10. *GOST 52702–2006. Myaso kur (tushki kur, tsyplyat, tsyplyat-broylerov i ikh chasti). Tekhnicheskie usloviya* [State Standard 52702 – 2006. Chicken (dressed chickens, broiler chicks and their parts). Technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 16 p.
11. *GOST 9959–91. Produkty myasnye. Obshchie usloviya provedeniya organolepticheskoy otsenki* [State Standard 9959-91. Meat products. General conditions of organoleptical assessment]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 10 p.
12. Timoshenko N.V., Patievoy A.M., Patievoy S.V., Nesterenko A.A. *Metodicheskie ukazaniya k laboratorno-prakticheskoy rabote «Funktsional'no-tekhnologicheskie svoystva myasa»* [Methodical instructions to laboratory works "functional-technological properties of meat"]. Krasnodar, 2014. 26p.
13. Sams A.R. (ed.) *Poultry Meat Processing*. CRC Press, 2000. 454 p. (Russ. ed.: Gushhina V.V. *Pererabotka myasa ptitsy*. St. Petersburg, Professija Publ., 2007. 432 p.).
14. Rodina T.G. *Sensornyy analiz prodovol'stvennykh tovarov* [Sensory analysis of food products]. Moscow, Academy Publ., 2004. 202 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Анистратова, О.В. Разработка рациональных условий приготовления и хранения кулинарного полуфабриката высокой степени готовности из филе цыпленка-бройлера / О.В. Анистратова, Л.Т. Серпунина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 5–12.

Anistratova O.V., Serpunina L.T. Rational preparation and storage conditions for ready-cooked broiler chicken fillet. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 5–12. (in Russ.).

Анистратова Оксана Вячеславовна

канд. техн. наук, преподаватель отделения технологии и сервиса, Западный филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 236016, Россия, г. Калининград, ул. Артиллерийская, 18, тел.: +7 (4012) 36-54-99, e-mail: anistratova1981@mail.ru

Серпунина Любовь Тихоновна

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 236022, Россия, г. Калининград, пр. Советский, 1, тел.: +7 (4012) 93-59-20, e-mail: serpunina@mail.ru

Oksana V. Anistratova

Cand.Sci.(Eng.), Lecturer of the Department of Technology and Services, West Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, 18, Artilleriyskaya Str., Kaliningrad, 236016, Russia, phone: +7 (4012) 36-54-99, e-mail: anistratova1981@mail.ru

Lyubov T. Serpunina

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Food Technology, Kaliningrad State Technical University, 1, Sovietskiy Ave., Kaliningrad, 236022, Russia, phone: +7 (4012) 93-59-20, e-mail: serpunina@mail.ru



ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОНИЗИРУЮЩИХ НАПИТКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА

Н.В. Бабий¹, В.А. Помозова^{2,*}, Д.Б. Пеков¹

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

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

*e-mail: pomozo.va@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 10.03.2016

Дата принятия в печать: 25.04.2016

Для производства тонизирующих напитков актуально применение растительных адаптогенов как источника резистентности организма. В качестве сырья, обладающего адаптогенными свойствами, авторами выбраны плоды лимонника китайского, рябины обыкновенной, актинидии коломикты, расторопши пятнистой, трава эхинацеи пурпурной, володушки золотистой, корни и корневища родиолы розовой и элеутерококка колючего, цветы липы. Анализ показал высокое содержание биологически активных веществ, подлинность, доброкачественность и безопасность выбранного растительного сырья. Для получения экстрактов использован процесс мацерации. В результате обработки априорной информации были выделены наиболее значимые факторы, оказывающие наибольшее влияние на качественные показатели процесса экстракции. Определены независимые переменные, влияющие на критерий оптимизации, которые имеют следующие значения: температура экстрагента (Т) – 85 °С; время экстракции (t_3) – 240 мин; гидромодуль (η) – 1:15. В результате проведенных исследований разработаны рецептуры 12 образцов тонизирующих напитков на основе ягодных соков и экстрактов лекарственно-технического сырья. Количественное содержание ингредиентов в композиции определяли с учетом органолептической совместимости лекарственно-технического сырья, синергического эффекта и его профилактической направленности. Исследованы физико-химические показатели образцов напитков, получивших наивысший балл при органолептической оценке. Проведена оценка профилактической эффективности разработанных функциональных напитков с тонизирующими свойствами в клинических исследованиях на лабораторных белых крысах. Полученные данные свидетельствуют, что добавление к основному рациону разработанных напитков на фоне холодового и теплового стресса обеспечило к концу опыта повышение по морфологическим и биохимическим показателям во всех опытных группах по сравнению с контролем. Выявлено, что содержание общего кальция в крови увеличилось на 2,2 %, железа на 6,6 % по сравнению с контрольной группой. Разработанные напитки увеличивают адаптационные возможности организма к влиянию низких и высоких температур.

Адаптогены, напитки, синергетический эффект, пищевая ценность, адаптационные возможности организма

Введение

В процессе жизнедеятельности организм человека испытывает постоянное влияние факторов внешней среды. Экология, микробиологическое окружение, климатические изменения, психологические аспекты проживания в социуме – все эти внешние факторы воздействуют на человека с меняющейся интенсивностью, требуя постоянной выработки приспособительных реакций (адаптации). Напряжение защитных сил организма в процессе преодоления вредного внешнего фактора должно быть оптимальным. Эта оптимальная зона определена профессором Н.В. Лазаревым как состояние неспецифической повышенной сопротивляемости (СНПС) [2, 5]. Если учесть тот факт, что по данным мировой статистики только 7–8 % населения земного шара можно отнести к категории здоровых (а в нашей стране таких лишь 2 %), то становится понятным, почему каждый человек и здравоохранение в целом должны быть ориентированы на решение задач повышения общей сопротивляемости организма и профилактики заболеваний. В многочис-

ленных научных исследованиях показано, что с помощью адаптогенов растительного происхождения можно существенно повысить устойчивость организма к воздействию различных неблагоприятных факторов, таких как облучение, воздействие низких и высоких температур, попадание в организм канцерогенных и отравляющих веществ, вирусов, микробов и пр.

История применения адаптогенов насчитывает не одно тысячелетие. Согласно ряду публикаций изучение адаптогенов началось еще с Древнего Востока [1].

Адаптогены способны вызывать и поддерживать в организме нужную адаптивную реакцию, обеспечивать повышение резистентности, поскольку являются природными биостимуляторами. Также в качестве средства, повышающего неспецифическую резистентность организма, может выступать аскорбиновая кислота.

Подобная универсальность определяется способностью регулировать течение стрессорной реакции [1]. Значение адаптогенов для организма чрезвычайно велико, поскольку речь идет о создании в

организме с помощью адаптогенов своеобразного «запаса прочности» – резерва здоровья, что принципиально для профилактики заболеваний [2].

Адаптогены повышают неспецифическую реактивность организма, стимулируют гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему, повышают активность механизмов антиокислительной защиты. Они стабилизируют биологические мембраны, защищают их от распада при перегрузке, способствуют процессам синтеза, обмена веществ, своеобразному обновлению, омоложению организма. Растения улучшают транспорт кислорода к мышцам, к нервной системе, увеличивая образование эритроцитов и препятствуя действию гипоксических стрессов.

Создание продуктов функционального питания с добавлением функциональных пищевых ингредиентов различной направленности, а именно создание пищевых продуктов с добавлением адаптогенов – веществ, способных повышать неспецифическую сопротивляемость организма человека к широкому спектру вредных воздействий физической, химической и биологической природы, и иммуномодуляторов – веществ, способных оказывать регулирующее действие на иммунную систему [3], является перспективным направлением развития пищевой промышленности.

Наиболее высокими адаптогенными свойствами обладают женьшень, лимонник китайский, родиола розовая, элеутерококк колючий. Это так называемые «большие» адаптогены. Высокие адаптогенные свойства у солодки голой, эхинацеи пурпурной, подорожника большого, одуванчика лекарственного, гинкго-билоба, астрагала, цветочной пыльцы, имбиря, розмарина, расторопши пятнистой, рябины обыкновенной, актинидии коломикта, володушки золотистой, цветов липы. Мягкими адаптогенными свойствами обладают чеснок, шалфей, ромашка аптечная, крапива двудомная, мята перечная, полынь, любисток, брусника, крушина и многие другие растения.

Целью данной работы является обоснование и разработка тонизирующих напитков на основе природных биостимуляторов для повышения резистентности организма и оценка их эффективности.

Объекты и методы исследований

В качестве сырья, обладающего адаптогенными свойствами, выбраны плоды лимонника китайско-

го, рябины обыкновенной, актинидии коломикты, трава эхинацеи пурпурной, володушки золотистой, плоды расторопши пятнистой, корни и корневища родиолы розовой и элеутерококка колючего, цветы липы. Все растения заготавливали в июле-августе 2008–2011 гг. Сбор растений осуществляли в фазе цветения. Данная фаза характеризуется наибольшим содержанием БАВ, а также максимальной выраженностью вкусоароматических свойств.

При выполнении работы использовались общепринятые и специальные методы исследований [7].

Определение антиоксидантной активности проводили потенциометрическим методом по методике Х.З. Брайниной [6], содержание полифенольных веществ – методом Еруманиса [8], содержание витаминов – спектрофотометрическим методом, пектиновых веществ – титриметрическим методом [7].

Результаты и их обсуждение

Содержание биологически активных веществ в свежем сырье изучалось с учетом литературных данных о химическом составе. Характеристика ягодного сырья представлена в табл. 1.

Таблица 1

Органолептическая характеристика плодов свежего ягодного сырья

Характеристика	Сырье		
	лимонник китайский	рябина обыкновенная	актинидия коломикта
Внешний вид	Ягоды шаровидные 5–12 мм, мякоть содержит семена	Ягоды шаровидные 9–11 мм	Ягоды продолговатокруглые, 11–15 мм
Цвет	Красный	Оранжево-красный	Прозрачно-зеленый
Вкус	Вяжущекислый, с характерным ароматом	Терпкий, горьковатый	Нежный, сладкий

Оценка количественного содержания биологически активных веществ проводилась в свежих плодах.

Физико-химические показатели свежего исследуемого сырья представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели исследуемого сырья

Показатель	Сырье		
	лимонник китайский	рябина обыкновенная	актинидия коломикта
Содержание влаги, %	83,07±0,01	86,69±0,08	84,06±0,01
Сумма титруемых кислот, %	3,02±0,03	0,87±0,05	2,62±0,04
Массовая доля пектиновых веществ, %	1,42±0,09	0,74±0,12	0,83±0,14
Массовая доля полифенольных веществ, мг/100 г	693,41±5,29	2498,14±1,51	448,62±1,04
Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100 г	58,0±0,07	159,1±0,02	294,5±0,01
Массовая доля витамина Р, мг/100 г	89,4±0,2	298,5±0,1	55,0±0,7
Массовая доля катехинов, мг/100 г	49,2±0,1	83,3±0,2	62,2±0,4
Массовая доля лейкоантоцианов, мг/100 г	23,1±0,7	435,7±0,2	92,3±0,6
Массовая доля дубильных веществ, %	1,11±0,07	0,73±0,02	0,98±0,05

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно высоком содержании биологически активных веществ в анализируемом сырье.

Были проведены исследования по разработке напитков с соком на основе сока актинидии коломикта. В качестве дополнительных источников биологически активных веществ для приготовления напитков функциональной направленности использовали растительное сырье с учетом сочетаемости органолептических показателей растений в составе напитков. Особое внимание уделяли отсутствию токсичных веществ, наличию красящих и ароматических соединений, а также веществ, обладающих антимикробным, антиоксидантным действием [10, 11].

Как известно, соки и экстракты в качестве полуфабрикатов широко используются при приготовлении продуктов с функциональными свойствами. В нашей работе была разработана технология получения экстракта из эхинацеи пурпурной, расторопши пятнистой, родиолы розовой, элеутерококка колючего и соков из лимонника китайского, рябины обыкновенной и актинидии коломикта.

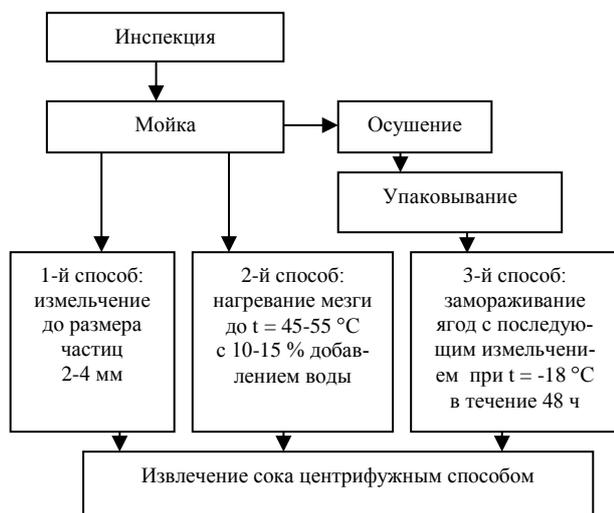


Рис. 1. Технологическая схема подготовки сырья

Пищевая и биологическая ценность соков обусловлена содержанием в них в растворенном и легкоусвояемом виде белков, углеводов, органических кислот, флавоноидов, витаминов и минеральных веществ. Количество и качество соков зависят от предварительной обработки ягод и методов его извлечения. Способность плодовой ткани к выделению сока (сокоотдачи) зависит от устойчивости цитоплазматических мембран к механическим воздействиям, их вязкости и эластичности. Важное значение также имеют цитолого-анатомическая структура клеточной ткани и содержание пектиновых веществ в ягодах. Для ягод лимонника китайского, рябины обыкновенной и актинидии коломикта, цитоплазматические мембраны которых эластичны и имеют высокую вязкость, одно механическое воздействие для извлечения сока малоэффективно. Поэтому нами было проведено экспериментальное изучение влияния методов предварительной обработки ягод на физико-химические показатели и выход сока. Отли-

чительные особенности каждого способа заключаются в технологии обработки сырья, при первом способе используется свежее сырье, которое измельчается до размера 2–4 мм, второй способ заключается в нагревании мезги до $t = 45\text{--}55\text{ }^{\circ}\text{C}$ с добавлением 15 % воды, при третьем способе используют замороженное сырье с последующим измельчением. Технологическая схема подготовки сырья представлена на рис. 1.

Результаты исследований влияния методов обработки ягод на выход сока представлены в табл. 3.

Таблица 3

Влияние методов обработки ягод на выход сока

Сырье	Выход сока из 1 кг сырья, см ³ при обработке		
	1-й способ	2-й способ	3-й способ
Лимонник китайский	545±0,5	586±0,5	615±0,5
Рябина обыкновенная	523±0,5	597±0,5	628 ±0,5
Актинидия коломикта	594±0,5	668±0,5	730 ±0,5

Анализ приведенных данных (табл. 3) позволяет сделать вывод, что наилучшим способом обработки является замораживание ягод при $t = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 48 ч с последующим измельчением. Содержание БАВ в соке из дикорастущих ягод представлено в табл. 4.

Таблица 4

Физико-химические показатели соков из растительного сырья

Показатель	Лимонник китайский	Рябина обыкновенная	Актинидия коломикта
Массовая доля содержания сухих веществ, %	14,6±0,1	16,1±0,4	11,5±0,3
Сумма титруемых кислот, %	1,92±0,4	0,54±0,2	1,68±0,1
Массовая доля полифенольных веществ, мг/100 г	515,08±1,13	1129,32 ±1,162	284,62 ±0,97
Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100 г	44,4±0,01	102,5±0,04	196,8±0,07
Массовая доля витамина Р, мг%	76,2±0,3	678,2±0,2	42,0±0,1
Массовая доля катехинов, мг/100 г	28,1±0,3	64,1±0,1	49,6±0,3
Массовая доля лейкоцианов, мг/100 г	17,5±0,1	312,6±0,4	66,9±0,2
Массовая доля дубильных веществ, %	0,98±0,01	0,59±0,01	0,68±0,03

Далее нами был исследован процесс получения водных экстрактов из растительного сырья для получения напитков с высокими органолептическими свойствами и физиологической ценностью.

Экстрагирование растительного сырья при определенных условиях позволяет переходить в раствор таким основным вкусовым и ароматическим соединениям, как моно-, ди- и трисахаридам, пигментам, дубильным веществам, циклическим спиртам, органическим кислотам, ряду флавоноидов и некоторым минеральным соединениям.

Экстрагирование проводили методом мацерации, при котором происходит процесс разрушения клеточных стенок лекарственного растительного сырья и растворение экстрагируемых веществ.

В результате обработки априорной информации были выделены наиболее значимые факторы, оказывающие наибольшее влияние на качественные показатели процесса экстракции. К ним отнесены: температура экстрагента T , °С; время экстракции t_3 , мин; гидромодуль η . Обозначения факторов и уровни их варьирования приведены в табл. 5.

Таблица 5

Факторы и уровни их варьирования

Факторы	T , °С	t_3 , мин	η
Обозначение	x_1	x_2	x_3
Верхний уровень (+1)	105	300	0,05
Основной уровень (0)	85	240	0,075
Нижний уровень (-1)	65	180	0,1

Для нахождения коэффициентов полинома использовался ортогональный центрально-композиционный план второго порядка.

Ортогональное планирование позволяет получить независимые оценки коэффициентов регрессии с минимальной дисперсией [9]. Ортогональность центрально-композиционного плана второго порядка обеспечивается соответствующим подбором звездного плеча α (для трех факторов $\alpha = 1,2154$) и специальным преобразованием квадратичных переменных x_i^2 по выражению

$$x_i' = x_i^2 - d, \quad (1)$$

где d – поправка, зависящая от числа факторов.

Значимость коэффициентов регрессии проверялась по критерию Стьюдента.

Общий вид функции для матрицы ортогонального центрально-композиционного плана второго порядка имеет следующий вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (2)$$

В результате решения задачи определены независимые переменные, влияющие на критерий оптимизации, которые имеют следующие значения:

- температура экстрагента (T) – 85 °С;
- время экстракции (t_3) – 240 мин;
- гидромодуль (η) – 1:15.

В полученных по разработанному режиму экстрактах определено содержание биологически активных веществ (табл. 6).

Физико-химические показатели и состав экстрактов лекарственных растений

Наименование сырья	Показатель		
	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля флавоноидов, %	Массовая доля дубильных веществ, %
Эхинацея пурпурная	4,1±0,3	0,73±0,03	1,42±0,21
Плоды расторопши пятнистой	4,9±0,1	0,65±0,06	1,14±0,35
Корни элеутерококка колючего	5,2±0,5	0,62±0,04	1,32±0,14
Корни родиолы розовой	5,5±0,2	0,71±0,01	1,25±0,18
Цветы липы	4,2±0,1	1,01±0,06	0,78±0,49
Трава володушки золотистой	4,4±0,3	0,98±0,03	1,52±0,09

Высокое содержание флавоноидов в анализируемом сырье предопределяет большую антиоксидантную эффективность будущих напитков (рис. 2).

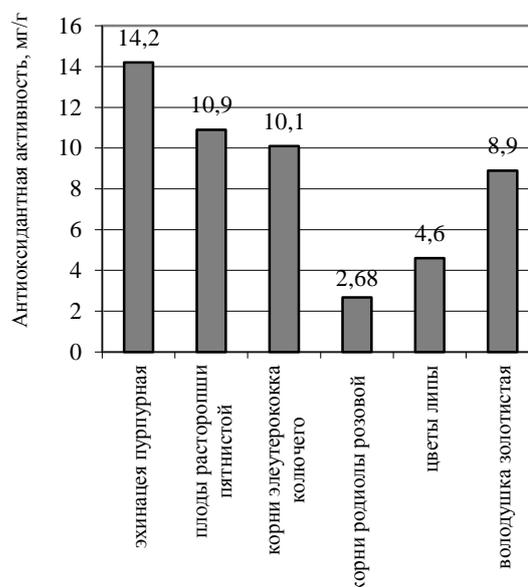


Рис. 2. Антиоксидантная активность исследуемого сырья

Наибольшая антиоксидантная активность наблюдалась у эхинацеи пурпурной – 14,2 мг/г. На основании полученных результатов были разработаны следующие композиции экстрактов.

Композиция 1 – родиола розовая – эхинацея пурпурная – цветы липы в соотношении (1:1:3).

Композиция 2 – корни элеутерококка – володушка золотистая – расторопша пятнистая (1:3:1).

Композиция 3 – родиола розовая – володушка золотистая – цветы липы (1:2:2).

Таким образом, в результате проведенных исследований растительного сырья были обоснованы, получены и изучены сок и водные экстракты из дикорастущих растений. Показано, что все полученные полуфабрикаты имеют высокую биологическую активность и могут использоваться как

функциональные составляющие в технологии тонирующих напитков.

В результате проведенных исследований разработаны рецептуры 12 образцов тонирующих напитков на основе ягодных соков. Входящие в состав рецептуры компоненты обеспечивали синер-

гетический (суммарный) эффект. Количественное содержание ингредиентов в композиции определяли с учетом органолептической совместимости лекарственно-технического сырья. Все образцы имели привлекательный внешний вид, прозрачные с блеском, без осадка и опалесценции (табл. 7).

Таблица 7

Рецептуры тонирующих напитков на основе ягодного сока и растительных экстрактов с функциональными свойствами на 100 дм³

Компонент	Напиток № 1	Напиток № 2	Напиток № 3	Напиток № 4	Напиток № 5	Напиток № 6	Напиток № 7	Напиток № 8	Напиток № 9	Напиток № 10	Напиток № 11	Напиток № 12
Сок лимонника китайского, дм ³	15	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-
Сок рябиновый, дм ³	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-
Сок актинидии, дм ³	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	15
Сок виноградный концентрированный, дм ³	5	7,5	-	5	7,5	-	5	7,5	-	5	7,5	-
Сок яблочный концентрированный, дм ³	-	-	7,5	-	-	7,5	-	-	7,5	-	-	7,5
Сахар, кг	7	5	5	7	5	5	7	5	5	7	5	5
Композиция № 1, дм ³	-	-	-	-	-	-	0,06	0,06	0,06	-	-	-
Композиция № 2, дм ³	-	-	-	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-
Композиция № 3, дм ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2
Вода очищенная, дм ³	Остальное											

Таблица 8
Варианты образцов напитков

Образец напитка	Показатель		
	Массовая доля сухих веществ, %	Кислотность, см ³ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм ³ /100 см ³	Массовая доля витамина С, мг/100 см ³
№ 1	12,0±0,2	4,2±0,05	15,0±0,01
№ 2	14,1±0,1	3,8±0,01	13,2±0,03
№ 3	11,8±0,3	4,0±0,02	18,3±0,04
№ 4	11,5±0,7	4,1±0,04	15,0±0,01
№ 5	13,2±0,1	3,5±0,01	13,5±0,06
№ 6	12,6±0,5	3,9±0,01	17,9±0,05
№ 7	12,4±0,1	4,4±0,02	17,0±0,02
№ 8	13,1±0,2	3,6±0,03	16,2±0,02
№ 9	12,2±0,4	3,9±0,05	18,1±0,01
№ 10	12,0±0,1	4,1±0,01	16,0±0,02
№ 11	14,3±0,4	3,7±0,02	15,5±0,03
№ 12	11,7±0,3	3,9±0,05	17,7±0,02

Для определения качества и пищевой ценности разработанных тонирующих напитков был про-

веден анализ физико-химических показателей образцов напитков, получивших наивысший балл при органолептической оценке (табл. 8).

В соответствии с физиологическими нормами потребностей употребление разработанных напитков в количестве 0,5 дм³ в сутки обеспечит 79,9 % от рекомендуемого уровня потребления витамина С.

Кроме того, проведены исследования по изменению микробиологических показателей полученных напитков на основе ягодных соков. В результате установлено, что разработанные напитки по микробиологическим показателям соответствовали гигиеническим требованиям, предъявляемым к безопасности напитков в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов». На данные образцы напитков разработан пакет технической документации.

На основании проведенных исследований разработана базовая технологическая схема производства тонирующих напитков, представленная на рис. 3.



Рис. 3. Технологическая схема производства тонизирующих напитков

Подтверждена профилактическая эффективность разработанных функциональных напитков с тонизирующими свойствами в клинических исследованиях.

Исследование проводилось на 7 группах белых крыс (массой 180 ± 200 г): 1 – интактная группа животных – находилась в стандартных условиях вивария; 2 – контрольная – крысы подвергались охлаждению с использованием модели длительного холодового воздействия, находящиеся на стандартном рационе; 3 – контрольная – крысы подвергались нагреванию с использованием модели теплового воздействия, находящиеся на стандартном рационе; 4 – подопытная – крысы подвергались охлаждению с использованием модели длительного холодового воздействия, в рацион которых был включен напиток на основе растительных экстрактов (№ 1); 5 – подопытная – крысы подвергались нагреванию с

использованием модели теплового воздействия, в рацион которых был включен напиток на основе растительных экстрактов (№ 1); 6 – подопытная – крысы подвергались охлаждению с использованием модели длительного холодового воздействия, в рацион которых был включен напиток на основе растительных экстрактов (№ 3); 7 – подопытная – крысы подвергались нагреванию с использованием модели теплового воздействия, в рацион которых был включен напиток на основе растительных экстрактов (№ 3). В ходе исследования группы 2, 3 были исключены из эксперимента, поскольку данные этих групп не имели отличительных особенностей по сравнению с интактной группой.

Были проведены биохимические исследования крови подопытных животных. Данные показатели наиболее объективно отражают состояние обмена веществ (табл. 9).

Таблица 9

Результаты показателей крови крыс на фоне применения разработанных напитков

Показатель	Группы	Длительность наблюдения, сут.		
		1	14	28
Общий кальций, ммоль/л	Интактная	$2,50 \pm 0,24$	$2,48 \pm 0,07$	$2,46 \pm 0,01$
	IV-опытная	$2,48 \pm 0,06$	$2,50 \pm 0,01$	$2,53 \pm 0,07$
	V-опытная	$2,42 \pm 0,05$	$2,46 \pm 0,03$	$2,48 \pm 0,08$
	VI-опытная	$2,38 \pm 0,19$	$2,42 \pm 0,13$	$2,44 \pm 0,07$
	VII-опытная	$2,45 \pm 0,11$	$2,47 \pm 0,04$	$2,50 \pm 0,01$
Железо, мкмоль/л	Интактная	$17,76 \pm 0,12$	$17,83 \pm 0,23$	$18,12 \pm 0,14$
	IV-опытная	$17,02 \pm 0,07$	$17,77 \pm 0,31$	$18,45 \pm 0,09$
	V-опытная	$17,51 \pm 0,43$	$18,11 \pm 0,19$	$18,72 \pm 0,06$
	VI-опытная	$17,48 \pm 0,01$	$18,05 \pm 0,23$	$18,57 \pm 0,01$
	VII-опытная	$17,43 \pm 0,25$	$18,03 \pm 0,20$	$18,47 \pm 0,05$
Гидроперекиси липидов, нмоль/мл	Интактная	$17,01 \pm 0,13$	$19,09 \pm 0,12$	$18,75 \pm 0,32$
	IV-опытная	$25,14 \pm 0,71$	$20,06 \pm 0,38$	$21,45 \pm 0,19$
	V-опытная	$21,02 \pm 0,18$	$19,8 \pm 0,23$	$17,11 \pm 0,33$
	VI-опытная	$24,91 \pm 0,55$	$19,9 \pm 0,06$	$21,01 \pm 0,12$
	VII-опытная	$20,39 \pm 0,06$	$20,01 \pm 0,01$	$16,88 \pm 0,25$

Выявлено, что содержание общего кальция увеличилось на 2,2 %, железа на 6,6 % по сравнению с контрольной группой. Введение в рацион разработанных напитков реализует предотвращение накопления продуктов перекисного окисления липидов, изменяя антиоксидантный статус теплокровного организма в сторону повышения активности антиоксидантной системы, тем са-

мым облегчая адаптацию организма к климатическим условиям.

В результате проведенных исследований на тонизирующие напитки была разработана техническая документация (СТО 97986108-001-2015). Напитки могут вырабатываться на любом отечественном предприятии и существующем оборудовании. Употребление разработанных напитков

обеспечит суточную потребность организма в витамине С. Проведенные исследования дают возможность рекомендовать разработанные напитки на основе природных биостимуляторов в качестве

профилактики повышения резистентности организма человека, усиления адаптационных возможностей организма к влиянию низких и высоких температур.

Список литературы

1. Резенькова, О.В. Изучение влияния экстракта солодки голой на процессы адаптации: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 Физиология. – Ставрополь, 2003. – 175 с.
2. Яременко, К.В. Учение Н.В. Лазарева о СНПС и адаптогенах как базовая теория профилактической медицины // Психофармакология и биологическая наркология. – 2005. – Т. 5. – № 14. – С. 1086–1092.
3. Зинатуллина, К.Ф. Перспективы использования иммуномодуляторов и природных адаптогенов в производстве функциональных хлебобулочных изделий // Сельское хозяйство/4. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rusnauka.com/28_NII_2012/Agricole/4_115855.doc.htm (дата обращения: 10.10.2014).
4. Р 4.1.1672-03. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище: утв. Гл. сан. врачом РФ 30.06.03: введ в действие с 30.06.03. – М.: Минздрав России, 2004. – 240 с.
5. Лазарев, Н.В. Состояние неспецифически повышенной сопротивляемости / Н.В. Лазарев, Е.И. Люблина, М.А. Розина // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 1959. – Т. 3. – Вып. 4. – С. 16–21.
6. Брайнина, Х.З. Методика выполнения измерений антиоксидантной активности в продуктах питания, БАД и витаминах методом потенциометрии. МВИ 02.005-06 / Х.З. Брайнина. – Екатеринбург: Изд-во УрГЭУ, 2006. – 48 с.
7. Технохимический контроль сельскохозяйственного сырья и продуктов переработки / Н.Ю. Сарабатова, О.В. Сычева, Е.А. Скорбин [и др.]. – Ставрополь: Агрус, 2007. – 116 с.
8. Покровская, Н.В. Биологическая и коллоидная стойкость пива / Н.В. Покровская, Я.Д. Каданер. – М.: Пищевая промышленность, 1987. – 273 с.
9. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента. – М.: Металлургия, 1969. – 155 с.
10. Технология безалкогольных напитков / под ред. Л.А. Оганесянца. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 344 с.
11. Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: ГРАНТЬ, 2002. – 296 с.

DEVELOPMENT CONSIDERATIONS FOR TONIC BEVERAGES ENHANCING THE BODY RESISTANCE

N.V. Babiy¹, V.A. Pomozova^{2,*}, D.B. Pekov¹

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

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

*e-mail: pomozo.va@mail.ru

Received: 10.03.2016

Accepted: 25.04.2016

To produce soft drinks the use of herbal adaptogens as a source of body resistance is of current interest. As raw materials possessing adaptogenic properties, fruits of the Chinese magnolia vine, field ashes, aktinidiya kolomikta, holly thistle, and a grass of purple echinacea herbs, golden harem herbs, roots and rhizomes of the rhodiola rosea and spiny eleuterococcus, lime-tree flowers are chosen. The analysis showed the high content of biologically active agents, authenticity, high quality and safety of the chosen plant raw materials. To obtain extracts a maceration process is used. Because of prior information processing the most significant factors having the greatest impact on quality indices of the extraction process were marked out. The independent variables influencing the optimization criterion are determined whose values are the following: temperature of an ekstragent (T) – 85 °C; time of extraction (t₀) – 240 min; the hydromodule (η) – 1 : 15. The conducted studies resulted in developing the formulae of 12 samples of tonic beverages based on berry juices and extracts of medicinal and technical raw materials. The quantitative content of ingredients in the composition was determined with consideration for organoleptic compatibility of medicinal and technical raw materials, synergy effect and its preventive orientation. Physical and chemical indices of the beverage samples having the highest point during the organoleptic evaluation were investigated. Preventive efficiency estimation of the developed functional beverages with tonic properties was carried out in clinical trials on laboratory white rats. The obtained data testify that addition of the developed beverages to the main diet against the cold and heat stress background provided the increase of morphological and biochemical values in all the development groups, in comparison with the control ones by the end of the experiment. It has been revealed that the content of the general calcium in blood increased by 2.2%, and iron - by 6.6% in comparison with the control group. The developed beverages increase the body's adaptive response to low and high temperatures.

Adaptogens, beverages, synergistic effect, nutritive value, the body adaptive capacity

References

1. Rezen'kova O.V. *Izuchenie vliyaniya ekstrakta solodki goloy na protsessy adaptatsii*. Diss. kand. biol. nauk [Studying of influence of extract of a glycyrrhiza of adaptation, naked on processes. Cand. biol. sci. diss.]. Stavropol', 2003. 175 p.
2. Yaremenko K.V. Uchenie N.V. Lazareva o SNPS i adaptogenakh kak bazovaya teoriya profilakticheskoy meditsiny [N. V. Lazarev's doctrine about SNPS and adaptogens as the basic theory of preventive medicine]. *Psikhofarmakologiya i biologicheskaya narkologiya* [Psychopharmacology and Biological Narcology], 2005, vol. 5, no. 14, pp. 1086–1092.
3. Zinatullina K.F. *Perspektivy ispol'zovaniya immunomodulyatorov i prirodnykh adaptogenov v proizvodstve funktsional'nykh khlebobulochnykh izdeliy* [Prospects of use of immunomodulators and natural adaptogens in production of functional bakery products]. *Sel'skoe khozyaystvo/4. Tekhnologiya khraneniya i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii* [Agriculture / 4. Technology of storage and processing of agricultural production]. Available at: http://www.rusnauka.com/28_NII_2012/Agricole/4_115855.doc.htm. (accessed 10 October 2014).
4. *Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheskii aktivnykh dobavok k pishche, R4.1.1672-03. Utv. 30.06.2003* [The guide to methods of quality control and safety of dietary supplements to food, P4.1.1672-03. Approved on June 30, 2003]. Moscow, Russian Ministry of Health, 2004. 2004 p.
5. Lazarev N.V., Lyublina E.I., Rozina M.A. *Sostoyanie nespetsificheskii povyshennoy soprotivlyaemosti* [Condition of non-specific increased resilience]. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya* [Patologicheskaya physiology and experimental therapy], 1959, vol. 3, no. 4, pp. 16–21.
6. Braynina Kh.Z. *Metodika vypolneniya izmereniy antioksidantnoy aktivnosti v produktakh pitaniya, BAD i vitaminakh metodom potentsiometrii. MVI 02.005-06* [Measurement technique of antioxidant aktivnosti in food, dietary supplements and vitamins avtivnyh by a potentsiometriya method. MT 02.005-06]. Yekaterinburg, USUE Publ., 2006. 48 p.
7. Sarabatova N.Yu., Sycheva O.V., Skorbin E.A., et al. *Tekhnokhimicheskii kontrol' sel'skokhozyaystvennogo syr'ya i produktov pererabotki* [Technical and chemical control of agricultural raw materials and products of processing]. Stavropol', Agrus Publ., 2007. 116 p.
8. Pokrovskaya N.V., Kadaner Ya.D. *Biologicheskaya i kolloidnaya stoykost' piva* [Biological and colloidal firmness of beer]. Moscow, Food industry Publ., 1987. 273 p.
9. Adler Yu.P. *Vvedenie v planirovanie eksperimenta* [Introduction to experiment planning]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1969. 155 p.
10. Oganasyanets L.A. (ed.) *Tekhnologiya bezalkogol'nykh napitkov* [Technology of soft drinks]. St. Petersburg, GIORD Publ., 2012. 344 p.
11. Doronin A.F., Shenderov B.A. *Funktsional'noe pitanie* [Functional food]. Moscow, GRANT Publ., 2002. 296 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Бабий, Н.В. Особенности проектирования тонизирующих напитков для повышения резистентности организма / Н.В. Бабий, В.А. Помозова, Д.Б. Пеков // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 13–20.

Babiy N.V., Pomozova V.A., Pekov D.B. Development considerations for tonic beverages enhancing the body resistance. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 13–20. (in Russ.).

Бабий Наталья Викторовна

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

Помозова Валентина Александровна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842)-39-68-55, e-mail: pomozo.va@mail.ru

Пеков Денис Борисович

канд. техн. наук, доцент кафедры экономики и менеджмента организации, ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет», 675027, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21

Natalia V. Babiy

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

Valentina A. Pomozova

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

Denis B. Pekov

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Economics and Management Organization, Amur State University, 21, Ignatyevskoe Shosse, Blagoveshchensk, Amur Region, 675027, Russia



УЧЕТ СИСТЕМНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНОГО НАПИТКА ОБОГАЩЕННОГО

Э.Г. Винограй, А.М. Захарова*, Е.А. Плосконосова, Т.А. Храпцова

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

*e-mail: zaharova_lm@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 25.02.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

В статье рассматривается возможность использования ряда положений системного подхода при разработке технологии обогащения молочного напитка. Обосновывается подход к выбору пищевых добавок, их оптимальных дозировок, способов и стадий внесения с учетом системных закономерностей. Описываются системные факторы обогащения молочного продукта, содействующие повышению его пищевой ценности для детей школьного возраста и подростков. 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, поэтапность развития (преобразования) объекта, многофункциональность организации объекта. На их основе определены системные основания выбора наиболее полноценного варианта обогащения молочного напитка в аспектах соотношения функциональных компонентов и последовательности их внесения в создаваемый продукт. Учет системных закономерностей в данном исследовании содействовал расширению теоретической базы и методических оснований разработки технологий функционального обогащения. Системное видение данных технологий позволило выявить дополнительные возможности роста потребительских качеств и оздоровительного воздействия обогащаемых продуктов. В работе установлены дозы премика, пектина и сока алоэ вера, с которыми молочный напиток приобретает не только лучшие органолептические и физико-химические свойства, но и достигается соответствие суточной потребности в витаминах для детей школьного возраста и подростков.

Системные закономерности, молочный напиток обогащенный, выбор варианта обогащения

Введение

Цель государственной политики в области здорового питания заключается в сохранении и укреплении здоровья населения, а также профилактике заболеваний, которые обусловлены отклонениями от полноценного питания.

По данным отечественных исследователей, последние годы характеризуются нарушениями в структуре питания населения России, что обусловлено экономической ситуацией в стране, снижением покупательской способности. Здоровье населения России находится в критическом состоянии. Ряд имеющихся исследований этой проблемы констатируют кризис состояния здоровья всех возрастных групп населения. Поскольку многие заболевания взрослых формируются еще в юном возрасте, состояние здоровья детей и подростков определяет основные тенденции здоровья взрослого населения страны. Из всего детского населения только 15 % практически здоровы. Если ситуация останется прежней, то некому будет рожать и растить здоровых детей, работать, служить в армии. Проблема сохранения здоровья детей реально становится приоритетной для государства.

Состояние здоровья детей зависит от питания. Питание оказывает существенное влияние на анатомо-физиологическое, нервно-психическое развитие ребенка, его интеллект, иммунитет. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие,

способствует профилактике заболеваний, продлению жизни, повышению работоспособности и создает условия для адекватной адаптации к условиям среды.

Дети школьного возраста и подростки по способности ассимилировать продукты питания мало отличаются от взрослых и в основном употребляют пищу взрослых. В нашей стране дети часто питаются неправильно. Причин этому немало: и несведомленность родителей и детей в вопросах здорового питания, и доступность ориентированной на детей, но отнюдь не полезной продукции, широкий выбор которой предлагают магазины и школьные столовые, и низкий среднемесячный душевой доход в некоторых семьях.

В условиях современного общества одним из перспективных направлений коррекции питания детей и подростков является создание обогащенных продуктов направленного действия, обладающих способностью стимулировать иммунную систему человека и применяемых с целью лечения и профилактики ряда заболеваний. Коррекция рациона человека в соответствии с научно обоснованными требованиями теории рационального и адекватного питания и с учетом физиологических особенностей организма является актуальным фактором здорового, полноценного развития подрастающего поколения.

Важное место в реализации программы обогащения пищевых продуктов отводится молочной

промышленности. Молоко и молочные продукты являются популярными в России. Их рекомендуют употреблять ежедневно, особенно детям дошкольного возраста, школьникам и подросткам. Поэтому повышение их биологической ценности, выбор эффективных вариантов обогащения, расширение диапазона полезных свойств требуют научного обоснования.

Целью настоящей работы является попытка учета системных закономерностей для выбора наиболее адекватного варианта обогащения молочного напитка с использованием витаминного премикса для детей школьного возраста и подростков.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования выступают: молоко, молочный напиток обогащенный, премикс витаминный для молочной и диетической продукции 1-03, представляющий собой смесь 12 основных необходимых человеческому организму витаминов (С, А, Е, D, В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, фолиевой, пантотеновой кислот, биотина), пектин, вкусовые компоненты немолочной основы (разные виды соков), подсластитель и способ соединения данных компонентов в напитке. Методологической основой исследования является системный подход.

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 [5].

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 витаминами и минеральными веществами 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 витаминами и минеральными веществами не должно ухудшать потребительские свойства этих продуктов: вкус, аромат, сокращать сроки их хранения.

Процесс обогащения не должен ухудшать усвояемость других пищевых веществ, входящих в состав продуктов питания.

Принцип четвертый. При обогащении пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами необходимо учитывать возможность химического взаимодействия обогащающих добавок между собой и с компонентами обогащаемого продукта и выбирать такие их сочетания, формы, 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.

При всей несомненной ценности и актуальности данных принципов они носят эмпирический характер. Их концептуальные основания не вполне ясны. По этим причинам сохраняется актуальность дальнейших поисков, необходимость 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 [1].

Актуальность применения системных методов в исследовании технологических процессов обусловлена системной природой технологических объектов, требующей своего учета и отображения. 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, мно-

гофункциональность организации, организационная гибкость [1].

В настоящей работе мы ограничимся использованием ряда из указанных системных закономерностей, выступающих как базовые принципы системно-организационного подхода.

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 основы его целостности. Второй аспект данного принципа основывается на законе *функциональной дополнителности*, 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 этого 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. [1].

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:

1) выделение этапов преобразования методом «от простых и наиболее доступных преобразований к все 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» [6, Т. 36, с. 182–183];

2) результатом осуществления каждого из этапов должен быть функционально заверченный комплекс взаимодополняющих объектов, способный к автономному функционированию;

3) 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.

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

Результаты и их обсуждение

В настоящее время предприятиями молочной отрасли в рамках программы «Дети России» разрабатывается ряд продуктов, обогащенных витаминами и минеральными компонентами [2, 3, 4]. Методологический анализ технологий обогащения призван содействовать выявлению резервов эффективности создаваемых функциональных продуктов, оптимизации дозировок и стадий внесения для получения молочных продуктов направленного действия.

С точки зрения рассмотренных системных закономерностей определим системные основания выбора наиболее полноценного варианта обогащения молочного напитка в аспектах соотношения функциональных компонентов и последовательности их внесения в создаваемый продукт.

Во-первых, с позиции принципа фокусированного действия важно выбрать из множества возможных такой вариант, 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. 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 витаминизированных комплексов, минеральных компонентов и других добавок должен содействовать улучшению 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.

В свете конкретизированных системных закономерностей рассмотрим актуальные варианты выбора технологии обогащения молочного напитка с использованием витаминного премикса для детей школьного возраста и подростков.

В настоящей работе исследования проводились поэтапно с учетом возможного взаимодействия комплекса вводимых компонентов и их влияния на конечные показатели готового продукта: органолептические (вкус, цвет, запах, аромат, внешний вид, консистенция, послевкусие и посторонние привкусы), физико-химические (активная и титруемая кислотность).

Первый этап – изучение выбора доз пектина и премикса, способа и этапа внесения – включал три стадии: 1) выбор соотношения доз пектина и премикса для разрабатываемого молочного напитка; 2) выбор способа внесения пектина и премикса; 3) выбор стадии внесения пектина и премикса. Результаты проведенных исследований на первой стадии показали, что с учетом требуемых органолептических показателей и суточной потребности в витаминах для детей школьного возраста и подростков необходимые дозы пектина и премикса в исследуемых образцах составили 0,25 г/100 см³ и 0,06 г/100 см³ соответственно. Результаты проведенных исследований на второй стадии показали, что из четырех способов внесения пектина с премиксом (1 – внесение композиции пектина и премикса в сухом виде; 2 – раздельное внесение пектина и премикса в сухом виде; 3 – внесение композиции пектина и премикса, предварительно разведенных в 10 см³ обезжиренного молока; 4 – раздельное внесение пектина, предварительно разведенного в 5 см³ обезжиренного молока, и премикса, предварительно разведенного в 5 см³ обезжиренного молока) наиболее адекватным способом внесения пектина и премикса явился третий способ – внесение композиции пектина и премикса, предварительно разведенных в 10 см³ обезжирен-

ного молока. В данном случае молочный напиток обладал равномерным по всему объему цветом, консистенция – однородная, вкус – умеренно выраженный вкус витаминов. Остальные три способа внесения приводили к формированию нежелательных свойств исследуемых образцов: неоднородная консистенция и неравномерность цвета.

После выбора способа внесения исследовались стадии внесения премикса с пектином по ходу технологического процесса:

- в обезжиренное молоко до пастеризации;
- в предварительно подогретое до температуры 65 °С обезжиренное молоко с последующей пастеризацией;
- после процесса пастеризации.

Лучшими органолептическими характеристиками обладал образец, выработанный из обезжиренного молока с внесением до пастеризации композиции пектина и премикса, предварительно разведенных в обезжиренном молоке при температуре 65 °С, что способствовало получению однородной консистенции готового продукта.

На *втором этапе* при выборе вкусовых компонентов разрабатываемого напитка предметом исследования являлись образцы из обезжиренного молока с различными соками. В условиях растущего разнообразия новых продуктов необходимым условием успеха товара являются его высокие вкусовые характеристики, аромат, цвет, текстура, внешний вид – все, что способны воспринимать человеческие органы чувств.

В качестве обогащающего компонента молочной основы были изучены: сок мультифруктовый, сок персиковый, сок яблочно-вишневый и сок алоэ вера. В опытах также исследовалось действие трех ингредиентов: витаминного премикса, пектина и вкусового компонента. Поэтому данный этап включал две стадии: 1 – выбор вкусового компонента; 2 – изучение варианта сочетания сока с молочной основой, дающего оптимальный результат.

Для определения вида и дозы сока использовали профильный метод оценки, который позволяет получить полное описание сенсорного восприятия продукта. Данный метод анализа основан на количественной оценке импульсов вкуса, запаха и цвета, а также консистенции – дескрипторов – с последующим построением профилограмм. В результате эксперимента были получены 12 образцов с разными видами сока и разной дозой выбираемого сока (10 %, 20 % и 30 %).

В результате проведенных исследований было выявлено, что наиболее приемлемой вкусовой добавкой, способствующей формированию положительных свойств готового молочного напитка, в частности, улучшению органолептических показателей в комплексе с другими добавками – пектином и премиксом, является сок алоэ вера с выбранной дозой 10 % от общего объема молочного напитка. При этом оптимальными дозами пектина и премикса являются 0,25 г/100 см³ и 0,06 г/100 см³ соответственно. Проведенные исследования показали, что увеличение дозировок исследуемых добавок приводило к появлению отрицательных свойств полу-

чаемых молочных напитков обогащенных – повышение титруемой кислотности, ухудшение органолептических показателей: расслаивающаяся консистенция, сильно выраженный вкус сока, легкий привкус молока, кислый вкус и пр.

На *третьем этапе* осуществлялся выбор вида и дозы подсластителя. На основе литературных данных и с учетом системных закономерностей (многофункциональность, эмерджентность) было установлено, что из всех подсластителей по своим свойствам больше всего подходит сукралоза (E955). Это некалорийный подсластитель, полученный из сахара, не взаимодействует с другими ингредиентами продукта в течение всего срока хранения, разрешен к применению, применим в питании диабетиков и детей с трех лет, не вызывает кариеса в отличие от сахара. К тому же сукралоза устойчива к высоким температурным режимам при пастеризации, стерилизации. Продукты, подслащенные сукралозой, обладают возможностями длительного хранения без

потери качественных показателей в широком диапазоне кислотности продуктов – от газированных напитков с низкой рН до нейтральной для молочных продуктов. В итоге выбранный подсластитель формирует несколько новых свойств готового продукта. В ходе исследования было установлено, что оптимальной дозой сукралозы является 0,006 г/100 см³, а оптимальной стадией ее внесения – в готовый молочный напиток, выработанный из обезжиренного молока с добавлением установленных доз пектина, премикса и сока алоэ вера – 0,25 г/100 см³, 0,06 г/100 см³ и 10 % соответственно.

Молочный напиток, обогащенный витаминным премиксом, разработан для детей школьного возраста и подростков. В табл. 1 представлено, на сколько процентов покрывается суточная потребность в каждом витамине у школьников и подростков разного возраста за счет выпитого стакана разработанного обогащенного премиксом молочного напитка.

Таблица 1

Степень удовлетворения потребности школьников и подростков в витаминах при употреблении обогащенного молочного напитка

Возраст, лет	Название витамина									
	С, %	A ₁ , %	Е, %	D, %	B ₁ , %	B ₂ , %	B ₆ , %	B ₉ , %	B ₁₂ , %	
7–10	46,7	47,2	36	34	45,4	50	42,7	58	61	
11–13, мальчики	40	33,07	30	34	38,4	40	37,6	29	40,6	
11–13, девочки	46,7	41,3	30	34	38,4	40	40	38,7	40,6	
14–17, юноши	31,1	33,07	24	34	33,3	33,3	32	29	40,6	
14–17, девушки	40	41,3	24	34	38,4	40	40	29	40,6	
В 200 см ³ готового напитка	28 мг	330,7 мкг	3,6 мг	3,4 мкг	0,5 мг	0,6 мг	0,64 мг	116 мкг	1,22 мкг	

Из таблицы видно, что суточная потребность организма школьников и подростков в витаминах при употреблении 200 см³ молока с выбранной дозой премикса покрывается на 30–50 %.

Таким образом, установлены дозы пектина, премикса и сока алоэ вера – 0,25 г/100 см³, 0,06 г/100 см³ и 10 % соответственно, с которыми молочный напиток имеет не только наилучшие органолептические и физико-химические свойства, но и оптимально соответствует суточной потребности в витаминах детей школьного возраста и подростков.

Подводя итоги, обозначим аспекты, в которых применение системного подхода создает дополнительные возможности развития технологий обогащения. Учет принципов фокусированности действий и комплексности содействует выбору такого способа обогащения продукта, при котором комплексное взаимодействие вносимых добавок будет обеспечивать максимальную сохранность в нем витаминов длительное время. Учет комплексности позволил изыскать такое сочетание добавок (пектина, премикса, вкусового компонента и подсластителя) и их дозировок, которое позволило избе-

жать формирования отрицательных свойств молочного напитка обогащенного: аллергических реакций, ухудшения работы организма человека. В аспекте требований многофункциональности принятый подход позволил придать разрабатываемому молочному напитку расширенный диапазон свойств: снижение калорийности, увеличение срока годности (за счет применения сукралозы), стабилизация консистенции, повышение биологической ценности за счет обогащения витаминами, снижение стоимости (за счет внесения пектина).

Соблюдение принципа поэтапности позволило уточнить выбор способа и стадии внесения добавок в исследуемые образцы, концентрируя усилия на достижение поставленной цели.

Таким образом, учет системных закономерностей в данном исследовании содействовал расширению теоретической базы и методических оснований разработки технологий функционального обогащения. Системное видение данных технологий позволило выявить дополнительные возможности роста потребительских качеств и оздоровительного воздействия обогащаемых продуктов.

Список литературы

1. Винограй, Э.Г. Системно-диалектический подход: теория и методология: монография / Э.Г. Винограй; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2014. – 308 с.

2. Захарова, Л.М. Выбор доз витаминного премикса и пектина при разработке технологии витаминизированного напитка / Л.М. Захарова, Т.А. Овчинникова // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сборник научных работ. – Кемерово, 2005. – С. 50.

3. Захарова, Л.М. Исследование соков, используемых в рецептуре производства молочного напитка обогащенного / Л.М. Захарова, Т.А. Храпцова // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сб. науч. трудов. – Кемерово, 2009. – Вып. 19. – С. 34–35.

4. Захарова, Л.М. Витаминный состав молочного напитка обогащенного «Виталое» / Л.М. Захарова, Т.А. Храпцова // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сб. науч. трудов. – Кемерово, 2009. – Вып. 19. – С. 38.

5. Научные принципы обогащения пищевых продуктов микронутриентами / А.А. Кухаренко [и др.] // Пищевая промышленность. – 2008. – № 5. – С. 62–64.

6. Ленин, В.И. Полное собрание сочинений. Изд. V / В.И. Ленин. – М.: Политиздат, 1980. – Т. 1–55.

SYSTEM PATTERNS IN DEVELOPMENT OF ENRICHED MILK BEVERAGE TECHNOLOGY

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

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

**e-mail: zaharova_lm@mail.ru*

Received: 25.02.2016

Accepted: 15.04.2016

The article discusses the possibility of using a number of system approach provisions in the development of a milk beverage enrichment technology. Selection of nutritional supplements, their optimum doses, methods and stages of introducing, taking into account the system principles are grounded. System factors of dairy product enrichment enhancing its nutritional value for school-age children and adolescents are described. It is shown that the majority of today's technological research is characterized by consideration of the objects from a technological perspective section without sufficient regard for the fact that these objects are also complex systems and have not only a specially technological, but also systemic properties and regularities. In this paper, the following system patterns were used: action focusing, comprehensiveness, phased object development (conversion), object multifunctional organization. Grounds for choosing the most complete version of milk beverage enriching are identified in the aspects of the functional components ratio and the sequence of their entry in the generated product. Consideration of system regularities in this study contributed to the expansion of the theoretical framework and methodological basis of functional enrichment technology development. Systemic vision of the technologies has allowed to identify additional opportunities for improving consumer qualities and health effects of the enriched products. Premix, pectin and Aloe Vera juice doses are set, which not only helps the dairy beverage to acquire the best organoleptic and physico-chemical properties, but also to achieve compliance with the daily requirement of vitamins for school-age children and adolescents.

System patterns, enriched milk beverage, choice of supplementation

References

1. Vinogray E.G. *Sistemno-dialekticheskiy podkhod: teoriya i metodologiya* [System-dialectical approach: the theory and methodology]. Kemerovo, KemIFST Publ., 2014. 308 p.

2. Zakharova L.M., Ovchinnikova T.A. Vybor doz vitaminnogo premiksa i pektina pri razrabotke tekhnologii vitaminizirovannogo napitka [The choice of doses of vitamin premix and pectin in the development of vitaminized-balanced, beverage technology]. *Sbornik nauchnykh rabot «Produkty pitaniya i ratsional'noe ispol'zovanie syr'evykh resursov»* [Collection of scientific works "Food and rational use of natural resources"]. Kemerovo, 2005, no. 15, pp. 50.

3. Zakharova L.M., Hraptsova T.A. Issledovanie sokov, ispol'zuemykh v retsepture proizvodstva molochного napitka obogashchennogo [Research juices used in the formulation of the production of milk-enriched drink about]. *Sbornik nauchnykh rabot «Produkty pitaniya i ratsional'noe ispol'zovanie syr'evykh resursov»* [Collection of scientific works "Food and rational use of natural resources"]. Kemerovo, 2009, no. 19, pp. 34–35.

4. Zakharova L.M., Hraptsova T.A. Vitaminnyy sostav molochного napitka obogashchennogo «Vitaloe» [Vitamin composition of the milk beverage enriched "Vitaloe"]. *Sbornik nauchnykh rabot «Produkty pitaniya i ratsional'noe ispol'zovanie syr'evykh resursov»* [Collection of scientific works "Food and rational use of natural resources"]. Kemerovo, 2009, no. 19, pp. 38.

5. Kukharenko A.A., Bogatyrev A.N., Korotkiy V.M., Dadashev M.N. Nauchnye printsipy obogashcheniya pishchevykh produktov mikonutrientami [Scientific principles of food fortification with micronutrients]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2008, no. 5, pp. 62–64.

6. Lenin V.I. *Polnoe sobranie sochineniy* [Complete Works]. Moscow, Politizdat Publ., 1980, edition 5.

Дополнительная информация / Additional Information

Учет системных закономерностей при разработке технологии молочного напитка обогащенного / Э.Г. Винограй, Л.М. Захарова, Е.А. Плосконосова, Т.А. Храпцова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 21–27.

Vinogray E.G., Zakharova L.M., Ploskonosova E.A., Hraptsova T.A. System patterns in development of enriched milk beverage technology. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 21–27 (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

Храпцова Татьяна Александровна

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

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

Tatiana A. Hraptsova

Graduate 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



РАЗРАБОТКА ОВОЩНОГО СОУСА МЕТОДОМ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

О.В. Голуб*, О.К. Мотовилов, С.Ю. Глебова, Е.С. Удалая

Частное образовательное учреждение высшего образования
Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации» (СибУПК),
630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26

*e-mail: golubiza@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 20.02.2016

Дата принятия в печать: 25.04.2016

В питании современного человека немаловажную роль играют соусы, позволяющие придать основным продуктам питания оригинальные вкус и аромат, повысить усвояемость. Однако в ассортименте закусочных консервов, к которым относятся овощные соусы, на рынке практически отсутствует продукция из свеклы. Последнее, скорее всего, связано с высоким содержанием пектиновых веществ в свекле, которые затрудняют процесс ее переработки. Цель исследования – разработка рецептуры и технологии овощного соуса из свеклы столовой с использованием гидромеханического диспергирования для расширения ассортимента закусочных консервов. Задачи работы заключались в проведении комплексных исследований технологической пригодности к переработке свеклы столовой; разработке рецептуры соуса из свеклы; апробации метода гидромеханического диспергирования для выработки новой продукции. В работе использовались общепринятые методы исследований (органолептические и физико-химические), результаты которых обрабатывались с использованием программных продуктов. Установлено, что свекла, заготавливаемая в Новосибирской области, соответствует требованиям стандарта по регламентируемым показателям качества, а ее органолептическая оценка доказывает ее отличное качество. Показано, что химический состав свеклы соответствует средним литературным данным. Разработаны рецептура и технология производства соуса из свеклы столовой. Последняя основана на методе гидромеханического диспергирования на оборудовании, позволяющем проводить комплексное воздействие на продукцию (одновременные гомогенизацию, пастеризацию и частичное дезодорирование). На основании органолептических, физико-химических и микробиологических исследований определены условия и сроки годности новой продукции, регламентируемые показатели качества, в том числе пищевой и энергетической ценности. Соус из свеклы столовой позволяет расширить ассортимент данной товарной группы продукции.

Соус, свекла, гидромеханическое диспергирование

Введение

К задачам, определенным Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», относятся «...достижение и поддержание физической и экономической доступности для каждого гражданина страны безопасных пищевых продуктов в объемах и ассортименте, которые соответствуют установленным рациональным нормам потребления пищевых продуктов, необходимых для активного и здорового образа жизни; устойчивое развитие отечественного производства продовольствия и сырья, достаточное для обеспечения продовольственной независимости страны...» [1].

Для реализации данных задач специалисты относят разработку и внедрение в пищевую промышленность инновационных технологий переработки продовольственного сырья и производство продуктов питания, отвечающих современным потребительским требованиям.

Свекла столовая обладает химическим составом, имеющим свои отличительные особенности, к которым относят высокое содержание сахаров и красящих веществ (относящихся к бета-антоцианам с преобладанием бетанина, бетаксантина), сапонинов (придающих специфический вкус), а также

своеобразный состав азотистых веществ (среди которых выделяются метилированная кислота бетаин, холин) [7].

Свекла столовая широко используется при производстве разнообразных продуктов питания в отварном, тушеном и запеченном, реже свежем виде. Однако, как показали проведенные исследования различных источников информации, в том числе по охраняемым патентам, свекла столовая практически не используется при выработке таких овощных консервов, как соусы.

Соусы занимают в питании современного человека значительное место, поскольку позволяют улучшать вкусоароматические характеристики основного блюда, повышать усвояемость употребляемых продуктов и т.д. При этом как в торговой розничной сети, так и в системе общественного питания преобладают соусы на основе растительных масел, майонезные, томатные (в том числе кетчупы), а овощные соусы практически отсутствуют. Согласно ГОСТ 28322-2014 «Продукты переработки фруктов, овощей и грибов. Термины и определения», овощные соусы относятся к закусочным консервам и представляют собой «...консервы на основе овощей и/или томатных продуктов с добавлением соли, сахара, пряностей и/или пряноароматических растений, с добавлени-

ем или без добавления фруктов, грибов, орехов, растительного масла, пищевых кислот».

Следовательно, актуальным и перспективным, на наш взгляд, является проведение исследований, констатирующих возможность и перспективность разработки соусов из свеклы столовой.

Цель работы – разработка рецептуры и технологии овощного соуса из свеклы столовой с использованием гидромеханического диспергирования для расширения ассортимента закусочных консервов.

Объекты и методы исследований

Объект исследований – соус из свеклы, заготавливаемой в Новосибирской области.

В работе использовались общепринятые методы исследований (органолептические и физико-химические), результаты которых обрабатывались с использованием программных продуктов.

Массовую долю сухих веществ, углеводов, органических кислот, пектиновых веществ и золы в свекле столовой определяли соответственно по ГОСТ 28561-90 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги», ГОСТ 8756.13-87 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров», 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 25555.4-91 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы». Органолептическую оценку свеклы столовой свежей, а также соуса из нее осуществляли согласно принятым методикам дегустации плодоовощной продукции [5].

В соусе из свеклы столовой определяли массовую долю сухих веществ, титруемых кислот, хлоридов, жира, минеральных примесей, примесей растительного происхождения, в том числе посторонних, соответственно по стандартам ГОСТ ISO 2173-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ», ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности», ГОСТ 26186-84 «Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Методы определения хлоридов», ГОСТ 8756.21-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения жира», ГОСТ ISO 762-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение содержания минеральных примесей», ГОСТ 26323-2014 «Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения содержания примесей растительного происхождения» и ГОСТ 17471-2013 «Консервы. Соусы овощные. Общие технические условия».

Результаты и их обсуждение

В ходе проведенных исследований свежей столовой свеклы, заготавливаемой в Новосибирской области, установлено, что она соответствует регла-

ментируемым ГОСТ 1722-85 «Свекла столовая свежая, заготавливаемая и поставляемая. Технические условия» показателям качества (внешний вид; запах и вкус; внутреннее строение; размер корнеплодов по наибольшему поперечному диаметру; содержание корнеплодов с отклонениями от установленных размеров не более чем на 1 см, с механическими повреждениями на глубину более 0,3 см с зарубцевавшимися трещинами, с порезами головок, легким увяданием в совокупности; содержание корнеплодов увядших с признаками морщинистости, загнивших, запаренных и подмороженных; наличие земли, прилипшей к корнеплодам) и, следовательно, может быть использована для дальнейших исследований, посвященных разработке из нее соуса. Проведенная органолептическая оценка свеклы показала, что для продукции характерно отличное качество (9,2 балла).

В результате исследований химического состава свеклы столовой выявлено, что он практически соответствует справочным [4] – основная массовая доля сухих веществ (17,8 %) представлена углеводами (13,9 %), пектиновыми веществами (2,9 %), золой (1,22) и органическими кислотами (0,17 %).

Наибольший интерес среди основных нутриентов свеклы представляют собой пектиновые вещества, а именно протопектин, содержащийся в основном в свекле, поскольку именно от его деструкции в клеточных стенках зависит механическая прочность растительной ткани при гидротермической обработке. Содержание данного пищевого вещества во многом определяет малую распространенность свеклы среди консервированной продукции, оказывает наибольшее влияние на выбор технологических приемов переработки. Для решения данной проблемы с целью получения гомогенной, пластичной, стабильной дисперсионной системы из сырья с твердой консистенцией в настоящее время применяется гидромеханическое диспергирование [2, 6]. Данный метод решено использовать при выработке соуса из свеклы столовой. Однако первоначально проведены исследования по отработке рецептуры соуса из свеклы.

1. Учитывались требования согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ГОСТ 17471-2013. Установлено, что свекла столовая свежая, заготавливаемая в Новосибирской области, соответствует требованиям безопасности по регламентируемым требованиям. Согласно требованиям стандарта определены показатели, по которым осуществляется контроль производства и хранения, – органолептические, физико-химические, микробиологические.

2. Как показали исследования литературных данных и нормативно-правовой документации, соусы из свеклы в настоящее время не вырабатываются. Следовательно, за основу рецептуры взяты традиционно пользующиеся популярностью у потребителей компоненты – свекла, лук, чеснок, томатная паста, масло подсолнечное, чеснок и пряности (перец черный, перец душистый и лавровый лист).

3. Далее проводилось определение процентного соотношения компонентного состава на основе анализа органолептических показателей (рис. 1). Вариация образцов осуществлялась за счет изменения процентного соотношения свеклы, лука, масла растительного, томатной пасты, соли поваренной и свежего чеснока.

На основании проведенных исследований определен наилучший образец соуса из свеклы столовой – № 2, поскольку только у него «отличное» качество, «хорошее» – у образцов № 3 и 4, «удовлетворительное» – № 1 и 5:

- «внешняя привлекательность» и «типичность» исследуемых образцов соуса отличались между собой незначительно (соответственно образцы получили от 0,66 до 0,73 балла (max = 0,75) и 0,36 до 0,49 балла (max = 0,50) соответственно);

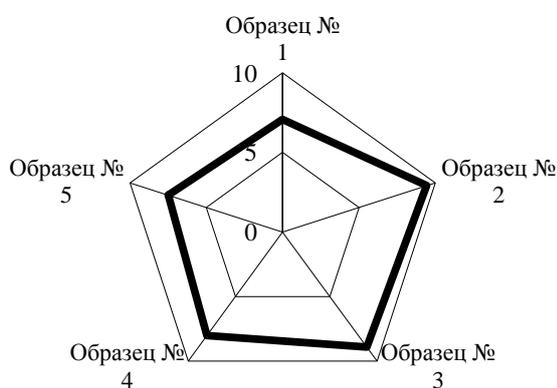


Рис. 1. Качественные уровни образцов соусов из свеклы столовой

- «консистенция» (max = 1,75 балла) – наиболее худшая (1,15 и 1,30 соответственно) отмечена у образцов № 5 и 4 из-за, на наш взгляд, излишнего количества растительного масла; образец № 1 получил 1,20 балла из-за избыточного количества томатной пасты; у образцов № 2 и 3 (соответственно 1,65 и 1,5) мягкая, нежная, «бархатная»;

- «цвет» опытных образцов по всей массе малиново-красный, однородный; разница в баллах (от 1,07 до 1,41, при max = 1,5) обусловлена увеличением массовой доли свеклы в продукции (по мнению дегустаторов, цвет становится более привлекательным);

- «аромат» (max = 2,0 балла) и «вкус» (max = 3,5 балла) образцов полностью зависели – у № 1 (1,43 и 2,3 соответственно) от излишнего количества обжаренного лука, томатной пасты и соли, при этом тонов лука и «кислинки» томатной пасты не хватает у образца № 5 (1,49 и 2,4 балла соответственно); наиболее гармоничными являются образцы № 2, 3 и 4 (1,46, 1,77, 1,6 и 3,4, 3,2, 2,7 соответственно).

4. Разработана рецептура соуса из свеклы столовой, кг/1 т готовой продукции: свекла столовая – 465,89; лук репчатый – 256,2; масло подсолнечное 112,7; томатная паста (20%-ная) – 102,2; соль поваренная – 15,2; чеснок свежий – 3,5; перец черный и перец душистый – по 0,57; лавровый лист – 0,031. Нормы потерь и отходов ингредиентов не отличаются от нормируемых [3].

С учетом современных разработок в области оборудования для пищевой промышленности для выработки соуса из свеклы столовой свежей предлагается использовать процесс гидромеханического диспергирования на МАГ-50, в котором проводится комплексное воздействие обрабатываемого продукта (одновременная гомогенизация, пастеризация и частичное дезодорирование) [2].

Технология изготовления соуса из свеклы столовой свежей включает в себя ниже представленные операции: подготовка компонентов рецептуры; изготовление соуса методом гидромеханического диспергирования; фасовка, укупорка, оформление и хранение.

Подготовка компонентов рецептуры:

- свекла столовая освобождается от легких и тяжелых примесей (камней, песка, ботвы), сортируется, моется, очищается от кожуры, моется, измельчается на кубики (20 x 20 мм);

- лук репчатый, чеснок инспектируются, сортируются, обрезаются концы, очищаются и дочипаются, моются. Лук репчатый режут на кусочки толщиной 15–20 мм, обжаривают в подсолнечном масле;

- масло подсолнечное, томатная паста – тара ополаскивается и вскрывается;

- соль поваренная перед использованием просеивается и пропускается через магнитный ловитель;

- перец черный (молотый), перец душистый (молотый) – просеиваются;

- лавровый лист – инспектируется.

При выработке соуса пряности (перец черный и душистый, лавровый лист) дозируют в томатную пасту в виде водной вытяжки. Необходимое по расчету количество пряностей заливают водой в соотношении 1:3, доводят до кипения и кипятят 30–40 мин, после чего раствор выдерживают 24–30 ч в герметически закрытой посуде. После слива вытяжки первой экстракции пряности настаивают повторно, затем смешивают вытяжки первой и второй экстракций в соотношении 1:1 и фильтруют через 3–4 слоя марли [3].

Предварительно подготовленные рецептурные компоненты загружаются в механоакустический гомогенизатор (снабженный роторно-диспергирующим аппаратом), заливаются водой, нагреваются до температуры 50–70 °С, перемешиваются, охлаждаются, выдерживаются в акустическом поле с интенсивностью 100–500 Вт/кг.

Под воздействием рабочих органов роторно-диспергирующего аппарата и механическим воздействием происходит измельчение ингредиентов и гомогенизация их в водной среде, в результате чего образуется тонкая эмульсия со средним диаметром частиц до микронного размера с однородной, пластичной консистенцией, устойчивой к расслоению. В процессе гомогенизации при создаваемом давлении и температуре обеспечивается пастеризация (92–98 °С в течение 5 мин) и дезодорация продукта [2].

Готовый продукт охлаждается до температуры не ниже (70±2) °С, расфасовывается и укупоривается в предварительно подготовленные стеклянные банки.

Банки обсушиваются и оформляются этикеткой согласно требованиям ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки».

Указанная последовательность технологического процесса получения соуса из свеклы столовой позволяет полностью сохранить в нем ценные питательные вещества (углеводы, минеральные вещества и т.д.), создать привлекательные для потребителя эстетические свойства.

Для разработанной продукции определены условия и сроки годности.

Для этого новая продукция, произведенная на МАГ-50, упаковывалась в стеклянную банку массой 300 г и герметично укупоривалась лакированными крышками. Хранение осуществляли в течение 3,5 лет при температуре (25 ± 2) °С и относительной влажности воздуха не более 75 %.

В результате проведенных микробиологических исследований соуса из свеклы столовой (который относится к консервам группы В) после 3,5 лет хранения установлено отсутствие газообразующих спорообразующих мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов группы В. ролумуха, не газообразующих спорообразующих мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, мезофильных кластридий *C. botulinum* и/или *C. perfringes*, мезофильных кластридий (кроме *C. botulinum* и/или *C. perfringes*), а также неспорообразующих микроорганизмов и/или плесневых грибов, и/или дрожжей, которые определяются согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Последнее свидетельствует о том, что продукция, произведенная по предлагаемой технологии, отвечает требованиям промышленной стерильности.

Результаты исследований органолептических и физико-химических показателей качества соуса из свеклы после 3,0–3,5 лет хранения представлены на рис. 2 и в табл. 1.

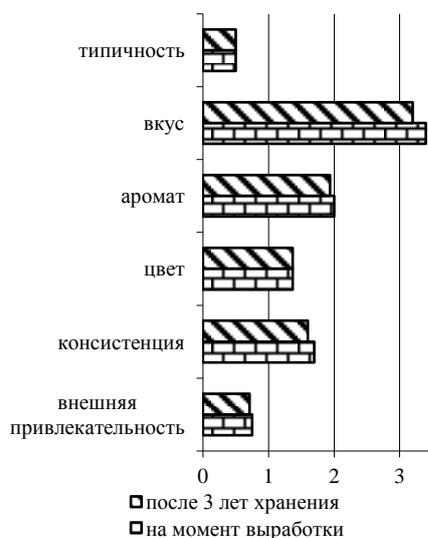


Рис. 2. Органолептическая оценка качества соуса из свеклы столовой (с коэффициентом весомости) после 3 лет хранения, балл

Как видно из данных рис. 2, после 3 лет хранения органолептические показатели качества практически не изменились и находились в пределах регламентируемых характеристик, что подтверждается и результатами проведенного органолептического анализа. Внешний вид и консистенция соуса из свеклы столовой – однородная протертая масса, без каких-либо включений, с незначительным потемнением верхнего слоя; цвет – малиново-красный, однородный по всей массе, с незначительным слабо-коричневым оттенком; запах и вкус – острые, кисло-сладкие, с хорошо выраженными тонами свеклы и чеснока. Качественный уровень соуса из свеклы столовой на момент выработки отличный (9,72 балла) и не сильно изменился после 3 лет хранения (9,32 балла).

Как видно из данных табл. 1, массовая доля сухих веществ, хлоридов и жира с течением времени (3,5 года) практически не изменяется. При этом массовая доля титруемых кислот с течением времени возрастает, что свидетельствует о том, что в продукции накапливаются продукты гидролиза. Последнее свидетельствует о том, что разработанная продукция, а именно соус из свеклы столовой, может храниться не более 2 лет.

Таблица 1

Физико-химические показатели качества соуса из свеклы столовой после 3,5 лет хранения

Наименование показателя	Норма	Срок хранения, лет			
		2,0	2,5	3,0	3,5
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Не менее 19,0	19,7±0,1	19,6±0,1	19,7±0,1	19,8±0,1
Массовая доля титруемых кислот в расчете на уксусную кислоту, %	Не менее 0,3	0,38±0,02	0,45±0,03	0,53±0,02	0,65±0,04
Массовая доля хлоридов, %	Не менее 1,5	1,6±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1
Массовая доля жира, %	Не менее 7,0	7,9±0,5	7,9±0,5	7,9±0,5	7,9±0,5
Массовая доля минеральных примесей, %	Не более 0,05	Отсутствуют			
Посторонние примеси, в том числе примеси растительного происхождения	Не допускаются	Отсутствуют			

Таким образом, соус из свеклы столовой, произведенный методом гидромеханического диспергирования, в герметично укупоренных стеклянных банках может храниться без потери качественных характеристик на протяжении 2 лет при температуре 0–20 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %, т.е. в тех условиях, которые регламентируются ГОСТ 17471-2013.

На основании проведенных исследований разработан проект технической документации (технические условия и технологическая инструкция), в которой изложена информация о регламентируемых показателях качества, в том числе в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 022/2011. В документацию внесена информация о том, что пищевая ценность соуса из свеклы столовой, г/100 г: белки – 1,1; жиры – 7,9; углеводы – 6,3. Энергетическая ценность, ккал/100 г: 102,4.

Стоимость соуса из свеклы столовой с учетом различных материальных затрат, заработной платы, цеховых расходов и пр. (по данным на март 2016 г.) за стеклянную банку массой 300 г составляет 19,15 руб.

Промышленная апробация соуса из свеклы сто-

ловой осуществлена в экспериментальном цехе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции».

Выводы

На основании проведенных теоретических и практических исследований обоснована возможность выработки из свеклы столовой свежей, произрастающей и заготавливаемой на территории Новосибирской области, соуса овощного методом гидромеханического диспергирования, который позволяет расширить ассортимент закусочных консервов.

Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: утв. Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.
2. 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.
3. Сборник рецептов на плодоовощную продукцию / сост. М.Г. Чухрай. – СПб.: ГИОРД, 1999. – 336 с.
4. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина и В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
5. 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.
6. Barytko-Pikinela, N. Perception of taste and viscosity of oil – in – water and water – in – oil emulsing /N. Barytko-Pikinela, A. Martin, D. Mela // Journal of Food Science, V. 59, №6, P.1318-1321, 1994.
7. Study on efficiency of betacyanin extraction from red beetroots //Henriette Monteiro Cordeiro De Azeredo, Ana Claudia Pereira, Arthur Claudio Rodrigues De Souza, Sandro Thomaz Gouveia-and, Kênya Christina Barbosa Mendes // International Journal of Food Science & Technology, V.44, Iss.12, P. 2464, 2009.

VEGETABLE SAUCE DEVELOPMENT USING THE METHOD OF HYDROMECHANICAL DISPERSION

O.V. Golub*, O.K. Motovilov, S.Yu. Glebova, E.S. Udalaya

Siberian University of Consumer Cooperation,
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia

*e-mail: golubiza@rambler.ru

Received: 20.02.2016

Accepted: 25.04.2016

Nowadays nutrition sauces play an important role allowing you to impart original taste and flavor to basic foods the, improve their digestibility. However, there is hardly any beetroot products in the range of canned snack foods, to which vegetable sauces belong. This is most likely due to high pectin content of beet, which impedes the manufacturing process. The purpose of the research is to develop the formula and technology of the vegetable sauce from red beet using hydromechanical dispersion to widen the assortment of the canned snack food. The research tasks were to conduct a comprehensive study of technological suitability for processing red beet; to elaborate beet sauce recipes; to test the hydromechanical dispersion method to produce new products. The study turned to conventional research methods (organoleptic and physico-chemical), the results of which were processed with software usage. It has been found that beet harvested in the Novosibirsk region meets the requirements of the quality regulation standard and organoleptic evaluation proves its high quality. It is shown that the chemical composition of beet corresponds to the average literature data. Formulation and production technology of beet sauce have been developed. The technology is based on the method of hydromechanical dispersion using the equipment, allowing inducing an overall effect on the products (simultaneous homogenization, pasteurization and partial deodorization). Basing on organoleptic, physicochemical and microbiological studies the conditions and shelf life of new products, regulated quality indices including nutritional and energy values have been established. The red beet sauce allows us to expand the range of this commodity group.

Sauce, beets, hydromechanical dispersion

References

1. Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii: utv. Ukazom Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 30 yanvarya 2010 g. № 120. [The food security doctrine of the Russian Federation. Decree of the president of the Russian Federation of January 30, 2010, no. 120].
2. 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. tech. sci. diss.], Kemerovo, 2012, 39 p.
3. Sbornik retseptur na plodoovoshchnuyu produktsiyu [A collection of recipes for fruit and vegetable products]. St. Petersburg, GIORN Publ., 1999. 336 p.
4. Skurihin I.M., Tutel'yan V.A. Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov: Spravochnik [Chemical composition of Russian food: Reference]. Moscow, DeLi print Publ., 2002, 236 p.
5. Shirokov E.P., Polegaev V.I. Khranenie i pererabotka produktsii rastenievodstva 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.
6. Barytko-Pikinela N., Martin A., Mela D. Perception of taste and viscosity of oil – in – water and water – in – oil emulsing. *Journal of Food Science*, 1994, vol. 59, no. 6, pp. 1318–1321.
7. Henriette Monteiro Cordeiro De Azeredo, Ana Claudia Pereira, Arthur Claudio Rodrigues De Souza, Sandro Thomaz Gouveia-and, Kênya Christina Barbosa Mendes. Study on efficiency of betacyanin extraction from red beetroots. *International Journal of Food Science & Technology*, 2009, vol. 44, no. 12, pp. 2464.

Дополнительная информация / Additional Information

Разработка овощного соуса методом гидромеханического диспергирования / О.В. Голуб, О.К. Мотовилов, С.Ю. Глебова, Е.С. Удаляя // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 28–33.

Golub O.V., Motovilov O.K., Glebova S.Yu., Udalyaya E.S. Vegetable sauce development using the method of hydromechanical dispersion. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 28–33 (in Russ.).

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

Мотовилов Олег Константинович

д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Частное образовательное учреждение высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26, тел.: +7 (383) 315-35-41, e-mail: ol_mot@ngs.ru

Глебова Светлана Юрьевна

канд. биол. наук, доцент, доцент 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) 346-16-20, e-mail: suhinsu@mail.ru

Удаляя Елена Сергеевна

бакалавр 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) 346-16-20, e-mail: elena92666@gmail.com

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

Oleg K. Motovilov

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia, phone: +7 (383) 315-35-41, e-mail: ol_mot@ngs.ru

Svetlana Yu. Glebova

Cand.Sci.(Biol.), Associate Professor, Associate 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) 346-16-20, e-mail: suhinsu@mail.ru

Elena S. Udalyaya

Bachelor 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) 346-16-20, e-mail: elena92666@gmail.com



КОНСОРЦИУМ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ И ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ РЖАНОЙ ЗАКВАСКИ С ПОВЫШЕННЫМИ АНТАГОНИСТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Г.Н. Дудикова*, А.В. Чижаева

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт
перерабатывающей и пищевой промышленности»,
050060, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Гагарина, 238 з

*e-mail: g_nipp@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 08.02.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Молочнокислым бактериям принадлежит ведущая роль в брожении ржаных полуфабрикатов. Целью данной работы является скрининг активных культур для нового консорциума молочнокислых бактерий и дрожжей для приготовления ржаных заквасок, с высокими антагонистическими и технологическими свойствами, отвечающими высоким стандартам и современным требованиям хлебопечения. Объектами исследования явились коллекционные культуры молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus*, выделенные ранее из зерна пшеницы и муки, и изоляты молочнокислых бактерий, выделенные из ржаной муки и заквасок, различных сроков хранения. Физиолого-биохимическую и антагонистическую активность молочнокислых бактерий определяли согласно общепринятым методикам. В процессе проводимых исследований были выделены изоляты бактерий из ржаной муки и сухих ржаных заквасок, которые хранились в коллекции КазНИИППП в течение 10–12 лет. Были изучены морфологические и культурально-биохимические свойства изолятов, позволившие идентифицировать их как *Pediococcus acidilactici*. Показано, что наибольшую кислотообразующую и антагонистическую активность в отношении *Bacillus subtilis* ATCC 6633 проявил штамм молочнокислых бактерий *Pediococcus acidilactici* P1-6, отобранный нами для создания консорциума. Исследование биосовместимости штамма *Pediococcus acidilactici* P1-6 с коллекционными культурами рода *Lactobacillus* и дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* позволило отобрать для включения в состав композиции 2 штамма лактобацилл – *Lb. paracasei* 2, *Lb. pontis* 67 и дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ, обладающие биосовместимостью, высокой кислотообразующей, биохимической и антагонистической активностью, т.е. способностью подавлять возбудителей картофельной болезни хлеба. Таким образом, создан новый активный консорциум молочнокислых бактерий и дрожжей *Lactobacillus paracasei* 2, *Lactobacillus pontis* 67, *Pediococcus acidilactici* P1-6 и *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ для использования в разводочном цикле приготовления ржаных заквасок.

Молочнокислые бактерии, дрожжи, консорциум, ржаные закваски

Введение

В связи с расширением ассортимента ржаных сортов хлебобулочных изделий и появлением предприятий малой мощности актуален вопрос создания более гибкого, ресурсосберегающего производства на основе ускоренных и упрощенных способов выведения заквасок. При этом важным остается сохранение таких показателей качества, как вкус, аромат, внешний вид хлеба и сроки его хранения [1].

Важнейшими показателями хлебобулочных изделий является их кислотность, которая создается в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий. Им принадлежит ведущая роль в брожении ржаных полуфабрикатов.

Во-первых, молочная кислота существенно влияет на физические свойства ржаного теста. Известно, что ржаная мука в отличие от пшеничной не имеет клейковины, создающей упругий и эластичный каркас теста. Кислотность способствует набуханию и пептизации белков ржаной муки, за счет чего увеличивается вязкость теста и возрастает его газоудерживающая способность. Кроме того, ржаная мука содержит активный фермент амилазу, которая приводит к накоплению в тесте декстринов. Последние делают мякиш ржаного хлеба липким и

заминающимся. Подавить активность амилазы можно путем повышения кислотности закваски.

Во-вторых, гетероферментативные молочнокислые бактерии участвуют в разрыхлении теста в результате образования углекислого газа. Указанная особенность молочнокислых бактерий была использована при попытке разработать способ получения ржаного хлеба на густых заквасках без применения дрожжей, на одних культурах газообразующих молочнокислых бактерий. Для подавления развития дрожжей густые закваски вели при температуре 35 °С. В промышленности данный способ не нашел применения. На этом же принципе основана Саратовская схема приготовления жидких ржаных заквасок. Правда, в условиях жидкой закваски дрожжи *S. cerevisiae* развиваются спонтанно и спиртовое брожение идет интенсивно наряду с молочнокислым.

В-третьих, молочнокислые бактерии оказывают большое влияние на вкус и аромат ржаного хлеба. Принято считать, что вкус и аромат хлеба во многом определяются соотношением молочной и летучих кислот. Это соотношение называется коэффициентом брожения.

Молочная кислота придает ржаному хлебу приятный кисловатый вкус, а летучие кислоты – спе-

цифический аромат. Кроме летучих кислот, определенное влияние на аромат хлеба оказывают органические ди- и трикарбоновые кислоты. По данным М.И. Княгиничева и П.М. Плотникова, в ржаном хлебе из обойной муки содержится около 60 % молочной кислоты, 32 % летучих кислот и 8 % органических кислот (янтарной, яблочной, винной и лимонной). Из общей суммы летучих кислот в ржаном хлебе на долю уксусной приходится 38–65 %, на долю пропионовой 28–52 % и муравьиной 1,16–10,7 %. По существу главным представлением большую роль в образовании ароматического комплекса хлеба играют карбонильные соединения. К ним относятся альдегиды (ацетальдегид, бензальдегид, изовалериановый, коричный, сиреневый), ванилин, оксиметил-фурфурол, ацетоин, диацетил, диоксиацетон, фурфурол.

В настоящее время в хлебе найдено свыше 75 отдельных вкусовых и ароматических веществ, среди них 28 кислот, 28 карбонильных соединений, 11 спиртов, 6 эфиров, аммиак, метилмеркаптан.

В образовании многих из упомянутых выше веществ участвуют и молочнокислые бактерии. При этом гомо- и гетероферментативные виды образуют в процессе брожения различные продукты.

Кислотообразующая микрофлора спонтанных густых заквасок довольно разнообразна [2]. Доминирующими видами в ней являются *L. plantarum* и *L. brevis*, довольно часто встречается *L. fermentum*, в меньшем количестве – *L. casei* и *L. buchneri*. Термофильный вид *L. leichmannii* найден в единичных случаях, а *L. delbrückii* вовсе не обнаружен. Таким образом, для густых ржаных заквасок специфичны два вида молочнокислых бактерий – *L. brevis* и *L. plantarum*, что связано, очевидно, с температурным режимом ведения густых заквасок, который близок к оптимальной температуре развития для данных видов бактерий. Виды *L. casei*, *L. fermentum* и *L. buchneri* при внесении в густые закваски не выдерживали конкуренции со спонтанной микрофлорой муки.

Жидкие ржаные закваски по видовому составу кислотообразующей микрофлоры мало отличаются от густых. В них обнаружены те же виды бактерий: *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. fermentum*, *L. casei* и в единичных случаях *L. buchneri* и *L. delbrückii*. Однако в брожении жидких заквасок виды *L. fermentum* и *L. casei* играют существенную роль наряду с *L. brevis* и *L. plantarum*. По-видимому, температура жидких заквасок 32–35 °С оказывает благоприятное воздействие на виды *L. casei* и *L. fermentum*, для которых оптимум температуры лежит выше 30 °С. Помимо этого, на видовой состав микрофлоры жидких заквасок накладывает отпечаток применение чистых культур. Виды *L. casei*, *L. fermentum* и *L. buchneri* при внесении в густые закваски не выдерживали конкуренции со спонтанной микрофлорой муки.

Г. Юодейкене и И. Шаломскене были выделены из спонтанных ржаных заквасок и идентифицированы молочнокислые бактерии из рода *Pediococcus*. Исследования показали, что *P. acidilactici* продуцируют бактериоцины, которые подавляют размно-

жение спор *Bacillus subtilis* и оказывают антибактериальное влияние на широкий спектр молочнокислых бактерий. Кроме того, *P. acidilactici* подавляет развитие одних из наиболее распространенных в пекарнях плесневых грибов *Penicillium commune*. Установлено, что закваски, приготовленные на *P. acidilactici*, оказывают положительное влияние на объем изделий из пшеничной муки, а также такие показатели текстуры мякиша, как твердость и пористость, в результате изделия сохраняли свежесть после 72 часов хранения и не плесневели. Испытание молочнокислых бактерий (*Pediococcus pentosaceus* MI808, *Pediococcus pentosaceus* MI809, *Pediococcus pentosaceus* MI810, *Pediococcus acidilactici* MI807 и *Lactobacillus sakei* MI806), выделенных из спонтанных ржаных заквасок и отобранных по высокой антимикробной активности по отношению к микроскопическим грибам, показало высокую эффективность в получении ферментированных продуктов, предназначенных для производства пшеничного хлеба [3, 4].

Практика приготовления ржаных заквасок показала, что наряду с традиционными видами *L. casei*, *L. fermentum* и *L. buchneri* в ржаных заквасках стали появляться другие виды молочнокислых микроорганизмов, относящиеся к роду *Pediococcus*, обладающие антагонистической активностью к плесневым грибам. Проведенные нами исследования подтверждают эти данные.

Целью данной работы является скрининг активных культур для нового консорциума молочнокислых бактерий и дрожжей для приготовления ржаных заквасок, с высокими антагонистическими и технологическими свойствами, отвечающими высоким стандартам и современным требованиям хлебопечения.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования явились коллекционные культуры молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus*, выделенные ранее из зерна пшеницы и муки, и изоляты культур молочнокислых бактерий, выделенных из ржаной муки и заквасок, различных сроков хранения. Для выделения и культивирования молочнокислых бактерий использовали следующие питательные среды:

а) среда MRS: дрожжевой автолизат – 5 мл, пептон – 10 г, глюкоза – 20 г, лимоннокислый аммоний – 2 г, уксуснокислый натрий – 5 г, MgSO₄ × 7H₂O – 200 г, MnSO₄ × 4H₂O – 50 мг, K₂PO₄ – 2 г, твин 80 – 1 мл, агар-агар – 20 г, вода – 1 л, pH 6,2–6,6;

б) для определения антагонистической активности молочнокислых бактерий в отношении *Bacillus subtilis* использовали твердую питательную среду сусло-агар в смеси с МПА в соотношении 1:1;

в) основа бульона с бромкрезоловым пурпурным для определения сбраживания углеводов и диски с углеводами.

Выделение, поддержание и исследование промышленно-ценных культур микроорганизмов осуществляли согласно стандартному протоколу исследований, разработанному нами в 2008 году. Фи-

зиолого-биохимическую и антагонистическую активность молочнокислых бактерий определяли согласно общепринятым методикам.

Антагонистическую способность молочнокислых бактерий определяли методом отсроченного антагонизма диффузией в агар продуктов жизнедеятельности молочнокислых бактерий [5]. В качестве тест-культуры для определения антагонистической активности использованы бактерии *Bacillus subtilis*, эталонный штамм ATCC 6633 для определения активности антибиотиков.

Биосовместимость исследуемых молочнокислых бактерий и дрожжей в консорциуме определяли методом прямого совместного культивирования испытуемого и индикаторного штаммов на плотной питательной среде МРС, предложенным Н.А. Глушановой [6].

Видовую принадлежность микроорганизмов устанавливали по определителю Берги [7].

Результаты и их обсуждение

В процессе проводимых исследований были выделены чистые культуры бактерий из ржаной муки и сухих ржаных заквасок, которые хранились в коллекции Казахского научно-исследовательского института перерабатывающей и пищевой промышленности в течение 10–12 лет. Были изучены морфологические и культурально-биохимические свойства культур. Выделенные культуры были исследованы на способность расти при различных температурах. Эта способность часто является одним из наиболее надежных признаков для предварительной идентификации выделенных штаммов. В результате было установлено, что выделенные культуры можно отнести к двум группам – бактерии, которые имеют температурный оптимум развития в пределах 45–48 °С, а также способных расти при 15 °С, и бактерии, которые не развиваются при низких температурах (15 °С). Все исследуемые культуры при сбраживании глюкозы не образовывали газ, но все образовывали аммиак из аргинина.

Известно, что все молочнокислые бактерии обладают выраженной сахаролитической активностью, что лежит в основе классических систем идентификации. Определение ферментации углеводов проводили с использованием дисков с углеводами и бульона с бромкрезоловым пурпурным. В состав пестрого ряда входили 16 субстратов (сахаров и многоатомных спиртов). Исследованные культуры, которые сбраживали целлобиозу, маннозу, арабинозу, мальтозу, ксилозу, трегалозу, салицин, галактозу и меллибиозу, были отнесены к виду *Pediococcus acidilactici*. Выделенные штаммы характеризовались по физиолого-биохимическим показателям (табл. 1).

Наибольшую кислотообразующую и антагонистическую активность проявил штамм молочнокислых бактерий P1-6 – *Pediococcus acidilactici*, отобранный нами для дальнейшей работы.

Наряду со штаммом *Pediococcus acidilactici* P1-6 для создания нового консорциума для приготовления ржаной закваски нами исследованы коллекционные штаммы из рода *Lactobacillus*: *Lactobacillus*

paracasei 2, *Lb. casei* 104, *Lb. casei* 22, *Lb. pontis* 67, *Lb. paracasei* 127, *Lb. helveticus* 4III1, *Lb. pontis* 9K3, *Lb. paracasei* 129 и дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ и *Saccharomyces cerevisiae* А-28, обладающие соответствующими технологическими и биологическими свойствами.

Таблица 1

Характеристика физиолого-биохимических показателей молочнокислых бактерий

Штамм	pH	Титруемая кислотность, град	Антагонистическая активность, диаметр, мм
M1 <i>Pediococcus acidilactici</i>	4,15	33,2±3,1	21±2,2
M3 <i>Pediococcus acidilactici</i>	4,18	33,8±3,1	20±1,0
P1-6 <i>Pediococcus acidilactici</i>	4,22	33,8±3,2	22±2,3
P2-5 <i>Pediococcus acidilactici</i>	4,97	19,5±1,5	12±1,1
P2-6 <i>Pediococcus acidilactici</i>	4,20	31,2±3,1	21±2,1
P3-6 <i>Pediococcus acidilactici</i>	4,21	34,8±3,2	20±1,0
P4-5 <i>Pediococcus acidilactici</i>	4,17	42,4±3,6	20±1,0

Особую значимость изучение биосовместимости (межштаммовых антагонистических взаимодействий) микроорганизмов приобретает в свете внедрения в технологические циклы метода совместного культивирования, который является перспективным при создании препаратов и продуктов на основе нескольких штаммов молочнокислых бактерий. Перспективными в этом отношении можно считать штаммы молочнокислых бактерий, которые обладают выраженным антагонизмом к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам и средним уровнем антагонизма к другим штаммам этого же рода. Нами был изучен характер межштаммовых взаимоотношений культур для ржаных заквасок по антагонистическому действию штаммов друг на друга при совместном их культивировании. Культуры считали биосовместимыми в случае обнаружения полного «слияния» пятен или усиления роста исследуемых штаммов в зоне совместного культивирования (мутуализм, синергизм, сателитизм). Когда одна из культур в зоне совместного культивирования «выходит наверх», подавляя рост второй культуры, независимо от последовательности их нанесения, такой вариант расценивали как слабый антагонизм.

Исследование биосовместимости штаммов *Lactobacillus paracasei* 2, *Lb. casei* 104, *Lb. casei* 22, *Lb. pontis* 67, *Pediococcus acidilactici* P1-6, *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ, *Lb. paracasei* 127, *Lb. helveticus* 4III1, *Lb. pontis* 9K3, *Lb. paracasei* 129, *Saccharomyces cerevisiae* А-28 с применением методики совместного культивирования на плотной питательной среде позволило нам разделить их на

2 группы: штаммы со слабой степенью антагонизма и биосовместимые штаммы (рис. 1).

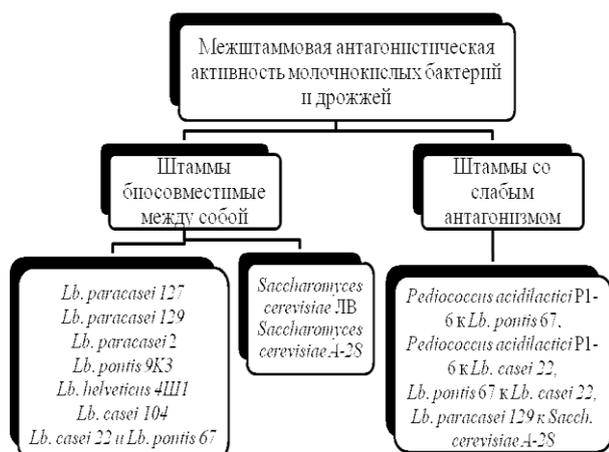


Рис. 1. Биосовместимость штаммов молочнокислых бактерий и дрожжей

Перспективным способом приготовления ржаной закваски является использование консорциума, включающего молочнокислые бактерии в чистом виде или смешанные с дрожжами.

Для создания нового консорциума для приготовления ржаной закваски нами отобраны для включения в композицию 3 культуры МКБ – *Lb. paracasei* 2, *Lb. pontis* 67, *Pediococcus acidilactici* P1-6 и дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ, обладающие соответствующими технологическими и биологическими свойствами и биосовместимостью. Эти штаммы отбирались путем скрининга культур молочнокислых бактерий и дрожжей по параметрам культивирования заквасок на среде MRS – таких как температура, продолжительность культивирования, бродительная активность, антагонистическая активность, энергия кислотообразования и биосовместимость.

Штаммы *Lb. paracasei* 2, *Lb. pontis* 67, *Pediococcus acidilactici* P1-6 и *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ, входящие в состав консорциума, обладают высокой кислотообразующей активностью, биохимической и антагонистической активностью, т.е. способностью подавлять возбудителей картофельной болезни хлеба.

Таблица 2

Антагонистические свойства консорциума по отношению к *B. subtilis* штамм ATCC-6633

Наименование микроорганизмов	Зона подавления роста <i>B. subtilis</i> , мм
<i>Lactobacillus paracasei</i> 2	19±1,0
<i>Lactobacillus pontis</i> 67	15±1,0
<i>Pediococcus acidilactici</i> P1-6	21±1,0
Консорциум	22±2,5

Консорциум при росте на среде MRS имеет высокий титр клеток (не менее 10^{12} КОЕ/г), стабилен – способен сохранять свои свойства не менее 10 пассажей и обладает более высокой антагонистической активностью по сравнению с входящими в его состав отдельными штаммами молочнокислых бактерий (табл. 2).

Ржаную закваску на консорциуме готовили в два этапа.

1. Приготовление жидкой биомассы консорциума.

Чистые культуры *Lactobacillus paracasei* 2, *Lactobacillus pontis* 67, *Pediococcus acidilactici* P1-6 и *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ в соотношении 1:1:05:2,5 вносили в питательную среду MRS. Термостатировали при температуре +35 °С в течение 18 часов до титруемой кислотности 24 град. Полученный консорциум используется для приготовления ржаной закваски.

2. Приготовление ржаной закваски.

Ржаную закваску получали путем смешивания 50 мл жидкой биомассы консорциума с 500 мл мучной питательной смеси, которая ставилась в термостат для заквашивания при температуре 35 °С на 18 часов. Технологическая характеристика и антагонистическая активность консорциума ржаной закваски представлены в табл. 3.

Таблица 3

Технологическая характеристика консорциума

Показатель	Характеристика закваски
Консистенция и внешний вид	Густоватая жидкость
Вкус	Ржаного хлеба, без посторонних привкусов
Запах	Аромат ржаного хлеба
Цвет	Бежевый
Время сквашивания мучной смеси при внесении 10 % посевных культур, ч	18
Температура при сквашивании, °С	35
Кислотность, град	24
Активная кислотность, рН	3,60
Бродильная активность, мл CO ₂	1,5
Титр клеток, КОЕ/г	10^{12}
Антагонистическая активность, диаметр зоны, мм	22±1,0

Таким образом, создан новый активный консорциум молочнокислых бактерий и дрожжей *Lactobacillus paracasei* 2, *Lactobacillus pontis* 67, *Pediococcus acidilactici* P1-6 и *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ для использования в развоздном цикле приготовления ржаных заквасок. Консорциум микроорганизмов хранится и рассылается на предприятия Казахстана в лиофильно-высушенном виде.

Список литературы

1. Андреев, А.Н. Использование стартовых культур для приготовления ржаных заквасок / А.Н. Андреев, Ю.А. Виноградов. П.А. Китиссу // ПАРТНЕР: Кондитер, хлебопек. – 2008. – № 17 – С. 92–99.
2. Афанасьева, О.В. Микробиологический контроль хлебопекарного производства. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 143 с.
3. Влияние заквасок, приготовленных с использованием *Pediococcus acidilactici*, на качество пшеничных изделий и их плесневение / Г. Юодейкене [и др.] // *Maisto Chemija Ir Technologija*. – 2008. – Т. 42. – № 2. – С. 42–54.
4. Влияние новых ферментативных продуктов на микробиологические показатели и черствение пшеничных изделий / Г. Юодейкене [и др.] // *Maisto Chemija Ir Technologija*. – 2009. – Т. 42. – № 2. – С. 36–46.
5. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / под ред. Н.С. Егорова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 186 с.
6. Глушанова, Н.А. Экспериментальное обоснование новых подходов к коррекции микробиоценоза кишечника: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М.: ФГУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора, 2006. – 24 с.
7. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Second Edition, V.2, part A /George M. Garrity Editor-in-Chief : Springer, New York. – 2005. – p. 1208–1234.

CONSORTIUM OF LACTIC ACID BACTERIA AND YEAST FOR RYE STARTER WITH THE INCREASED ANTAGONISTIC PROPERTIES

Dudikova G.N.*, Chizhayeva A.V.

Kazakh Scientific Research Institute of the
Processing and Food Industry,
238 "G", Gagarin Ave., Almaty, 050060,
Republic of Kazakhstan

*e-mail: g_nüpp@mail.ru

Received: 08.02.2016

Accepted: 15.04.2016

Lactic acid bacteria possess the leading role in fermentation of rye processed products. The purpose of this work is screening of active cultures for new consortium of lactic acid bacteria and yeast for preparation of rye starters with high antagonistic and technological properties meeting high standards and modern requirements of bread making. The research objects were the collection cultures of lactic acid bacteria of *Lactobacillus* previously allocated from wheat grain and flour, and isolates of lactic acid bacteria allocated from rye flour and starters, of various storage periods. Physiological and biochemical and antagonistic activities of lactic acid bacteria were defined according to the standard techniques. During the research conducted isolates of bacteria from rye flour and dry rye starters which were stored in KazSRIPFI collection within 10–12 years were identified. The morphological and cultural-biochemical properties of isolates were studied enabling to identify them as *Pediococcus acidilactici*. It has been shown that the *Pediococcus acidilactici* P1-6 strain which was selected to create the consortium had the greatest acid-forming and antagonistic activity concerning *Bacillus subtilis* ATCC 6633. The study of biocompatibility of *Pediococcus acidilactici* P1-6 strain with collection cultures of *Lactobacillus* genus and *Saccharomyces cerevisiae* yeast enabled to include in the composition structure 2 strains of lactobacilli - *Lb. paracasei* 2, *Lb. pontis* 67 and *Saccharomyces cerevisiae* LB yeast possessing biocompatibility, high acid-forming, biochemical and antagonistic activity, i.e. the ability to inhibit pathogens of potato disease of bread. Thus, the new active consortium of lactic acid bacteria *Lactobacillus paracasei* 2, *Lactobacillus pontis* 67, *Pediococcus acidilactici* P1-6 and yeast *Saccharomyces cerevisiae* LB has been created to prepare both liquid and dense starters, including the use of choux paste. The modes of rye starters preparation are offered.

Lactic acid bacteria, yeast, consortium, rye starters

References

1. Andreev A.N., Vinogradov Yu.A., Kitissu P.A. Ispol'zovanie startovykh kul'tur dlya prigotovleniya rzhanykh zakvasok [Use of starting cultures for preparation of rye starters]. *PARTNER konditer khlebopek* [PARTNER confectioner baker], 2008, no. 17, pp. 92–99.
2. Afnas'eva O.V. *Mikrobiologicheskij kontrol' khlebopekarnogo proizvodstva* [Microbiological control of baking production]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1976. 143 p.
3. Yuodeykene G., Digaytene A., Narbutayte V., Bashinskene L., Vidmantene D. Vliyanie zakvasok prigotovlennykh s ispol'zovaniem *Pediococcus acidilactici* na kachestvo pshenichnykh izdeliy i ikh plesnevenie [Influence of starters prepared with use *Pediococcus acidilactici* on quality of wheaten products and their molding]. *Maisto Chemija Ir Technologija*, 2008, vol. 42, no. 2, pp. 42–54.
4. Yuodeykene G., Digaytene A., Narbutayte V., Bashinskene B., Vidmantene D. Vliyanie novykh fermentativnykh produktov na mikrobiologicheskie pokazateli i cherstvenie pshenichnykh izdeliy [Influence of new fermentative products on microbiological indicators and dry of wheaten products]. *Maisto Chemija Ir Technologija*, 2009, vol. 42, no. 2, pp. 36–46.
5. Egorov N.S. (ed.) *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii* [The guide to a practical training to microbiology]. Moscow, MSU Publ., 1995. 186 p.
6. Glushanova N.A. *Ekspperimental'noe obosnovanie novykh podkhodov k korrektsii mikrobiotsenoza kishhechnika. Avtoref.*

diss. dokt. med. nauk [Experimental justification of new approaches to correction of a microbiocenosis of intestines. Dr. med. sci. thesis]. Moscow, 2006. 24 p.

7. George M. (ed.) *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Second Edition, vol. 2, part A*. New York, Springer Publ., 2005, p. 1208–234.

Дополнительная информация / Additional Information

Дудикова, Г.Н. Консорциум молочнокислых бактерий и дрожжей для ржаной закваски с повышенными антагонистическими свойствами / Г.Н. Дудикова, А.В. Чижаева // *Техника и технология пищевых производств*. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 34–39.

Dudikova G.N., Chizhayeva A.V. Consortium of lactic acid bacteria and yeast for rye starter with the increased antagonistic properties. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 34–39 (in Russ.).

Дудикова Галина Николаевна

д-р биол. наук, доцент, член-корр. РАН, главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии, качества и пищевой безопасности, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», 050060, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Гагарина, 238 г, тел.: +7 (727) 396-04-17, e-mail: g_niipp@mail.ru

Чижаева Анна Викторовна

к.б.н., профессор РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии, качества и пищевой безопасности, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», 050060, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Гагарина, 238 г, тел.: +7 (727) 396-04-17, e-mail: anna_chizhaeva@mail.ru

Galina N. Dudikova

Dr.Sci.(Biol.), Associate Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Chief Researcher of Laboratory of Biotechnology, Quality and Food Safety, Kazakh Scientific Research Institute of the Processing and Food Industry, 238 "G", Gagarin Ave., Almaty, 050060, Republic of Kazakhstan, phone: +8 (727) 396-04-17, e-mail: g_niipp@mail.ru

Anna V. Chizhayeva

Cand.Sci.(Biol.), Professor of the Russian Academy of Natural Sciences, Leading Researcher of Laboratories of Biotechnology, Quality and Food Safety, Kazakh Scientific Research Institute of the Processing and Food Industry, 238 "G", Gagarin Ave., Almaty, 050060, Republic of Kazakhstan, phone: +7 (727) 396-04-17, e-mail: anna_chizhaeva@mail.ru



ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ СУХИХ ВЕЩЕСТВ НА РАЗВИТИЕ МИКРОФЛОРЫ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОЙ ОБРАБОТКИ

М.Е. Косенко*, И.К. Куликова, А.Н. Донских, Г.С. Анисимов, И.А. Евдокимов

*ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
355009, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1*

**e-mail: info@ncfu.ru*

Дата поступления в редакцию: 12.02.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Одной из проблемных точек электродиализа молочной сыворотки принято считать возможное снижение микробиологических показателей сырья в течение процесса. Низкотемпературная электродиализная обработка сыворотки позволяет снизить риск развития посторонней микрофлоры, но не обеспечивает высокую эффективность процесса, а повышение температуры, в свою очередь, может вызвать интенсивный рост микроорганизмов, что нежелательно, поскольку деминерализованная сыворотка используется в качестве основы в напитках, десертах, детских продуктах и т.д. В данной статье представлены результаты влияния температурных режимов процесса обессоливания на развитие термофильных и психрофильных микроорганизмов, дрожжей, плесеней, а также показателей КМАФАнМ и БГКП. Объектом исследований являлась сыворотка творожная натуральная с массовой долей сухих веществ ($5,6 \pm 0,2$) % и подсушенная творожная сыворотка с массовой долей сухих веществ ($18,0 \pm 1,0$) %. В ходе исследований контролировались микробиологические и физико-химические показатели. Результаты показали, что с повышением температуры от ($15 \pm 1,0$) °С до ($30,0 \pm 1,0$) °С наблюдается развитие термофильной микрофлоры в образцах натуральной творожной сыворотки и дрожжей как в образцах натуральной сыворотки, так и в образцах подсушенной творожной сыворотки, психрофильной микрофлоры в подсушенной сыворотке при ($22,0 \pm 1,0$) °С, прирост КМАФАнМ при всех температурных режимах был незначительным, однако наблюдался и спад развития БГКП, психрофильных микроорганизмов в образцах натуральной творожной сыворотки. Результаты проведенных исследований позволили обосновать выбор оптимального температурного режима процесса электродиализной обработки творожной сыворотки, при котором практически не происходит развития микрофлоры, а также возрастает производительность установки.

Сыворотка творожная, мембранные процессы, электродиализ

Введение

Сыворотка творожная, несмотря на все свои полезные свойства, остается самым трудным для переработки видом вторичного молочного сырья из-за ее высокой кислотности ($50\text{--}90$ °Т) и относительно высокой зольности, которая влияет на органолептические свойства и сыворотки, и продуктов ее переработки. При сгущении сыворотка становится не только горько-соленой, но даже в большей степени кислой. Высокая концентрация молочной кислоты создает проблемы при сушке творожной сыворотки вплоть до полной невозможности производства стандартного продукта [1, 2].

Для удаления минеральных солей и улучшения органолептики и технологических процессов в последнее десятилетие начали активно использоваться мембранные методы обработки сыворотки, в частности, электродиализ. Этот метод является регулируемым – он позволяет осмысленно управлять процессом деминерализации и тем самым решать самые разнообразные задачи: от получения сверхчистой воды до производства пищевых продуктов с заданным минеральным составом. В случае необходимости деминерализации сложных растворов, когда особую ценность представляют остающиеся в растворе вещества, очищенные от минеральных примесей, электродиализ оказывается вне конкуренции [3]. Как правило, деминерализации подвергается как натуральная (массовая доля сухих ве-

ществ около 6 %), так и подсушенная молочная сыворотка (массовая доля сухих веществ около 20 %) в зависимости от объемов перерабатываемого сырья.

Целесообразно комбинирование мембранных процессов для достижения требуемых характеристик сырья в соответствии с производственными задачами. Так, сочетание нанофильтрации и электродиализа позволяет повысить эффективность и производительность последнего за счет обработки частично деминерализованной сыворотки с повышенным содержанием сухих веществ (до $18\text{--}22$ %). Использование низких температур мембранных процессов помогает не только экономить на энергоносителях, но и исключить влияние высоких температур на термолабильные компоненты молочной сыворотки, что в конечном счете повышает биологическую ценность и технологические свойства сырья и готового продукта [4].

При повышении температуры возрастает эффективность процессов, но появляется опасность интенсивного развития микрофлоры в сырье [5]. Поэтому при определении режимов, в частности, электродиализной обработки, необходимо найти оптимальное значение, позволяющее интенсифицировать процесс без ущерба качества сыворотки и получаемых из нее продуктов.

Целью данного исследования было сравнить влияние массовой доли сухих веществ на развитие

микрофлоры и определить оптимальную температуру проведения процесса электродиализа с минимальным ростом микрофлоры для натурального и подсушенного сыра.

Объекты и методы исследований

Для проведения экспериментов использовалась сыворотка творожная натуральная с массовой долей сухих веществ (5,6±0,2) %, полученная из ванн при производстве обезжиренного творога, пастеризованная (74±2) °С с выдержкой 15–20 с и подсушенная в вакуум-выпарной установке творожная сыворотка с массовой долей сухих веществ (18±1) %.

Электродиализная обработка, образцов проводилась на установке ED(R)-Y/50 чешской фирмы АО «MEGA».

В процессе обработки контролировались следующие физико-химические показатели сырья: массовая доля сухих веществ, титруемая кислотность, активная кислотность, удельная электропроводность, температура и сила тока. Физико-химические показатели творожной сыворотки, используемой в исследованиях, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели творожной сыворотки

Наименование сырья	Показатели			
	pH	СВ, %	Кислотность, °Т	УЭП, млСм/см
Сыворотка творожная подсушенная	4,4±0,1	18,0±0,2	145,4±2,0	13,23±0,10
Сыворотка творожная натуральная	5,4±0,1	5,6±0,2	63,0±2,0	5,93±0,10

Титруемая кислотность измерялась в соответствии с ГОСТ 3624-92, массовая доля сухих веществ определялась с помощью автоматического рефрактометра АТАГОРАЛ-S.

В процессе микробиологических исследований количественный учет микроорганизмов проводился с использованием различных видов 3М Petrifilm – Петрифильмов.

Исследование ЭД-процесса проводилось при трех температурных режимах обработки: (15±1), (22±1) и (30±1) °С. Длительность одной загрузки составляла 4 ч, что соответствовало уровню деминерализации (82±8) %. После каждой загрузки производили реверс: при изменении полярности постоянного тока анод становился катодом, что меняло направления движения ионов в растворе.

Пробы на микробиологические исследования отбирались до начала процесса электродиализа и после четырехчасовой обработки.

Для оценки влияния воздействия электрического поля на микрофлору творожной сыворотки параллельно ЭД-процессу контрольные пробы сыворотки термостатировались 4 ч при соответствующей температуре.

Результаты и их обсуждение

Показатель КМАФАнМ исходной творожной сыворотки с массовой долей СВ (5,4±0,1) % составлял 2,3*10⁶, что превышает норму, допускаемую ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Поэтому исходная сыворотка проходила термическую обработку, после которой КМАФАнМ составил 1,2*10⁵. Подсушенная сыворотка, концентрирование которой проводится в ВВУ при температуре (57±2) °С, не нуждалась в тепловой обработке, так как показатель составил 3,2*10⁴. Динамика изменения КМАФАнМ в течение электродиализной обработки представлена на рис. 1.

Полученные данные свидетельствуют, что во всех образцах сыворотки после ЭД обработки наблюдался незначительный рост КМАФАнМ – от 0,17 до 0,5 порядка. Для образцов с натуральной творожной сывороткой с массовой долей СВ 6 % наблюдался рост при температуре 15 °С, для подсушенной творожной сыворотки при 22 °С.

В контрольных пробах натуральной творожной сыворотки (рис. 1) был незначительный прирост микрофлоры по сравнению с образцами, прошедшими ЭД обработку.

Бактериальная обсемененность оказалась более важным показателем для натуральной творожной сыворотки. Для подсушенной сыворотки не было обнаружено зависимости от начальной обсемененности, так как все показатели находились в диапазоне от -0,11 до +0,19 (рис. 2).

Для термофильной микрофлоры в образцах натуральной творожной сыворотки после ЭД обработки наблюдался прирост при температуре 30 °С, для образцов подсушенной творожной сыворотки после ЭД обработки был отмечен незначительный рост микрофлоры при всех температурных режимах (рис. 3).

В контрольных пробах всех образцов сыворотки наблюдался незначительный рост микроорганизмов.

Термофильная микрофлора в подсушенной творожной сыворотке в ряде случаев не обнаруживалась. Для натуральной творожной сыворотки начальная обсемененность влияла на прирост микрофлоры в процессе обессоливания (рис. 4).

Дрожжи в обоих образцах творожной сыворотки после ЭД обработки показывали больший рост при всех температурных режимах, особенно при 30 °С. Также рост отмечается и в контрольных пробах творожной сыворотки (рис. 5). Для дрожжей концентрация сухих веществ играла роль только при 30 °С. Разница между ростом в натуральной и подсушенной сыворотке составила около 0,6 ед. При 15 °С дрожжи лучше развивались в подсушенной сыворотке, а при 22 °С показатели обоих образцов сыворотки почти равны (рис. 6). Плесневые грибы высевались, но во втором разведении обнаружены не были.

Для образцов натуральной творожной сыворотки после ЭД обработки превалировало снижение психрофильной микрофлоры при всех температурных режимах, для подсушенной сыворотки был отмечен небольшой рост при температуре 22 °С,

однако наблюдалось снижение микрофлоры при температурах 15 и 30 °С (рис. 7).

Для контрольных проб натуральной творожной сыворотки наблюдалось снижение психрофильной микрофлоры, для подгущенной сыворотки рост был отмечен при температуре 30 °С (рис. 7). В контрольных образцах обоих видов сыворотки было отмечено снижение роста БГКП (рис. 8).

Для образцов натуральной творожной сыворотки после ЭД обработки максимальный показатель роста зафиксирован при 22 °С. Что касается ЭД образцов подгущенной творожной сыворотки, рост БГКП отмечен не был, наоборот, наблюдалась обратная тенденция снижения роста (рис. 8).

При исследовании показателей БГКП в подгущенной творожной сыворотке не было определено

каких-либо тенденций в развитии или снижении роста микроорганизмов. При температуре 30 °С наблюдалось значительное снижение количества микроорганизмов.

В исходной сыворотке развитие наблюдалось только у образцов, прошедших электродиализную обработку при температуре 15 и 22 °С.

В данном случае ни начальное обсеменение, ни температурные режимы не повлияли на рост БГКП.

Поскольку существуют сведения о том, что электрический ток может оказывать угнетающее действие на рост микробной культуры, было проведено сравнение количества исследуемых групп микроорганизмов в образцах, не подвергавшихся процессу электродиализа (контрольные пробы), с образцами после электродиализа [6].

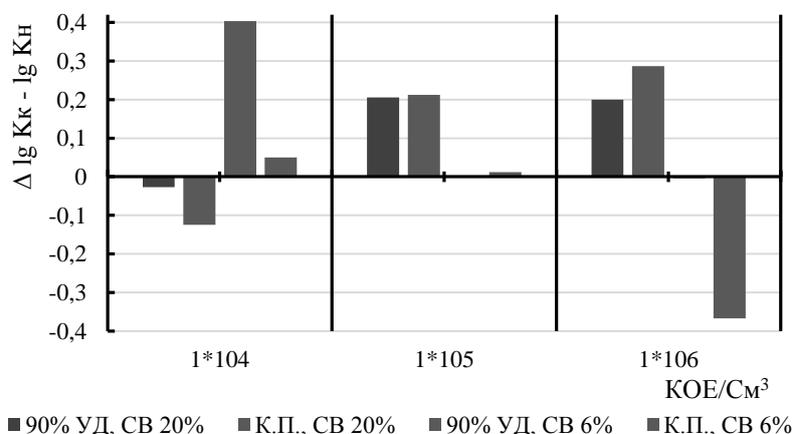


Рис. 1. Влияние температуры ЭД-процесса на прирост КМАФAnM в образцах творожной сыворотки

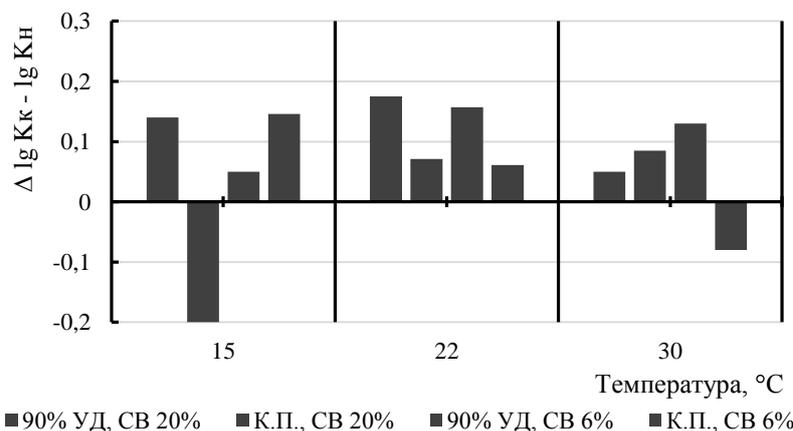


Рис. 2. Влияние начальной обсемененности на прирост КМАФAnM в образцах творожной сыворотки

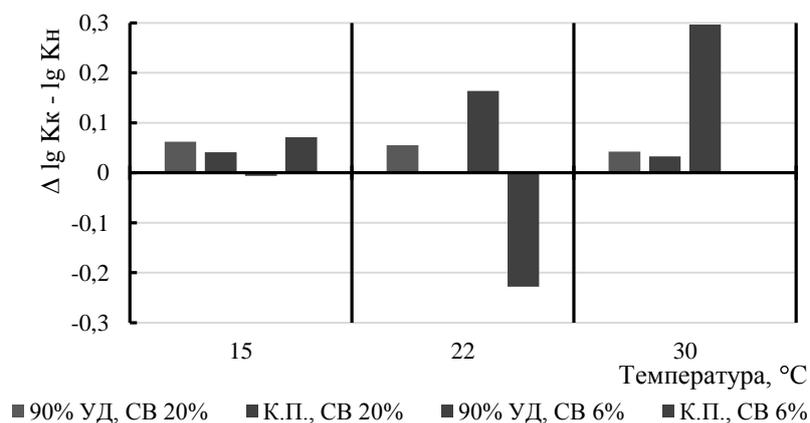


Рис. 3. Влияние температуры ЭД-процесса на прирост термофильной микрофлоры в образцах творожной сыворотки

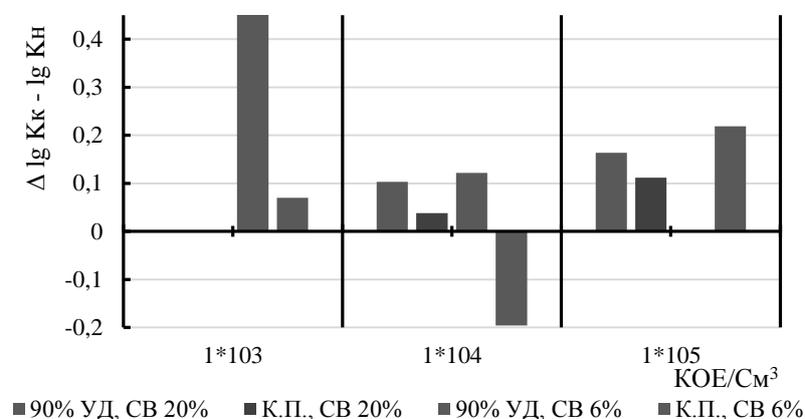


Рис. 4. Влияние начальной обсемененности на прирост термофильной микрофлоры в образцах творожной сыворотки

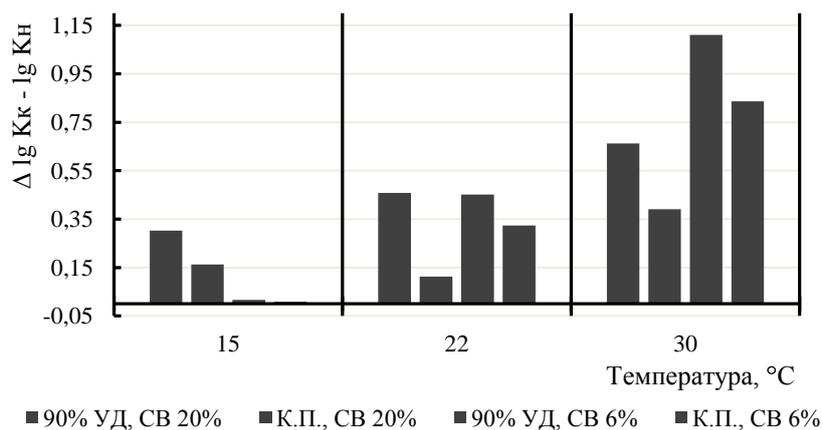


Рис. 5. Влияние температуры ЭД-процесса на прирост дрожжей в образцах творожной сыворотки

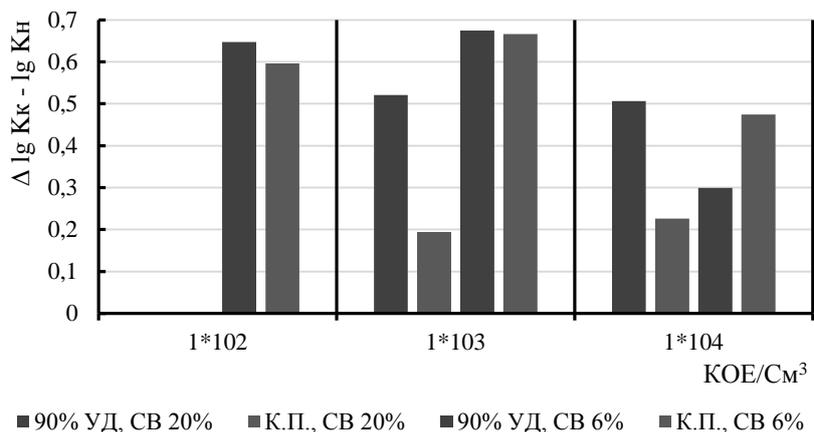


Рис. 6. Влияние начальной обсемененности на прирост дрожжей в образцах творожной сыворотки

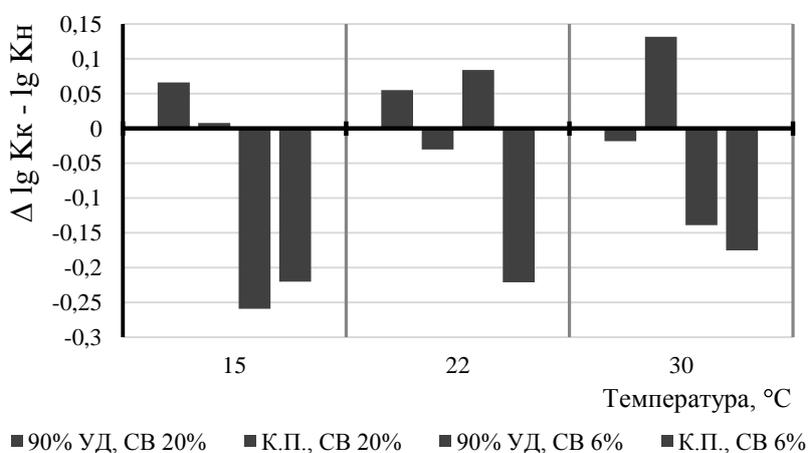


Рис. 7. Влияние температуры ЭД-процесса на прирост психрофильной микрофлоры в образцах творожной сыворотки

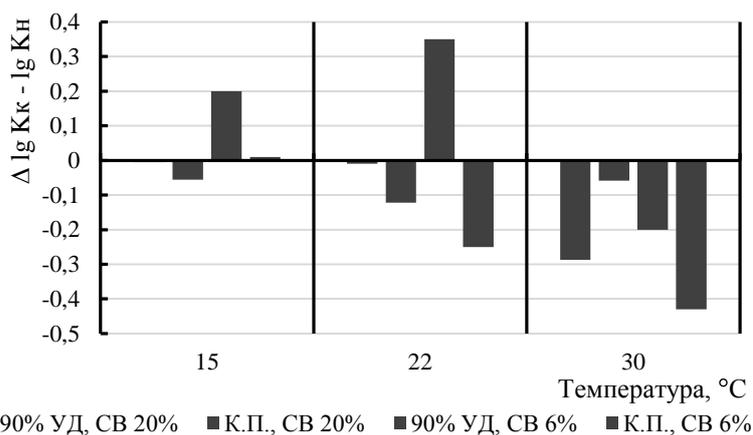


Рис. 8. Влияние температуры ЭД-процесса на прирост БГКП в образцах творожной сыворотки

Температурные режимы, выбранные для проведения исследований во время процесса ЭД, в натуральной творожной сыворотке незначительно повлияли на рост микроорганизмов, так как начальное обсеменение сырья было выше нормы по требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

В подсушенной творожной сыворотке выбранные температурные режимы электродиализной обработки практически не влияют на развитие показателей КМАФАнМ, БГКП и некоторые группы микроорганизмов.

Рост дрожжей был одинаковым как в подсушенной, так и в исходной творожной сыворотке.

Стабильный рост был отмечен в натуральной творожной сыворотке при температуре 22 и 30 °С, так как данные температурные режимы являются оптимальными для развития дрожжей и плесеней.

Контрольные пробы всех видов сыворотки, которые термостатировались при температурах, соответствующих температурам процесса электродиализа, не показывали интенсивного прироста микрофлоры (рис. 1–8), кроме дрожжей, которые развивались как в контрольных пробах, так и в образцах после ЭД обработки.

Результаты, полученные в ходе проведения исследований, позволили обосновать выбор оптимальной температуры электродиализной обработки творожной сыворотки, которая не способствовала развитию микрофлоры и позволила повысить про-

изводительность процесса электродиализа.

Оптимальным температурным режимом процесса электродиализной обработки творожной сыворотки является (15,0±1,0) °С. При данной температуре практически не происходит развития тех или иных групп микроорганизмов, что позволяет нам получить конечный продукт, соответствующий стандартам качества, а также повысить производительность электродиализной установки.

Возможной оптимальной температурой проведения процесса электродиализа творожной сыворотки может быть (22,0±1,0) °С. Однако установлен факт активного развития дрожжей при данном температурном режиме (22,0±1,0) °С, что отрицательно скажется на качестве готового продукта.

Список литературы

1. Решение проблемы экологической безопасности при переработке лактозосодержащего сырья с повышенной кислотностью / И.А. Евдокимов, Н.Я. Дыкало, Д.Н. Володин, А.И. Терновой // Проблемы экологической безопасности Северо-Кавказского региона: материалы регион. конф. – Ставрополь: СГСХА, 2000. – С. 34–33.
2. Храмов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учеб. пособие / А.Г. Храмов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – С. 307.
3. Евдокимов, И.А. Электродиализ – перспективный метод переработки молочной сыворотки / И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин, Н.Я. Дыкало // Переработка молока. Отраслевые ведомости. – 2001. – № 2. – С. 78.
4. Влияние ионов некоторых металлов на рост при действии постоянного электрического тока / Н.М. Ключин, З.С. Науменко, Н.В. Годовых [и др.] // Вестник Челябинского государственного университета. – 2012. – № 31. – Вып. 15.
5. Overview of membrane science and technology. In: Baker RW, editor. Membrane technology and applications. 2nd ed. Chichester, Baker RW. UK: John Wiley & Sons, Ltd. 2004.
6. Андреев, В.С. Возможная роль реструктуризации воды в слабых электрических полях при адаптации микроорганизмов к стрессовым воздействиям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.biophis.ru

RESEARCH OF INFLUENCE OF MASS FRACTION OF SOLIDS ON THE DEVELOPMENT OF COTTAGE CHEESE WHEY MICROFLORA DURING THE ELECTRODIALYSIS PROCESSING

M.E. Kosenko*, I.K. Kulikova, A.N. Donskih, G.S. Anisimov, I.A. Evdokimov

North-Caucasus Federal University,
1, Pushkin Str., Stavropol, 355009, Russia

*e-mail: info@ncfu.ru

Received: 12.02.2016

Accepted: 15.04.2016

One of the problems of whey electrodiagnosis is the possible reduction of microbiological indices of raw materials during the process, which negatively affects the quality of the final product. Whey is a perfect medium for the development of microorganisms, so to determine temperature and time parameters is important today. Low-temperature electrodiagnosis whey processing enables to reduce the risk of the development of foreign microflora, but does not provide high efficiency of the process. The temperature increase, in its turn, can cause the intensive growth of microorganisms. It is undesirable, because demineralized whey is used as a base in beverages, desserts and baby products. This article presents the results of the influence of temperature conditions of desalting process on the development of thermophilic and psychrophilic microorganisms, yeasts and molds as well as QMAFAnM and CGB indices. The object of research was the natural cottage cheese whey with a mass fraction of solids (5.6 ± 0.2)%, and condensed cottage cheese whey with a mass fraction of solids (18.0 ± 10)%. Microbiological and physico-chemical parameters were controlled in the research. The results showed that with increasing temperature of (15.0 ± 1.0)°C to (30.0 ± 1.0)°C there is the development of the natural microflora in thermophilic cheese whey samples and yeast both in serum samples and in condensed samples of cheese whey, psychrophilic microflora in condensed whey at (22.0 ± 1.0)°C. QMAFAnM growth under all temperature conditions was insignificant. However, there was a decline of coliforms and psychrophilic microorganisms in the samples of natural cottage cheese whey. The results obtained enable to choose the optimum temperature modes of the electrodiagnosis processing of cottage cheese whey.

Cottage cheese whey, membrane processes, electrodiagnosis

References

1. Evdokimov I.A., Dykalo N.Ya., Volodin D.N., Ternovoy A.I. Reshenie problemy ekologicheskoy bezopasnosti pri pererabotke laktozosoderzhashchego syr'ya s povyshennoy kislotnost'yu [The decision of problems of ecological safety in the processing of lactose containing raw material with high acidity]. *Materialy regional'noy konferentsii «Problemy ekologicheskoy bezopasnosti Severo-Kavkazskogo regiona»* [Proc. of the reg. conf. "Problems of ecological safety of the North Caucasus region"]. Stavropol', 2000, pp. 34–33.
2. Khramtsov A.G., Nesterenko P.G. *Tekhnologiya produktov iz molochnoy syvorotki* [Technology of products from whey]. Moscow, DeLi print Publ., 2004. 307 p.
3. Evdokimov I.A., Volodin D.N., Dykalo N.Ya. Elektrodiализ–perspektivnyy metod pererabotki molochnoy syvorotki [Electrodialysis-promising method for processing of whey]. *Pererabotka moloka* [Milk Processing], 2001, no. 2, pp. 78.
4. Klyushin N.M., Naumenko Z.S., Godovykh N.V., et al. Vliyanie ionov nekotorykh metallov na rost *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas aeruginosa* pri deystvii postoyannogo elektricheskogo toka [Influence of ions of certain metals on the growth *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* the action of direct electric current]. *Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta* [CSU Bulletin], 2012, no. 31, iss. 15, pp. 26–31.
5. Baker R.W. (ed.) *Membrane technology and applications. 2nd ed.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2004. 545 p.
6. Andreev V.S. *Vozmozhnaya rol' restrukturyzatsii vody v slabykh elektricheskikh polyakh pri adaptatsii mikroorganizmov k stressovym vozdeystviyam* [The possible role of water restructuring in weak electric fields at the micro-organisms to adapt to stress-es]. Available at: <http://www.biophis.ru>. (accessed 13 February 2016).

Дополнительная информация / Additional Information

Исследование влияния массовой доли сухих веществ на развитие микрофлоры творожной сыворопки в процессе электродиализной обработки / М.Е. Косенко, И.К. Куликова, А.Н. Донских, Г.С. Анисимов, И.А. Евдокимов // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 40–46.

Kosenko M.E., Kulikova I.K., Donskih A.N., Anisimov G.S., Evdokimov I.A. Research of influence of mass fraction of solids on the development of cottage cheese whey microflora during the electrodiagnosis processing. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 40–46 (in Russ.).

Косенко Мария Евгеньевна

инженер, центр биотехнологического инжиниринга, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355009, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Maria E. Kosenko

Engineer, Center of Biotechnological Engineering, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355009, Russia, phone: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Куликова Ирина Кирилловна

канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной биотехнологии, Институт живых систем, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355009, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Irina K. Kulikova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Applied Biotechnology, Living Systems Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355009, Russia, phone: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Донских Александр Николаевич

канд. техн. наук, инженер, центр биотехнологического инжиниринга, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355009, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Alexander N. Donskih

Cand.Sci.(Eng.), Engineer, Center of Biotechnological Engineering, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355009, Russia, phone: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Анисимов Георгий Сергеевич

канд. техн. наук, директор, центр биотехнологического инжиниринга, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355009, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Georgi S. Anisimov

Cand.Sci.(Eng.), Director, Center of Biotechnological Engineering, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355009, Russia, phone: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Евдокимов Иван Алексеевич

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры прикладной биотехнологии, Институт живых систем, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355009, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru

Ivan A. Evdokimov

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Applied Biotechnology, Living Systems Institute, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355009, Russia, phone: +7 (8652) 95-68-08, e-mail: info@ncfu.ru



ОБЪЕКТИВНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВИШНЕВЫХ ВОДОК**А.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина*, Г.А. Алиева**

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: 02.02.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Состав ароматических компонентов всех алкогольных напитков, полученных из дистиллятов, включает одинаковые основные группы летучих соединений – спирты, эфиры, ацетали, альдегиды, летучие кислоты. Однако их качественный и количественный состав значительно различается и зависит как от вида сырья, так и от особенностей технологии их производства. С целью разработки объективных критериев оценки качества вишневых водок были исследованы 24 образца известных европейских производителей с использованием ГХ анализа, сенсорной оценки и методов математической статистики, позволивших провести корреляционный анализ полученных результатов. При изучении взаимосвязи между характерными тонами аромата вишневых водок и составом летучих компонентов были построены сенсорные профили исследуемых образцов. Установлено, что для высококачественных вишневых водок характерными тонами в аромате является тон свежей вишни с миндальным оттенком. С помощью канонического корреляционного анализа определены наиболее значимые коэффициенты корреляции. Установлена высокая степень взаимосвязи между дегустационным баллом и концентрацией 1-пропанола ($R = 0,722$), суммарным содержанием высших спиртов ($R = 0,865$), соотношением суммы спиртов C_3 и суммы спиртов C_4, C_5 ($R = 0,872$) и отношением суммы эфиров капроновой, каприловой и каприновой кислот (энантовых эфиров) к сумме сложных эфиров ($R = 0,934$). Наиболее значимые отрицательные коэффициенты корреляции определены для концентраций метанола ($-0,974$), ацетальдегида ($-0,930$), гексанола ($-0,947$) и этиллактата ($-0,963$). На основании выполненных исследований рекомендованы объективные критерии оценки качества вишневых водок, включающие сенсорные дескрипторы, предельные значения массовых концентраций метанола, ацетальдегида, пропанола, этиллактата, а также соотношения спиртов C_3 и суммы спиртов C_4, C_5 – не менее 0,51 и соотношение энантовых эфиров и сложных эфиров – не менее 0,47.

Вишневая водка, летучие компоненты, ароматический профиль, коэффициент корреляции

Введение

Состав летучих компонентов является основополагающим и неотъемлемым фактором, определяющим сенсорное восприятие винодельческой продукции, включая ее аромат и вкус. Особенно большое значение этот фактор имеет при оценке органолептических характеристик таких спиртных напитков, как коньяк, кальвадос и плодовые (фруктовые) водки. Несмотря на то что состав летучих компонентов этих продуктов изучен довольно подробно, имеется очень узкий круг работ, посвященных решению проблемы определения взаимосвязи между количественным содержанием летучих соединений и органолептической оценкой напитка [1–6].

Состав ароматических компонентов всех алкогольных напитков, полученных из дистиллятов, включает одинаковые основные группы летучих соединений – спирты, эфиры, ацетали, альдегиды, летучие кислоты. Однако их пропорции значительно различаются и зависят как от вида сырья, так и от особенностей технологии их производства [1]. Вследствие этого изучение взаимосвязи между составом летучих компонентов плодовых (фруктовых) водок, произведенных из различных видов сырья, и их дегустационной оценкой требует в каждом конкретном случае особых подходов.

Одним из наиболее популярных напитков этой группы является вишневая водка, производство

которой довольно широко распространено в ряде европейских стран. В этой связи целью наших исследований явилась разработка объективных критериев оценки качества вишневых водок на основе установления корреляционных связей между органолептической оценкой и составом их летучих компонентов.

Наряду с газохроматографическим методом определения состава летучих компонентов, который, несомненно, является важным звеном в определении качества напитка, необходимо также учитывать воздействие ароматических компонентов путем определения сенсорных порогов их восприятия [5]. Для установления степени влияния состава летучих компонентов на дегустационную оценку обычно используются различные методы математической статистики, которые позволяют определить коэффициенты корреляции как для каждого компонента, так и для их групп [7]. При положительной корреляции увеличение (или уменьшение) значений одной переменной ведет к закономерному увеличению (или уменьшению) другой переменной, то есть взаимосвязи типа увеличение-увеличение (уменьшение-уменьшение).

При отрицательной корреляции увеличение (или уменьшение) значений одной переменной ведет к закономерному уменьшению (или увеличению) другой переменной, т.е. взаимосвязи типа увеличение-уменьшение (уменьшение-увеличение).

Иными словами, коэффициент корреляции (R_{xy}) показывает, насколько линейно-зависимыми являются сравниваемые величины [8], то есть выполняется ли линейное уравнение: $Y(i) = a + b \cdot X(i)$, где «a» и «b» – коэффициенты линейного уравнения; $Y(i)$ и $X(i)$ – сравниваемые величины.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований использовали 24 образца вишневых водок восьми наиболее известных производителей. В соответствии с действующими Европейским Регламентом и отечественными нормативными документами вишневая водка представляет собой продукт, полученный путем смешивания вишневого дистиллята и подготовленной воды в определенных соотношениях, без использования дополнительных ингредиентов (ароматизаторов, красителей и т.д.). От каждого производителя были отобраны по три образца вишневой водки с различными датами розлива. В исследованиях, в том числе проводимых зарубежными специалистами [5, 7], предусматривающих разработку объективных критериев оценки качества, не используют эталонные образцы.

Во всех исследуемых образцах методом газовой хроматографии определяли состав летучих компонентов с помощью газового хроматографа «Кристалл 5000.1» («Хроматек», Россия) с пламенно-ионизационным детектором. Хроматографическая колонка HP FFAP: длина – 50 м, внутренний диаметр – 0,32 мм.

Метод позволяет проводить измерение массовой концентрации летучих компонентов в диапазоне измерений: для альдегида уксусного, ацетона, 2-пропанола, 2-бутанола, 1-пропанола, изоамилацетата, 1-бутанола, этилпропаноата, гексанола, этиллактата, этилпропионата, этилпропаноата – от 0,5 до 500 мг/дм³ включительно, для этилацетата, метилового спирта, изобутилового спирта – от 0,5 до 1000 мг/дм³ включительно, для изоамилового спирта – от 0,5 до 2000 мг/дм³ включительно. Продолжительность анализа 30 минут.

Органолептическую оценку вишневых водок осуществляли в соответствии с ГОСТ Р 52813-2007 «Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа» по 10-балльной шкале. При этом для целей собственных исследований шкала органолептической оценки была скорректирована: разработаны новые дескрипторы для оценки характера аромата и его интенсивности, при оценке вкусовых ощущений введены понятия «чистота», «полнота», «мягкость», «жгучесть» и «гармоничность», исключено понятие «букет».

В работе был использован канонический корреляционный анализ, где коэффициент корреляции (R_{xy}) характеризует величину, отражающую степень взаимосвязи двух переменных между собой. Он может варьировать в пределах от -1 (отрицательная корреляция) до +1 (положительная корреляция).

Если значение коэффициента корреляции приближается к 0, то это говорит об отсутствии корреляционных связей между переменными. Существенность коэффициентов парной корреляции определяли по величине df -критерия путем сравнения его с табличным значением [8]. Обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием стандартного программного обеспечения Microsoft Excel 2011 и Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены средние значения содержания летучих компонентов для каждого производителя вишневой водки.

Согласно полученным данным, в составе летучих компонентов вишневых водок преобладают высшие спирты, однако их концентрация колеблется в достаточно широких пределах от 44 до 97 % от общего количества летучих веществ в вишневых водках.

Из алифатических спиртов в вишневых водках обнаружены 1-пропанол, 2-пропанол, 2-бутанол, изобутанол, 1-бутанол, изоамилол, гексанол. Наибольшее количество высших спиртов содержит вишневая водка торговой марки Scheibel – 3578,4 мг/дм³.

Изобутанол и изоамилол, являющиеся основными компонентами сивушных масел, содержатся в исследованных образцах в концентрациях от 100,1 до 945,2 мг/дм³ и от 420,6 до 1574,6 мг/дм³ соответственно, что значительно превышает их пороговые концентрации по восприятию аромата (для изобутанола – 100–200 мг/дм³, для изоамилола – 30–100 мг/дм³). Однако значения коэффициентов корреляции для данных компонентов довольно невысокие (менее 0,5), хотя и имеют положительную характеристику. Таким образом, полученные результаты подтверждают имеющиеся в литературе данные о том, что эти компоненты не оказывают значительного влияния на качество фруктовых бренди [6, 9].

Обнаруженные в вишневых водках концентрации гексанола близки к пороговым. Наиболее высокая концентрация гексанола отмечена в образцах чешских вишневых водок (до 24 мг/дм³), которые имели выраженный травянистый тон в аромате. Как видно из табл. 1, при повышении концентрации гексанола качество напитка снижается, о чем свидетельствует высокий отрицательный коэффициент корреляции.

Концентрация 1-пропанола, обладающего приятным маслянисто-цветочным ароматом, варьируется в пределах от 162,1 до 1200,4 мг/дм³. Учитывая, что пороговое восприятие 1-пропанола находится в пределах от 100 до 500 мг/дм³, а коэффициент корреляции равен 0,722, можно утверждать, что его концентрации, обнаруженные в исследованных вишневых водках, несомненно, оказывают положительное влияние на сложение органолептической характеристики напитка.

Состав летучих компонентов вишневых водок, их дегустационная оценка и корреляционные коэффициенты между концентрацией летучих компонентов, их соотношений (x) и дегустационной оценкой (y)

Показатель	Пороговая концентрация восприятия аромата, мг/дм ³	Массовая концентрация летучих компонентов, мг/дм ³								Коэффициент корреляции с дегустационной оценкой, R _{xy}
		R. Jelinek (Чехия)	Bott Freres (Франция)	Palinka (Венгрия)	Scheibel (Германия)	Schladerer (Германия)	Brionne (Франция)	Specht (Германия)	Alde Gott» (Германия)	
Этиловый спирт, % об.		45,0	45,0	44,0	43,0	42,0	40,0	40,0	40,0	
Метанол	1000	3419,4	2627,1	1517,1	1197,2	1292,2	1034,8	1316,5	1200,0	-0,974
Ацетальдегид	50-100	182,9	91,0	17,4	24,0	32,5	20,4	64,5	27,1	-0,930
1-пропанол	100-500	162,1	712,4	799,4	1157,2	893,1	972,8	267,0	1200,4	0,722
Изобутанол	100-200	100,1	945,2	572,4	815,6	252,6	587,5	147,9	822,2	0,380
Изоамилол	30-100	442,7	715,6	1262,9	1574,6	1449,3	1269,1	420,6	1394,3	0,288
Гексанол	5-20	23,7	12,1	9,1	10,0	2,5	2,4	3,5	2,0	-0,947
ФЭС	10-80	7,5	4,2	5,2	2,8	1,3	4,1	1,1	3,0	-0,805
Изоамилацетат	0,5-5,0	5,1	2,0	1,2	4,3	10,7	2,1	20,2	2,3	0,148
Этилацетат	50-100	166,3	70,3	155,7	49,9	52,7	50,8	324,7	37,1	-0,139
Этилкапроат	0,2-2	0,8	0,8	0,8	0,8	20,6	7,2	0,9	5,2	-0,296
Этиллактат	150-200	568,9	377,4	213,8	14,2	13,4	7,4	89,3	3,1	-0,963
Этилкаприлат	0,2-2	7,4	7,9	3,5	7,4	32,1	27,9	4,0	8,0	-0,237
Этилкапрат	1-5	15,2	22,8	11,4	19,1	23,7	24,7	8,1	29,0	0,052
Суммарное содержание отдельных групп летучих компонентов*										
Альдегиды и кетоны		204,6	101,6	18,5	28,0	36,8	26,0	70,3	33,1	-0,927
Высшие спирты		758,5	2407,0	2666,0	3578,4	2655,0	2839,8	871,0	3426,2	0,865
Сложные эфиры		766,1	483,2	387,9	97,7	155,0	123,3	451,8	86,8	-0,874
Σ спиртов C ₃ / Σ спиртов C ₄ , C ₅		0,30	0,43	0,43	0,48	0,51	0,52	0,46	0,54	0,872
Σ этиловых эфиров кислот C ₆ , C ₈ , C ₁₀ / Σ сложных эфиров		0,23	0,25	0,40	0,45	0,49	0,48	0,41	0,47	0,934
Дегустационная оценка, баллы										
		8,5	9,2	9,5	9,8	9,9	9,9	9,7	9,9	

*При определении суммы летучих компонентов учитывались все идентифицированные летучие компоненты, некоторые из них в иллюстративных материалах не представлены.

Кроме того, установлено, что в сложении аромата напитка значимым является отношение содержания суммы спиртов C_3 (пропиловых) к сумме спиртов C_4, C_5 (бутиловые+амиловые). Коэффициент корреляции для данного отношения составляет 0,872. Максимальное количество гексанола – 23,7 мг/дм³ обнаружено в вишневой водке торговой марки R.Jelinek. Учитывая, что коэффициент корреляции для гексанола равен –0,947, можно предположить, что повышение его концентрации в вишневых водках отрицательно сказывается на их органолептической характеристике.

Из ароматических спиртов в исследованных вишневых водках обнаружен фенолэтиловый спирт в концентрациях от 1,1 до 7,5 мг/дм³. Учитывая, что пороговое восприятие фенолэтилового спирта находится в пределах от 10 до 80 мг/дм³, а значение коэффициента корреляции для него составляет –0,805, можно утверждать, что этот компонент в больших концентрациях также может оказывать влияние на аромат вишневых водок.

Сложные эфиры в исследованных образцах представлены этилацетатом, изоамилацетатом, этилкапроатом, этиллактатом, этилкаприлатом, этилкапроатом и этилформиатом. В наибольших количествах в вишневых водках обнаружены этилацетат (от 37,1 до 324,7 мг/дм³) и этиллактат (от 3,1 до 568,9 мг/дм³). Пороговые концентрации этих компонентов составляют: для этилацетата – от 50 до 100 мг/дм³, для этиллактата – свыше 150 мг/дм³. Этилацетат и этиллактат имеют отрицательные коэффициенты корреляции, однако их значения сильно различаются. В отношении этилацетата можно говорить об отсутствии корреляции его концентрации с органолептической характеристикой вишневых водок. В то же время высокий отрицательный коэффициент, полученный для этиллактата (–0,963), свидетельствует о том, что с увеличением его концентрации органолептические свойства вишневой водки значительно ухудшаются. Как отмечается в ряде работ [10, 11, 12], высокие кон-

центрации этиллактата в вишневых водках обусловлены наличием молочнокислых бактерий *Lactobacillus* в сырье, что связано с нарушением технологических режимов.

Этиловые эфиры жирных кислот дрожжей – этилкапроат, этилкаприлат, этилкапроат содержатся в концентрациях 0,9–20,8 мг/дм³, 3,5–32,1 мг/дм³ и 8,1–29,0 мг/дм³ соответственно, что равно или превышает их пороговые концентрации по аромату. Однако результаты корреляционного анализа свидетельствуют об отсутствии взаимосвязи между содержанием этих эфиров и органолептической оценкой вишневых водок в отличие от коньячных дистиллятов, в которых эти соединения являются одними из важных ароматобразующих компонентов [9]. Вместе с тем наиболее значимым является отношение содержания суммы этиловых эфиров капроновой, каприновой и каприловой кислот к сумме сложных эфиров. Для этого показателя $R = 0,934$, что свидетельствует о его существенном влиянии на органолептическую характеристику напитка.

По данным Н. Tanner [12], метанол, присутствующий во всех вишневых водках, может способствовать образованию резкого побочного привкуса. Согласно нашим исследованиям для метанола коэффициент корреляции равен –0,974, что согласуется с данными вышеуказанного автора. Кроме того, концентрация метанола строго регламентируется в действующей нормативной документации как один из показателей безопасности.

Полученные данные по составу летучих компонентов вишневых водок разных производителей с учетом рассчитанных коэффициентов корреляции позволили выделить ряд отдельных компонентов и групп соединений, которые в той или иной степени оказывают влияние на характер аромата и потребительские качества вишневых водок. На рис. 1 представлено распределение основных ароматобразующих компонентов вишневых водок в соответствии с их значимостью при органолептической оценке.

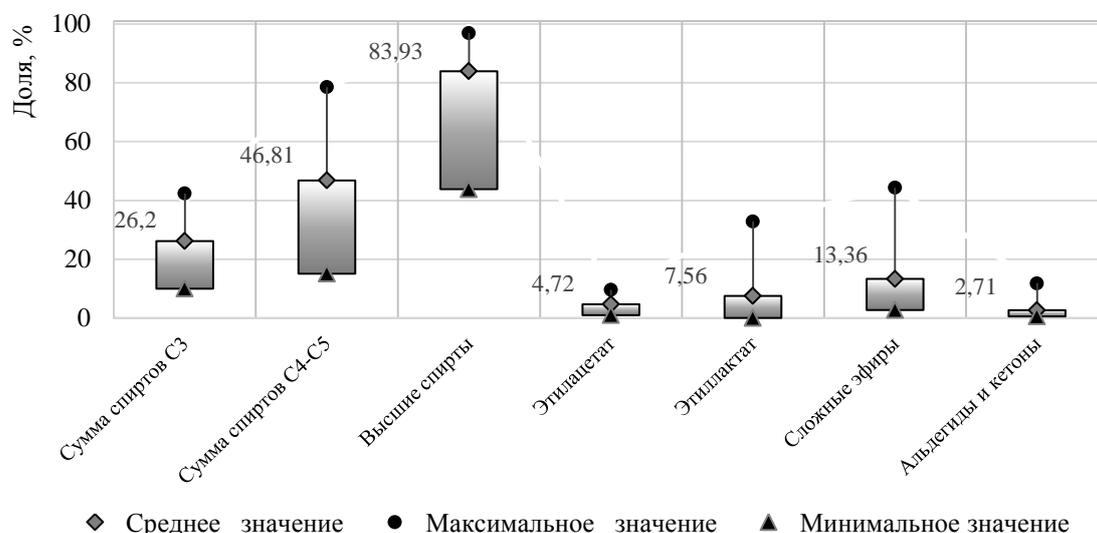


Рис. 1. Доля наиболее значимых ароматобразующих компонентов в составе летучих соединений вишневых водок

Установлено, что в вишневых водках наивысшего качества пропиловые спирты (C₃) и сумма бутиловых (C₄) и амиловых спиртов (C₅) составляют от 10 до 15 %. Доля сложных эфиров варьируется в достаточно широких пределах – от 3 до 44 % и в среднем составляет 13,5 %.

Наименьшую долю в составе ароматобразующих компонентов составляют карбонильные соединения (альдегиды и кетоны) – в среднем не более 3 %, причем в водках, получивших наивысший дегустационный балл, карбонильные соединения составляют 0,5–1,0 %. На долю этилацетата приходится в среднем 5 % от суммы летучих компонентов. Массовая доля этиллактата в вишневых водках, обладающих наиболее высоким качеством, не превышает 10 %.

Таким образом, сочетание ГХ анализа, органолептического анализа и методов математической

статистики позволило выделить ряд соединений, наиболее существенно влияющих на качество вишневых водок. С высокой степенью достоверности к ним относятся 1-пропанол, отношение суммы спиртов C₃ к сумме спиртов C₄, C₅, отношение суммы этиловых эфиров капроновой, каприловой, каприновой кислот (энантовых эфиров) к сумме сложных эфиров, этилацетат, ацетальдегид и этиллактат. Наиболее значимые отрицательные коэффициенты корреляции определены для концентраций метанола (–0,974), ацетальдегида (–0,930), гексанола (–0,947) и этиллактата (–0,963).

На основании результатов дегустации были построены сенсорные профили аромата и вкуса для исследуемых образцов и приняты определенные дескрипторы (рис. 2–4). Для более удобного прочтения профили разбили на три группы по крепости вишневой водки: 44–45 % об., 42–43 % об. и 40 % об.

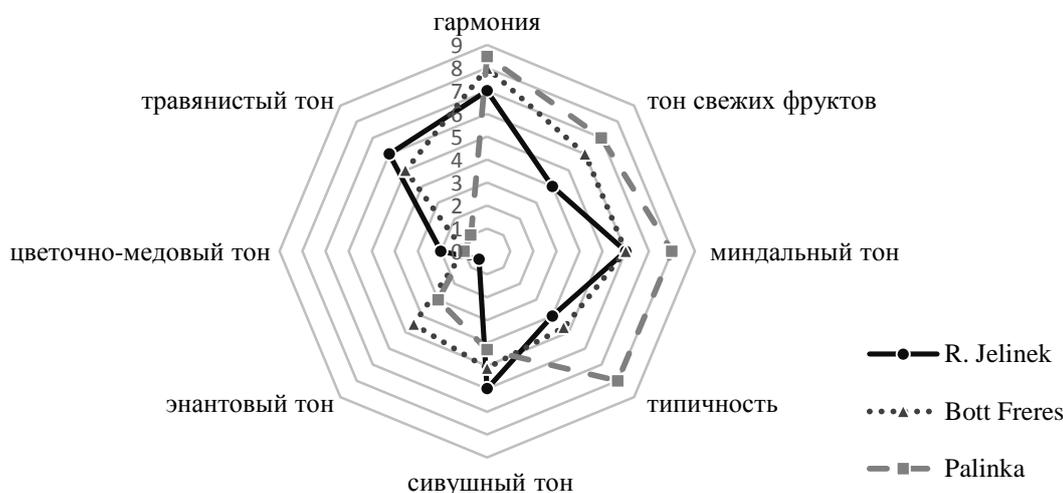


Рис. 2. Сенсорный профиль аромата вишневых водок крепостью 44–45 % об.

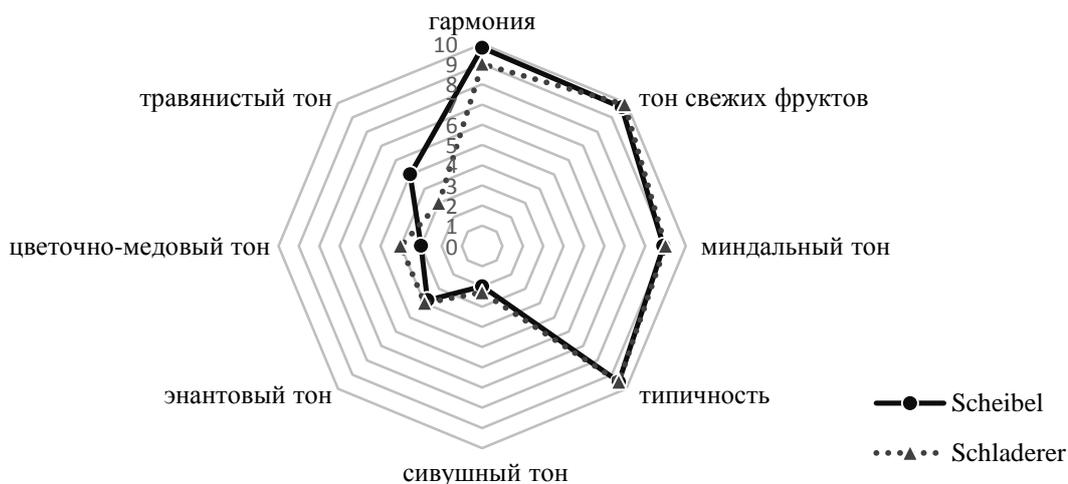


Рис. 3. Сенсорный профиль аромата вишневых водок крепостью 42–43 % об.

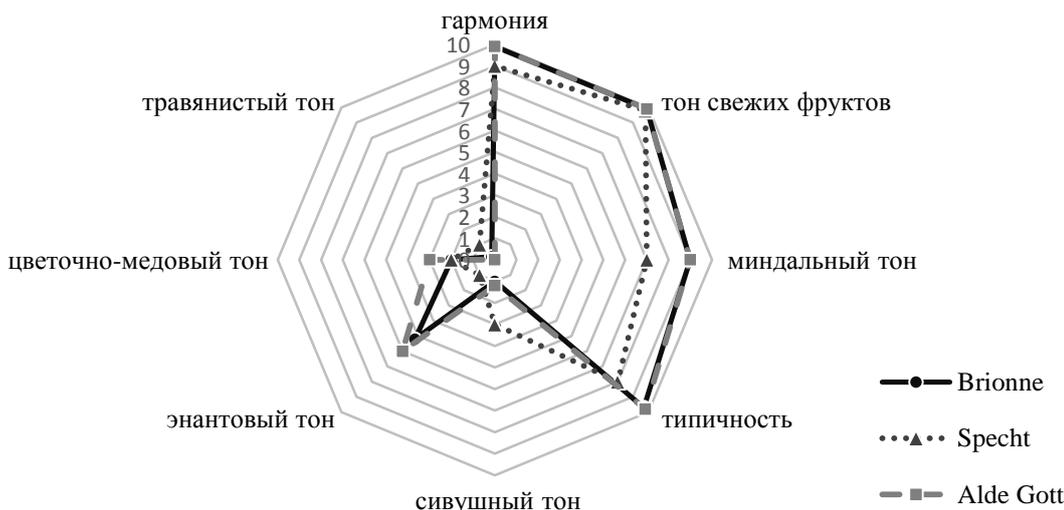


Рис. 4. Сенсорный профиль аромата вишневых водок крепостью 40 % об.

Полная органолептическая характеристика любого спиртного напитка складывается из трех основных показателей – внешний вид, аромат (букет) и вкус. Как правило, плодовые водки бесцветны и прозрачны. Исходя из того, что их основу составляют дистилляты, в отсутствие экстрактивных компонентов, определяющим показателем качества при их органолептической оценке является характер и интенсивность аромата. Вкус в этом случае определяется сочетанием тактильных (осязательных) ощущений. О понятии «букет» можно говорить в водках, выдержанных определенное время в контакте с древесиной дуба. В нашей работе такие образцы не рассматривались.

Описательные характеристики (дескрипторы), предложенные для органолептической характеристики вишневых водок, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Описательные характеристики, принятые в качестве дескрипторов сенсорных ощущений при дегустации вишневых водок

Показатель	Характеристики	Интенсивность, ед.
Внешний вид	Бесцветный, прозрачный, с блеском,	0,5–1,0
	светло-соломенный, прозрачный, с блеском,	0,5–1,0
	с опалом, с включениями	0
Аромат	Свежих фруктов, сухофруктов, цветочно-медовый, миндальный, древесный, энантовый, травянистый (зеленой листвы)	0–5,0
Вкус	Гармоничный, мягкий, типичный, жгучий, слащавый, негармоничный	3,5–4,0 0

Во всех вишневых водках, помимо тона свежих фруктов, в аромате присутствует миндальный тон, что наряду с гармонией, безусловно, обеспечивает напиткам их типичность. Наиболее ярко выраженный аромат и вкус свежих фруктов отмечен в плодовых водках Scheibel, Schladerer, Brionne, Specht и Alde Gott.

Тона энантовых эфиров наиболее выражены в вишневых водках торговых марок Bott Freres, Scheibel, Brionne и Alde Gott, однако это не является типичным признаком данного вида напитков.

Таблица 3

Критерии оценки качества вишневых водок

Показатель	Характеристика показателя
Органолептические показатели	
Внешний вид	Бесцветный, прозрачный, с блеском
Аромат	Свежих плодов вишни с цветочно-медовым и миндальными оттенками
Вкус	Гармоничный, мягкий, типичный для плодов вишни
Физико-химические показатели	
Массовая концентрация метанола, г/дм ³ б.с.	Не более 3,0
Массовая концентрация ацетальдегида, мг/дм ³ б.с.	Не более 100,0
Массовая концентрация пропанола, мг/дм ³ б.с.	Не менее 1800,0
Массовая концентрация этил-лактата, мг/дм ³ б.с.	Не более 500,0
Σ спиртов C ₃ / Σ спиртов C ₄ , C ₅	Не менее 0,51
Σ энантовых эфиров / Σ сложных эфиров	Не менее 0,47

Стоит отметить, что наилучшими вкусовыми и ароматическими характеристиками обладали вишневые водки крепостью не более 43 % об. На основании выполненных исследований рекомендованы объективные критерии оценки качества вишневых водок, на которые мы ориентировались при разработке оптимальных технологических режимов про-

изводства крепкого спиртного напитка из вишни (табл. 3). Разработанные критерии можно рекомендовать для использования в качестве идентификационных показателей при проведении экспертизы данного вида продукции.

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны научно обоснованные объек-

тивные критерии оценки качества спиртных напитков из вишни, включающие предельные концентрации метанола, ацетальдегида, пропанола и этиллактата, а также соотношения спиртов C_3 и суммы спиртов C_4 , C_5 и суммы энантичных эфиров и сложных эфиров.

Предложена система сенсорных дескрипторов аромата и вкуса, позволяющая охарактеризовать органолептические показатели вишневых водок с учетом специфики исследуемого объекта.

Список литературы

1. Оганесянц, Л.А. Теория и практика плодового виноделия / Л.А. Оганесянц, А.Л. Панасюк, Б.Б. Рейтблат. – М.: Промышленно-консалтинговая группа «Развитие» по заказу ГНУ ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности, 2011. – 396 с.
2. Оганесянц, Л.А. Научные аспекты производства крепких спиртных напитков из плодового сырья / Л.А. Оганесянц [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2012. – № 1. – С. 18–19.
3. Оганесянц, Л.А. Качественный и количественный состав летучих компонентов плодовых водок / Л.А. Оганесянц [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2013. – № 6. – С. 22–24.
4. Оганесянц, Л.А. Изучение летучих компонентов шелковичных дистиллятов / Л.А. Оганесянц, Г.В. Лорян // Виноделие и виноградарство. – 2015. – № 2. – С. 17–20.
5. Diéguez, S.C., de la Pena, M.L.G., Gómez, E.F. Volatile composition and sensory characters of commercial Galician Orujo Spirits / S.C. Diéguez, M.L.G. de la Pena, E.F. Gómez // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2005. – Vol. 53. – P. 6759–6765.
6. Janáčová, A. The identification of aroma-active compounds in Slovak brandies using GC-sniffing, GS-MS and sensory evaluation / A. Janáčová [at al.] // Chromatographia. – 2008. – Vol. 67. – P. 113–121.
7. Lukis, I. Relationship between volatile aroma compounds and sensory quality of fresh grape marc distillates / I. Lukis [at al.] // J. Institute of Brewing. – 2012. – № 118. – P. 285–294.
8. Бунтова, Е.В. Статистическая обработка результатов измерений: учеб. пособие / Е.В. Бунтова. – Самара: Книга, 2011. – 87 с.
9. Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пигготт (ред.); перевод с англ. под общ. ред. А.Л. Панасюка. – СПб.: Профессия, 2006. – 552 с.
10. Оганесянц, Л.А. Ресурсосберегающая технология дистиллята из вишневой мезги / Л.А. Оганесянц [и др.] // Пищевая промышленность. – 2013. – № 7. – С. 29–31.
11. Poisson, L., Schieberle, P. Characterization of the most odor-active compounds in an American bourbon whisky by application of the aroma extract dilution analysis / L. Poisson, P. Schieberle // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2008. – № 56. – P. 5813–5819.
12. Tanner, H., Brunner H.R. Obstbrennerei heute / H. Tanner, H.R. Brunner // Ein leitfaden fur Kleinbrenner. – Heller Chemie. – 2007. – 250 p.

OBJECTIVE QUALITY ESTIMATION INDICES FOR CHERRY BRANDIES

L.N. Krikunova, E.V. Dubinina*, G.A. Alieva

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

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

Received: 02.02.2016

Accepted: 15.04.2016

The compositions of aroma compounds of alcoholic beverages derived from distillates include the same basic groups of volatile compounds – alcohols, esters, acetals, aldehydes, volatile acids. However, their proportions and content vary considerably and depend on both the type of raw materials used and the processing procedure features. In order to develop objective quality estimation indices for cherry brandies 24 brandy samples produced by well-known European manufacturers were examined using gas chromatographic analysis, sensory testing method and methods of mathematical statistics that enabled us to carry out a correlation analysis of the results obtained. The sensory aroma profiles of investigated samples were created basing on the results of the study. It was found, that fresh cherry aroma with an almond shade is characteristic of high-quality cherry brandies. With canonical correlation analysis, the most significant correlations were identified. High degree of correlation between the tasting score and the concentration of 1-propanol ($R = 0.722$); the amount content of higher alcohols ($R = 0.865$); the ratio of the amount of C_3 alcohols to the amount of C_4 , C_5 alcohols ($R = 0.872$); and the ratio of ethyl esters of caproic, caprylic and capric acids (enanthic ethers) to the amount of all esters ($R = 0.934$) was established. The most significant negative correlation coefficients were determined for the concentrations of methanol (-0.974), acetaldehyde (-0.930), hexanol (-0.947) and ethyl lactate (-0.963). Based on the investigations objective quality estimation indices for cherry brandies were recommended, including sensory descriptors, the limit values of methanol, acetaldehyde,

propanol, ethyllactate mass concentrations, and the ratio of the alcohols to the amount of C₃ alcohols C₄, C₅ – not less than 0.51 and the ratio of enanthic ethers to esters – not less than 0.47.

Cherry brandies, volatile compounds, aromatic profiles, correlation coefficient

References

1. Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Reytblat B.B. *Teoriya i praktika plodovogo vinodeliya* [Theory and practice of fruit winemaking]. Moscow, Promyshlennno-konsaltingovaya gruppa «Razvitie», 2011. 396 p.
2. Oganesyants L.A., Reytblat B.B., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V. Nauchnye aspekty proizvodstva krepkikh spirtnykh napitkov iz plodovogo syr'ya [The scientific aspects of the production of spirits from fruit raw materials]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and viticulture], 2012, no. 1, pp. 18–19.
3. Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Osipova V.P., Dubinina E.V., Alieva G.A. Kachestvennyy i kolichestvennyy sostav letuchikh komponentov plodovykh vodok [Qualitative and quantitative composition of the volatile components of fruit brandies]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and viticulture], 2013, no. 6, pp. 22–24.
4. Oganesyants L.A., Loryan G.V. Izuchenie letuchikh komponentov shelkovichnykh distillyatov [Study of volatile components of mulberry of distillates]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and viticulture], 2015, no. 2, pp. 17–20.
5. Diéguez S.C., M.L.G. de la Pena, Gómez E.F. Volatile composition and sensory characters of commercial Galician Orujo Spirits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, vol. 53, pp. 6759–6765.
6. Janáčová A., et al. The identification of aroma-active compounds in Slovak brandies using GC-sniffing, GS-MS and sensory evaluation. *Chromatographia*, 2008, vol. 67, pp. 113–121.
7. Lukis I., et al. Relationship between volatile aroma compounds and sensory quality of fresh grape marc distillates. *J. Institute of Brewing*, 2012, no. 118, pp. 285–294.
8. Buntova E.V. *Statisticheskaya obrabotka rezul'tatov izmereniy* [Statistical analysis of the measurements]. Samara, Kniga Publ., 2011. 87 p.
9. Lea A.G.H., Piggott J.R. (eds.) *Fermented beverage production*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2003. 423 p. [Russ. ed.: Li. E., Piggott Dzh. (eds.) *Spirtnie napitki. Osobennosti brozheniya i proizvodstva*. St. Petersburg, Professija Publ., 2006. 552 p.].
10. Oganesyants L.A., Peschanskaya V.A., Dubinina E.V., Alieva G.A. Resursosberegayushchaya tekhnologiya distillyata iz vishnevoy [Resource-saving technology distillate from cherry mash]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2013, no. 7, pp. 29–31.
11. Poisson L., Schieberle P. Characterization of the most odor-active compounds in an American bourbon whisky by application of the aroma extract dilution analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, no. 56, pp. 5813–5819.
12. Tanner H., Brunner H.R. *Obstbrennerei heute. Ein leitfaden fur Kleinbrenner*. Heller Chemie, 2007. 250 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Крикунова, Л.Н. Объективные критерии оценки качества вишневого водки / Л.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина, Г.А. Алиева // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 47–54.

Krikunova L.N., Dubinina E.V., Alieva G.A. Objective quality estimation indices for cherry brandies. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 47–54 (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

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

Алиева Гелана Аллиловна

младший 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: gelani@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

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

Gelana A. Alieva

Junior 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: gelani@yandex.ru



УДК 664.314.6

СОЗДАНИЕ ОБОГАЩЕННОЙ БЕЛКОВО-ЖИРОВОЙ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ МЯСОПРОДУКТОВ

С.Ю. Лескова*, М.Б. Данилов, Н.И. Гомбожапова

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

*e-mail: s_leskova@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 25.11.2015

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Йод имеет важное значение для жизни и здоровья человека. Однако Россия практически на всей территории является эндемичной по йоду. Особенно опасен недостаток йода для детей и пожилых людей. В этой связи обоснована необходимость создания новых продуктов массового потребления, обогащенных йодом. В качестве объекта йодирования выбраны белково-жировые эмульсии для мясопродуктов, в рецептуры которых входят различные виды сырья животного и растительного происхождения. Представлены теоретические предпосылки для связывания йода компонентами эмульсий: белковая составляющая (молоко сухое, соевый белковый изолят, казеинат натрия) содержит достаточное количество тирозина, фенилаланина, пролина, а жировой компонент - полиненасыщенные жирные кислоты. С помощью симплекс-метода линейного программирования спроектированы оптимальные рецептуры белково-жировых эмульсий с высокими функционально-технологическими свойствами (стабильность 92–95 %) и максимальной степенью связывания йода (до 86 отн. %). Экспериментально установлено, что для максимального связывания йода полученными эмульсиями необходима выдержка в течение 24 ч при температуре не выше 4 °С. По результатам экспериментальных исследований разработана технология производства йодированных эмульсий для мясных продуктов.

Эмульсия, белково-жировая композиция, мясопродукты, йод, технология, обогащение

Введение

Здоровье и благополучие человека во многом зависят от питания. Питанию принадлежит ведущая роль в обеспечении нормального роста и развития организма, защите его от болезней и вредных воздействий, поддержании активного долголетия.

Среди пищевых факторов, имеющих особое значение для здоровья человека, важнейшая роль принадлежит полноценному и регулярному снабжению его организма всеми необходимыми микро-нутриентами: витаминами и жизненно важными минеральными веществами [1].

Обогащать следует прежде всего продукты массового потребления, доступные всем группам детского и взрослого населения и регулярно используемые в повседневном питании.

Важное значение для жизни и здоровья человека имеет такой микронутриент, как йод [2]. Его дефицит в питании является одной из актуальных проблем нутрициологии. Задача в восполнении дефицита йода может быть частично решена путем обогащения им мясных продуктов.

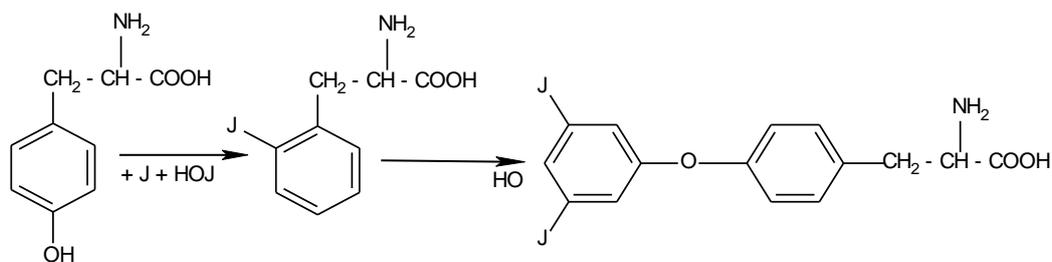
Йод относится к группе веществ, которые постоянно содержатся в живых организмах, включаются в обмен веществ, входят в состав биологически активных соединений и являются незаменимыми. Щитовидная железа не может работать без достаточного количества йода в организме, поскольку он является неотъемлемым компонентом ее гормонов. Она играет важную роль в организме: активно захватывает йод из крови, создает его запасы, образует и выделяет тиреоидные гормоны. В организме

нет такого органа или системы, которые бы в них не нуждались. Они играют важную роль в жизнедеятельности человека любого возраста, особенно в период внутриутробной жизни и раннего детского возраста. Гормоны щитовидной железы выполняют следующие функции: регулируют процессы развития, созревания, специализации и обновления почти всех тканей организма, обеспечивают нормальный энергетический обмен, стимулируют образование белка (анаболический эффект), что приводит к ускорению роста, участвуют в обмене углеводов, жиров и витаминов, снижают уровень холестерина в крови, положительно влияют на иммунную систему [3].

Безусловно, для ликвидации йодной недостаточности прежде всего необходимы источники органического йода [4]. В этой связи нами была исследована возможность йодирования белково-жировой эмульсии (БЖЭ) для мясопродуктов.

Доказано, что йод может образовывать многообразные формы химических соединений с разными валентными состояниями атома в зависимости от окислительно-восстановительных условий и наличия веществ, с которыми галоген способен вступать в реакции. Прочные химические соединения йода образуются при взаимодействии с аминокислотами – тирозином, фенилаланином и пролином [5].

Тирозин и фенилаланин содержат в своем ароматическом кольце аминогруппу (NH₂), которая относится к ориентантам 1-го рода, стимулирующим процесс галогенирования.



Литературные данные по содержанию аминокислот, способных присоединять йод, в основных

белковых компонентах эмульсии представлены в табл. 1.

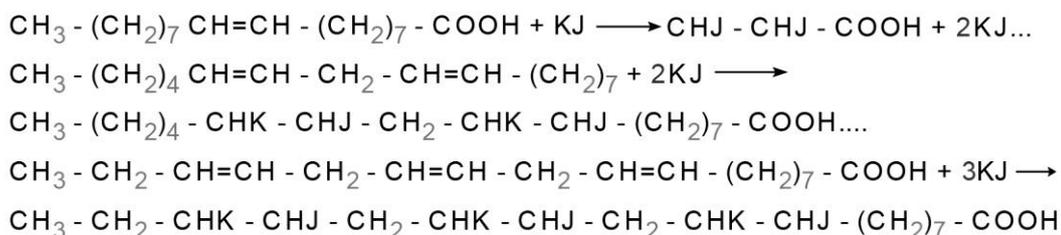
Таблица 1

Содержание фенилаланина и тирозина в белковых компонентах БЖЭ

Содержание	Молоко сухое обезжиренное	Соевый белковый изолят	Казеинат натрия	Свиная шкурка
Белок, %	37,9	92,0	85,0	11,5 (в т.ч. коллаген 6,3)
Аминокислоты, г на 100 г белка:				
Фенилаланин	4,7	5,1	4,4	3,5
Тирозин	5,5	3,5	4,7	1,0
Метионин	-	2,6	-	1,6

Профессором Ю.Н. Ереминым было показано, что не менее прочные соединения образуются при взаимодействии йода с полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК). Двойная связь, содержащая π -электроны, легко поляризуема и обладает электронодонорными свойствами, т.е. является нуклеофилом. Двойная связь склоняет молекулу к взаимодействию с электрофилами и способствует реакции присоединения по двойной связи без разрушения углеродного скелета.

Молекула йода под действием π -электронов поляризуется, и один из ее атомов, приобретая частично положительный заряд, становится электрофилом и захватывается π -электронами (π -комплекс). В π -комплексе происходит дальнейшая поляризация и гетеролитическое расщепление связи галоген-галоген. В результате возникает галогенид-анион и циклический катион галогенония, которые взаимодействуют с образованием дигалогенпроизводного.



ПНЖК, присоединяя к себе йод, легко переносят его через стенки кишечника, однако для дальнейшего их усвоения и высвобождения йода необходима аминокислота – метионин. Поскольку БЖЭ содержит в необходимом количестве аминокислоты тирозин, фенилаланин и метионин и ненасыщенные жирные кислоты, то эмульсии могут быть оптимальным продуктом для йодирования.

Объекты и методы исследований

На основании закономерностей связывания йода жировыми и белковыми компонентами представлялось целесообразным разработать рецептуры БЖЭ, которые учитывали бы наряду с функциональными свойствами и способность к связыванию йода каждым ее компонентом.

Объектами исследования служили: белковая часть эмульсий – это сухое обезжиренное молоко,

казеинат натрия, соевый белковый изолят, свиная шкурка, а жировая – подсолнечное масло. Введение в эмульсию растительного масла обусловлено его высокой биологической эффективностью, обеспечиваемой витаминами А, D и значительным содержанием ПНЖК – до 90 %.

В эмульсию, кроме белковых добавок и масла, был введен полисахарид – каррагинан Bengel MBF. Высокие функциональные свойства каррагинанов в сочетании с экономической эффективностью позволяют широко использовать их в различных мясопродуктах.

Для получения достоверных результатов экспериментальной части работы применяли общепринятые и стандартные методы исследования. При оптимизации состава белково-жировых эмульсий был использован симплекс-метод линейного программирования. Химический состав компонентов,

функционально-технологические показатели и аминокислотный состав эмульсий определяли при помощи методов, описанных в [6]. Содержание

йода выявлено по ГОСТ 26185-84. Содержание основных пищевых компонентов эмульсии и их химический состав представлены в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав компонентов эмульсий

Компоненты	Белок, %	Жир, %	Влага, %	Зола, %	Углеводы, %
Соевый белковый изolat	92,0	0,3	6,0	1,6	0,1
Казеинат натрия	85,0	1,2	6,0	6,8	1,0
Подсолнечное масло	0,0	99,9	0,1	0,0	0,0
Сухое обезжиренное молоко	40,0	1,2	4,0	2,8	52,0
Свиная шкурка	11,5	19,0	68,0	1,5	0,0
Каррагинан	2,0	0,0	12,1	22,5	63,4

Результаты и их обсуждение

Главным и общим принципом создания любого нового вида продукта является достижение максимально возможного уровня пищевой полноценности. В связи с этим для получения оптимальных вариантов БЖЭ, предназначенных для йодирования, использовали симплекс-метод линейного программирования. Для решения поставленной задачи и сбора исходных данных была составлена экономико-математическая модель рецептурной смеси. Критериями оптимальности являлись соотношения коэффициентов белок : жир, белок : влага и максимальная степень связывания йода. При использовании в качестве функции цели того или иного критерия оптимальности соответствующее ограничение исключалось из модели.

Условия оптимального состава БЖЭ в математической модели описываются в виде системы неравенств, в которые введены следующие обозначения:

- x_1 – соевый белковый изolat;
- x_2 – подсолнечное масло;
- x_3 – вода;
- x_4 – казеинат натрия;
- x_5 – сухое обезжиренное молоко;
- x_6 – свиная шкурка;
- x_7 – каррагинан.

При составлении математической модели рецептурной задачи учитывался химический состав, соотношения белок : жир, белок : влага; функционально-технологические свойства (ФТС) компонентов эмульсии.

Ограничения системы неравенств представлены в табл. 3.

Комплексная модель рецептуры БЖЭ представлена следующей системой неравенств:

$$\begin{aligned} 8,0 \leq 92,0 x_1 + 85 x_4 + 40 x_5 + 11,5 x_6 + 2,0 x_7 \leq 11,0 \\ 40,0 \leq 0,3 x_1 + 99,9 x_2 + 1,2 x_4 + 1,2 x_5 + 19 x_6 \leq 45,0 \\ 40,0 \leq 6,0 x_1 + 0,1 x_2 + 100,0 x_3 + 6,0 x_4 + 4,0 x_5 + 68,0 x_6 + 12,1 x_7 \leq 45,0 \\ 0,5 \leq 1,6x_1 + 6,8 x_4 + 2,8 x_5 + 1,5 x_6 + 22,5 x_7 \leq 1,0 \\ 4,0 \leq 0,1 x_1 + x_4 + 52,0 x_5 + 63,4 x_7 \leq 6,5 \\ 65,0 \leq 10,0 x_1 + 47,0 x_2 + 12,0 x_4 + 15,0 x_5 + 11 x_6 + 30,0 x_7 \leq 100,0 \\ 4,0 \leq 0,003 x_1 + 0,01 x_4 + 0,003 x_5 + 1,65 x_6 \leq 5,0 \end{aligned}$$

В этих системах: 1 – содержание белка в компонентах, рекомендуемых в состав рецептуры композиций, %; 2 – содержание жира, %; 3 – содержание влаги, %; 4 – содержание золы, %; 5 – содержание углеводов, %; 6 – степень связывания йода, %; 7 – коэффициент жир : белок.

Таблица 3

Ограничения математической модели рецептур БЖЭ

Показатель	Содержание	
	min	max
Массовая доля белка, %	8,0	11,0
Массовая доля жира, %	40,0	45,0
Массовая доля влаги, %	40,0	45,0
Массовая доля золы, %	0,5	1,0
Массовая доля углеводов, %	4,0	6,5
Степень связывания йода, %	65,0	100,0
Коэффициенты:		
жир : белок	4,0	5,0
белок : влага	4,5	5,0

Для упрощения в этих неравенствах введено обозначение

$$x = x_i / 100, \text{ где } i = 1 \div 5.$$

При этом получается следующее естественное условие получения единицы продукции:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 = 1,0$$

Функции цели для БЖЭ имели следующий вид:

$$F_{\text{и1}} (\text{степень связывания йода}) = 10,0 x_1 + 47,0 x_2 + 12,0 x_4 + 15,0 x_5 + 11,0 x_6 + 30,0 x_7 \rightarrow \max$$

$$F_{\text{и2}} (\text{белок : влага}) = 0,06x_1 + 0,07 x_4 + 0,1x_5 + 5,9 x_6 + 6,05x_7 \rightarrow \max$$

Оптимальные варианты рецептур представлены в табл. 4.

Решение неравенств позволило получить варианты БЖЭ с содержанием белка 8,5÷10 %, жира 44,0÷49 % и влаги на уровне 45 %. Полученные модели БЖЭ-1, БЖЭ-2 при оптимальных соотношениях белка, жира и влаги (1:4:5) обладали высокой стабильностью – 92÷95 %. Данный показатель, как известно, в наибольшей степени определяет качество эмульсий и обуславливает оптимальное развитие их влагосвязывающей, водоудерживающей и жирудерживающей способностей.

Оптимальные рецептуры и качественные показатели белково-жировых композиций

Компоненты	Номер вариантов				
	1	2	3	4	5
Соевый белковый изолят	+	+	+	+	+
Казеинат натрия	-	+	-	-	-
Сухое обезжиренное молоко	-	-	+	-	+
Шкурка свиная	-	-	-	-	+
Каррагинан	-	-	-	+	-
Масло подсолнечное	+	+	+	+	+
Вода питьевая	+	+	+	+	+
Показатели					
Массовая доля белка, %	10,1±0,4	10,0±0,5	9,3±0,4	8,3±0,5	9,0±0,4
Массовая доля жира, %	44,2±0,2	44,1±0,2	45,5±0,3	44,7±0,4	49,1±0,3
Массовая доля влаги, %	45,5±0,5	45,4±0,5	40,1±0,4	45,1±0,5	45,5±0,4
Стабильность, %	94,9±0,9	92,3±0,7	85,2±0,8	95,0±0,9	88,7±0,8
Соотношения					
белок : жир	1,0 : 4,4	1,0 : 4,4	1,0 : 4,9	1,0 : 5,4	1,0 : 5,5
белок : влага	1,0 : 4,5	1,0 : 4,5	1,0 : 4,3	1,0 : 5,4	1,0 : 5,1
Фенилаланин + тирозин, г	0,94	1,01	1,53	0,76	1,34

В зависимости от вида и качества белка, используемого в составе БЖЭ, содержание фенилаланина и тирозина варьирует в пределах 0,8÷1,5 г в 100 кг БЖЭ. Количество тирозиновых остатков в йодируемом белке определяет его предельное насыщение йодом.

Способность связывания йода оптимальными вариантами эмульсий изучали на модельных опытах (БЖЭ-1 – БЖЭ-5) в течение 24÷26 ч с периодичностью отбора проб в 2 ч (рис. 1).

Аппроксимационная зависимость выражена следующими уравнениями регрессии:

y (БЖЭ-1) = $-0,475x_2 + 12,169x + 6,7527$
 с достоверной вероятностью $R^2 = 0,9917$;
 y (БЖЭ-2) = $-0,4923x_2 + 12,417x + 7,444$
 с достоверной вероятностью $R^2 = 0,9917$;
 y (БЖЭ-3) = $-0,5279x_2 + 12,955x + 7,7648$
 с достоверной вероятностью $R^2 = 0,9906$;
 y (БЖЭ-4) = $-0,3036x_2 + 9,3538x + 8,2626$
 с достоверной вероятностью $R^2 = 0,9912$;
 y (БЖЭ-5) = $-0,2229x_2 + 7,3643x + 10,974$
 с достоверной вероятностью $R^2 = 0,993$;
 где y – содержание йода, отн. %;
 x – продолжительность выдержки, ч.

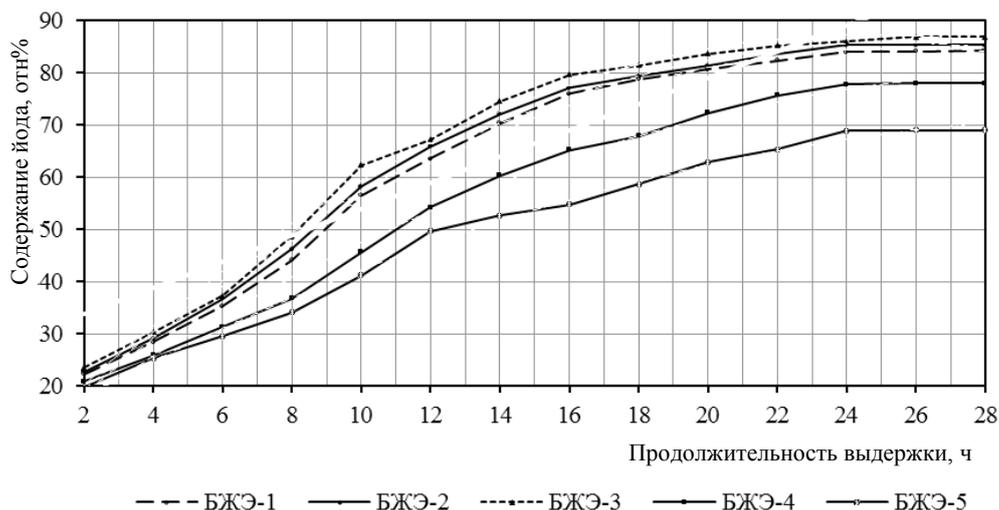


Рис. 1. Динамика накопления йода в белково-жировых эмульсиях

Установлено, что все рассчитанные варианты БЖЭ связывают не менее 65 % йода. Наибольшее его количество – 84÷86 отн. % содержится в БЖЭ-1, БЖЭ-2 и БЖЭ-3.

Относительно высокое содержание йода в БЖЭ-4 (78 %), которая включает полисахарид – каррагинан, можно объяснить образованием прочных гелевых структур, удерживающих йод внутри каркаса.

На основании экспериментальных данных установлено, что для максимального связывания йода БЖЭ необходима выдержка в течение 24 ч при $t = 0 \div 4$ °С. Оптимальные условия йодирования способствуют связыванию йода эмульсией в пределах 65÷85 отн. %.

Особый интерес представляли результаты функционально-технологических свойств (ФТС)

йодированных композиций. Установлено, что по истечении 24 ч хранения основные ФТС всех образцов эмульсий были приемлемыми для использования их в мясоперерабатывающей промышленности.

Сопоставляя данные ФТС и степень связывания йода эмульсиями, можно сделать вывод, что наибо-

лее предпочтительны для использования в колбасном производстве варианты рецептур йодированных БЖЭ-1, БЖЭ-2 и БЖЭ-4.

С учетом полученных экспериментальных органолептических характеристик, ФТС была разработана технология йодированных белково-жировых эмульсий, которая представлена на рис. 2.

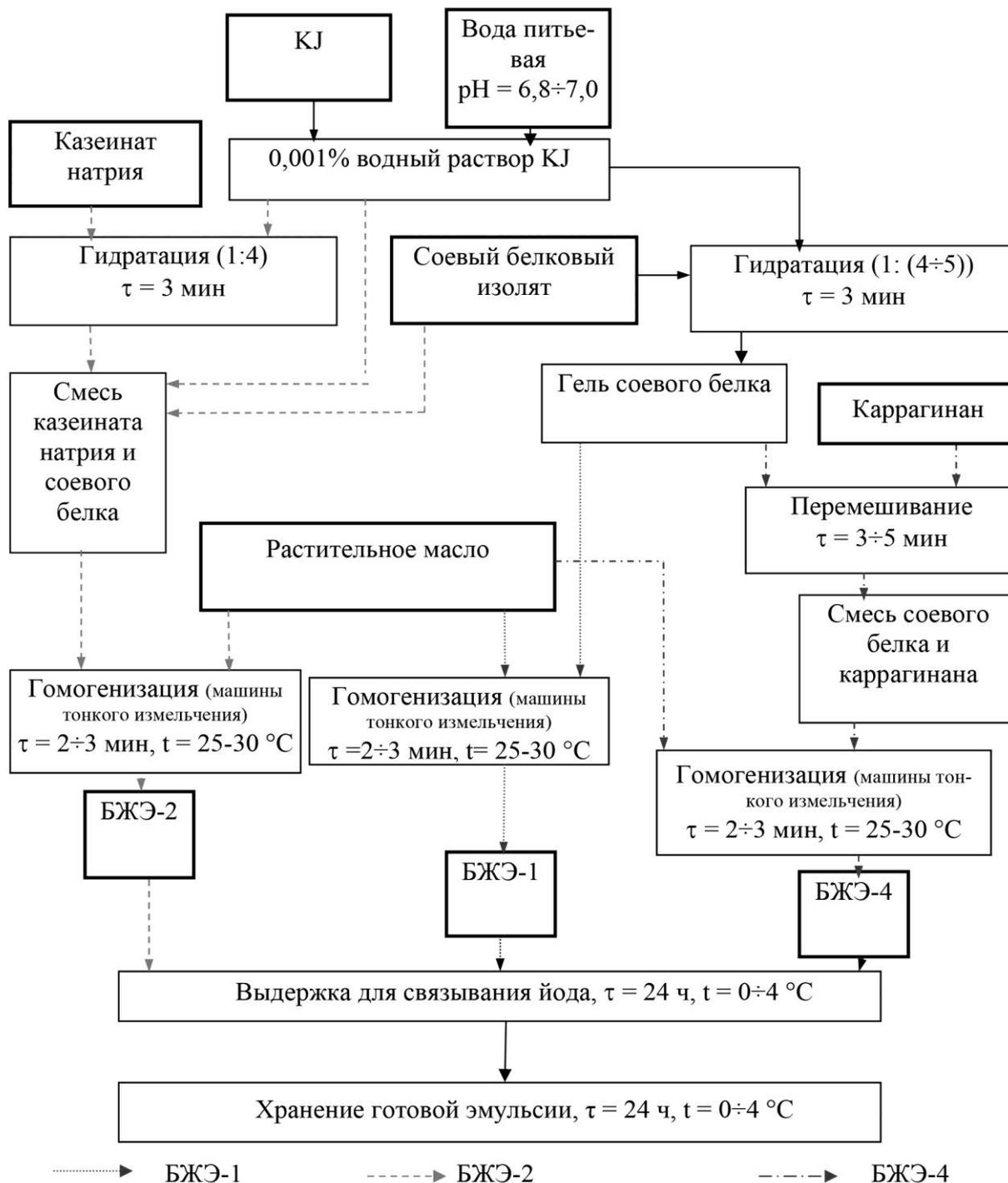


Рис. 2. Технологическая схема приготовления йодированных белково-жировых композиций

Таким образом, нами был выполнен анализ свойств компонентного состава БЖЭ и механизма связывания йода ими. Учитывая это, разработана оптимизационная модель рецептурной задачи, которая позволила получить оптимальные варианты

эмульсий со стабильными свойствами и высокой степенью связывания йода. На основании экспериментальных исследований предложена технология йодирования белково-жировых эмульсий сложного состава.

Список литературы

1. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные подходы и практические решения / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 10–13.
2. Микронутриенты в питании здорового и больного человека / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Б.П. Суханов, В.Л. Кудашева. – М.: Колос, 2002. – 424 с.
3. Лескова, С.Ю. Разработка технологии йодированных белково-жировых эмульсий для производства вареных колбас: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04: защищена 26.04.05 / С.Ю. Лескова. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2005. – 121 с.
4. Лисицын, А.Б. «Йод-альгинат» – структурированный наполнитель для мясных рубленых изделий / А.Б. Лисицын, Е.В. Литвинова // Мясная индустрия. – 2007. – № 5. – С. 18.
5. Сухинина, С.Ю. Гигиенические аспекты разработки пищевого продукта для профилактики йодной недостаточности: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.Ю. Сухинина. – Кемерово, 1995.
6. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясопродуктов: учеб. для вузов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.

CREATION OF ENRICHED PROTEIN- AND-FAT EMULSION FOR MEAT PRODUCTS

S.Yu. Leskova*, M.B. Danilov, N.I. Gombozhapova

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

*e-mail: s_leskova@mail.ru

Received: 25.11.2015

Accepted: 15.04.2016

Iodine is crucial to human life and health. However, almost the whole territory of our country is endemic in terms of iodine. Moreover, iodine deficiency is particularly dangerous for children and the elderly. In this connection, the necessity of creating new products of mass consumption, fortified with iodine is substantiated. Protein-and-fat emulsions for meat products having various kinds of raw materials of animal and vegetable origin in their formulae have been chosen as the object of iodization. The theoretical background for binding iodine with components of emulsions is presented: a protein component (milk powder, soy protein isolate, sodium caseinate) contains a sufficient amount of tyrosine, phenylalanine, proline, and a fat component contains polyunsaturated (sunflower oil) fatty acids. With the help of a simplex - method of linear programming the optimum formulae of protein-and-fat emulsions with high functional and technological properties (stability 92-95%) and the maximum degree of binding of iodine (up to 86% rel.) have been designed. It was established experimentally that the maximum binding of iodine with obtained emulsions, a holding for 24 hours at a temperature not exceeding 4 °C is required. Basing on the results of experimental studies the technology for production of iodized emulsions for meat products has been developed.

Emulsion, protein-and-fat composition, meat products, iodine, technology, enrichment

References

1. Spirichev V.B., Shatnyuk L.N. Obogashchenie pishchevykh produktov mikronutrientami: nauchnye podhody i prakticheskie resheniya [Enrichment of foodstuff micronutrients: scientific approaches and practical decisions]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2003, no. 3, pp. 10–13.
2. Tutel'yan V.A., Spirichev V.B., Suhanov B.P., Kudasheva V.L. *Mikronutrienty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka* [Micronutrients in food of the healthy and sick person]. Moscow, Kolos Publ., 2002. 424 p.
3. Leskova S.Yu. *Razrabotka tekhnologii yodirovannykh belkovo-zhirovyykh emul'siy dlya proizvodstva varenykh kolbas. Diss. kand. tekhn. nauk* [Development of technology of iodized protein and fat emulsions for the production of cooked sausages. Cand. eng. sci. diss.]. Ulan-Ude, 2005. 121 p.
4. Lisitsyn A.B., Litvinova E.V. «Yod-al'ginat» - strukturirovannyi napolnitel' dlya myasnykh rublenykh izdeliy ["Iodine-alginate" - structured filler for meat minced products]. *Myasnaya industriya* [Meat industry], 2007, no. 5, pp. 18.
5. Sukhinina S.Yu. *Gigienicheskie aspekty razrabotki pishchevogo produkta dlya profilaktiki yodnoy nedostatochnosti. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Hygienic aspects of the development of a food product for the prevention of iodine deficiency. Cand. eng. sci. thesis]. Kemerovo, 1995. 20 p.
6. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. *Metody issledovaniya myasa i myasoproduktov* [Research methods meat and meat products]. Moscow, Kolos Publ., 2001. 376p.

Дополнительная информация / Additional Information

Лескова, С.Ю. Создание обогащенной белково-жировой эмульсии для мясопродуктов / С.Ю. Лескова, М.Б. Данилов, Н.И. Гомбожапова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 55–61.

Leskova S.Yu., Danilov M.B., Gombozhapova N.I. Creation of enriched protein- and-fat emulsion for meat products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 55–61 (in Russ.).

Лескова Светлана Юрьевна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии мясных и консервированных продуктов, ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в, тел.: +7 (3012) 41-72-18, e-mail: s_leskova@mail.ru

Данилов Михаил Борисович

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии мясных и консервированных продуктов, ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в, тел.: +7 (3012) 41-72-18, e-mail: tmkp@mail.ru

Гомбожапова Нина Ивановна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии мясных и консервированных продуктов, ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в, тел.: +7 (3012) 41-72-18, e-mail: tmkp@mail.ru

Svetlana Yu. Leskova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology of Meat and Canned Products, East Siberian State University of Technologies and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: +7 (3012) 41-72-18, e-mail: s_leskova@mail.ru

Mikhail B. Danilov

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Technology of Meat and Canned Products, East Siberian State University of Technologies and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: +7 (3012) 41-72-18, e-mail: tmkp@mail.ru

Nina I. Gombozhapova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology of Meat and Canned Products, East Siberian State University of Technologies and Management, 40V, Klyuchevskaya Str., Ulan-Ude, 670013, Russia, phone: +7 (3012) 41-72-18, e-mail: tmkp@mail.ru



ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТВОРОГА, ОБОГАЩЕННОГО ПИЩЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ

А.А. Майоров¹, С.Ю. Бузоверов^{2,*}, Н.М. Сурай²

¹ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия»,
656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66

²ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»,
656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98

*e-mail: s-buzoverov@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.11.2015

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Пищевые волокна являются своего рода питанием для полезных микроорганизмов кишечника, без которых не может существовать человеческий организм. Целью исследований послужила разработка мероприятий по повышению пищевой ценности творога. Предметом исследования являются факторы, формирующие экспертизу качества творога, обогащенного пищевыми волокнами «ФИБРИЛ 500». Проведенные исследования дают основание полагать, что качество продукции представляет собой совокупность потребительских свойств, обуславливающих способность ее удовлетворять конкретные или предполагаемые потребности в системе производственных отношений. Любая продукция, выпускаемая предприятиями, обладает многочисленными свойствами, которые отражают объективную реальность материального мира. Более полное использование составных частей молока в случае применения волокон «ФИБРИЛ 500» позволяет повысить доходность производства творога почти в 1,5 раза. Важно, что увеличение эффективности производства достигается без увеличения затрат на оборудование, изменения технологии и внутрицеховых расходов.

Пищевая промышленность, переработка молока, творог, пищевые волокна, компоненты питания, пребиотики, дисперсия

Введение

Пищевые волокна – пищевые вещества, признанные в настоящее время необходимым компонентом питания для человека [1–3]. Они представляют собой съедобные части растений, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике, составляющие необходимый питательный баланс (наряду с жирами, белками, углеводами и витаминами).

Подавляющее большинство пищевых волокон являются нерастворимыми в воде, хотя некоторые виды неперевариваемых углеводов (пектины и смолы) вполне могут в ней растворяться. Названия «клетчатка» или «пищевые волокна» общепотребимы, но в определенной мере являются ошибочными, поскольку материал, обозначаемый этим словом, не всегда имеет волокнистое строение. Наиболее корректное название данной группы веществ – неперевариваемые углеводы, однако в литературе чаще всего применим термин «пищевые волокна – ПВ».

Продукты животного происхождения (мясо, молоко и молочные продукты) не содержат пищевых волокон. Большую часть нашего рациона составляют продукты, не содержащие ПВ вообще: мясо, молочные продукты, рыба, яйца и т.д.

Растительные продукты существенно различаются по количеству и качественному составу содержащихся в них пищевых волокон. В различных растительных продуктах содержатся пищевые волокна разных видов. Только при разнообразном питании, т.е. при введении в рацион нескольких видов растительной пищи (крупы, хлеб из цельного зерна,

овощи, фрукты, зелень), организм получает как необходимое количество пищевых волокон, так и волокна с разным механизмом действия.

При недостаточном употреблении пищевых волокон с обычным питанием рекомендуются компенсаторные меры по обогащению суточного рациона клетчаткой. К подобного рода компенсаторным мерам относят употребление отрубей (пшеничных, ржаных, овсяных) или биологически активных добавок к пище (БАД) – источников пищевых волокон.

Особое значение приобретает обогащение рационов растительными волокнами в пожилом возрасте и у лиц с предрасположенностью к запорам.

Можно сказать, что пищевые волокна являются своего рода питанием для полезных микроорганизмов кишечника, без которых не может существовать человеческий организм [4–6].

Целью исследований является разработка технологии производства творога повышенной пищевой ценности. Предметом исследования являются факторы, формирующие экспертизу качества творога, обогащенного пищевыми волокнами «ФИБРИЛ 500».

Объекты и методы исследований

В качестве источника пищевых волокон был выбран «ФИБРИЛ», производимый в ЗАО «ПИЩЕВЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ», позволяющий обогатить продукт нерастворимыми пищевыми волокнами. Внешний вид пищевых волокон «ФИБРИЛ 500» представлен на рис. 1.

Изучение свойств новых форм пищевых волокон «ФИБРИЛ 500» позволило выявить ряд уни-

кальных свойств и направлений их использования. Замечательная способность волокон «ФИБРИЛ 500» к сорбции позволяет создать специальные продукты с иммобилизованными формами молочнокислой микрофлоры.



Рис. 1. Внешний вид пищевых волокон «ФИБРИЛ 500»

На рис. 2 представлены волокна «ФИБРИЛ 500» с адсорбированной колонией молочнокислой микрофлоры [1]. Иммобилизованные формы молочнокислой микрофлоры защищены от агрессивных факторов внешней среды и способствуют их большей выживаемости. Такими факторами могут быть, например, кислотное, ферментативное, тепловое, радиационное и другие воздействия. Продукты, созданные с иммобилизованными формами молочнокислой микрофлоры, могут быть выработаны при более жестких технологических режимах, сохраняя при этом свои свойства более длительное время. Употребление продуктов с иммобилизованной микрофлорой позволяет последней выживать в агрессивной кислотно-ферментативной среде желудка и достигать кишечника, улучшая в большей степени кишечную флору и, как результат, обеспечивая хорошее самочувствие человека.

Особый способ получения волокон «ФИБРИЛ 500» обеспечивает их дисперсионную стабильность и предотвращает осаждение в емкости, используемой для составления смеси. Дисперсионная стабильность этих волокон обусловлена развитой поверхностью, достигаемой в ходе специальной механической обработки, придающей волокнам «ФИБРИЛ 500» высокие функциональные свойства. В частности, с увеличением активной поверхности волокон возрастают их сорбционные свойства. Благодаря ионообменным свойствам и целому ряду других свойств (набуханию, адсорбции) волокна образуют на своей поверхности комплексы, включающие белок, жир, экранируя молочнокислую микрофлору от внешних разрушающих факторов.

На рис. 3 представлены водные суспензии обычного исходного нерастворимого волокна и волокна «ФИБРИЛ 500» после отстаивания в течение 48 часов. Дисперсионную стабильность волокна «ФИБРИЛ 500» проявляет длительные сроки – недели и даже месяцы. На практике большое зна-

чение имеет проявление стабильности получаемой суспензии, это позволяет получать продукт однородный по своему физико-химическому составу, так как в процессе сквашивания молочной смеси, в состав которой входит «ФИБРИЛ 500», не происходит его осаждение.

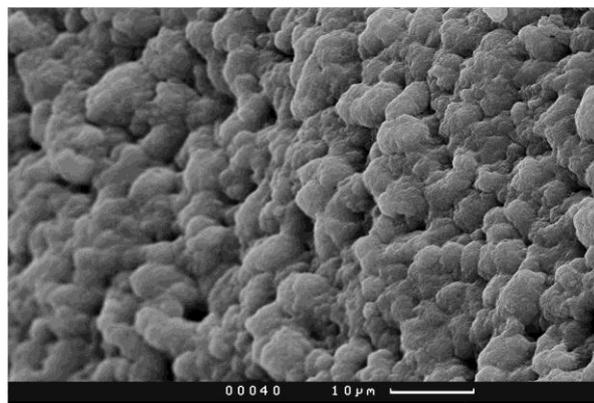


Рис. 2. Волокна «ФИБРИЛ 500» с адсорбированной колонией молочнокислой микрофлоры



Рис. 3. Обычные нерастворимые пищевые волокна – слева, новые формы нерастворимых пищевых волокон – справа

Активные сорбционные свойства волокон «ФИБРИЛ 500» достигаются за счет механической обработки, приводящей к развитию суммарной поверхности волокон более чем в 100 раз. Это приводит к увеличению сорбционной способности волокна. На фото приведены волокна до и после механической обработки (рис. 4 и 5). Видно продольное расщепление волокон. В молоке волокна «ФИБРИЛ 500» активно взаимодействуют с белком и жиром, адсорбируя их на своей поверхности, снижая потери в сыворотку.

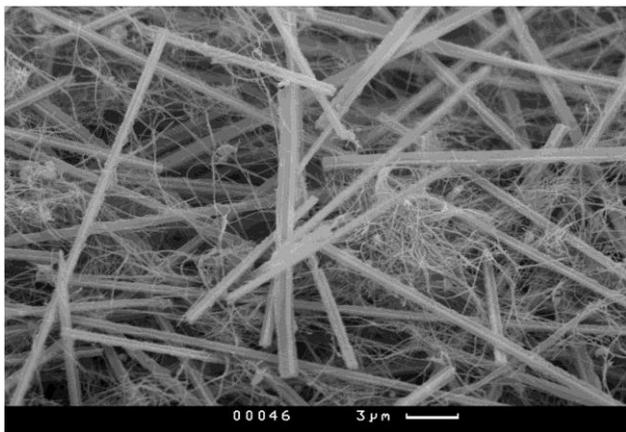


Рис. 4. Волокно до механической обработки

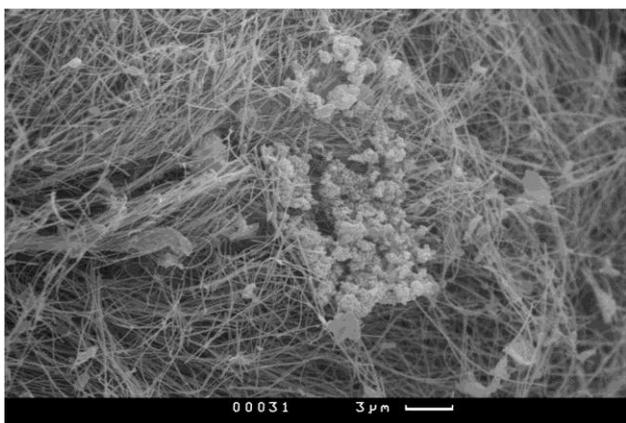


Рис. 5. Волокно после механической обработки

Так, анализы состава творожной сыворотки, полученной после выработки творога с применением волокон «ФИБРИЛ 500» и без них, показали, что массовая доля сухих веществ сыворотки в опытах с применением волокон в количестве 0,3 % снизилась на (12,5+0,7) %. Эти вещества были связаны структурой белков творога.

Имитационные свойства волокон «ФИБРИЛ 500» являются важным аспектом их применения. В зависимости от вида продукта «ФИБРИЛ 500» могут имитировать жир, белок, придавать больше тела, подчеркивать вкус продукта. Спектр их применения может быть распространен на молоко и молочные напитки, в том числе диетические с пониженной жирностью. В сравнении с другими имитаторами волокон «ФИБРИЛ 500» имеют преимущества не только по низкой себестоимости внесения, но главным образом по возможности компенсировать такие пороки, как вкус восстановленных продуктов, усилению натурального молочного вкуса без внесения дополнительных ароматизаторов.

Следует сказать, что недостаточность структурообразующих свойств молока может стать причиной увеличения потерь при производстве творога или сыра. Повышение выхода творога обеспечивается за счет усиления способности молока создавать стойкие эмульсии ПВ : «вода : жир» при добавлении волокон «ФИБРИЛ 500». Творог с волокном «ФИБРИЛ 500» представлен на рис. 6. Не-

смотря на повышенную массовую долю влаги в продукте с волокнами, творог представлял собой достаточно рассыпчатую массу. Органолептические показатели продукта были высоко оценены специалистами. Посторонних запахов и оттенков вкуса отмечено не было. Отмечено было меньшее нарастание кислотности продукта в процессе его прессования, охлаждения и последующего хранения.



Рис. 6. Творог с пищевым волокном «ФИБРИЛ 500»

Технологические преимущества волокна «ФИБРИЛ 500» следующие.

Проведенные нами исследования показали, что пищевое волокно «ФИБРИЛ 500» обеспечивает:

- увеличение выхода творога на 30–40 %. За счет увеличения выхода творога и сокращения сырьевой стоимости творога прибыль производства возрастает в 1,5–2 раза;

- рассыпчатую структуру готового продукта. Вкус и запах остаются неизменными и соответствуют натуральному творогу. Волокно «ФИБРИЛ 500» структурирует творожное зерно и способствует активному обезвоживанию молочного сгустка до требуемой влажности, сокращая длительность процесса прессования творога. Волокно «ФИБРИЛ 500» останавливает рост кислотности творога;

- сокращение потерь белка и жира в сыворотку. Пищевое волокно «ФИБРИЛ 500» имеет активные сорбционные свойства за счет специальной обработки и увеличения контактной поверхности волокон. В молоке волокно «ФИБРИЛ 500» активно взаимодействует с белком и жиром, адсорбируя их на своей поверхности, снижая потери в сыворотку;

- небольшую дозировку пищевого волокна «ФИБРИЛ 500» – 0,3 %.

Следует отметить некоторые моменты, позволяющие сделать заключение о перспективности применения пищевого волокна «ФИБРИЛ 500», а именно:

- пищевое волокно «ФИБРИЛ 500» не имеет значка «Е», что позволяет использовать его в производстве продуктов по ГОСТу и повысить доверие потребителя к нему;

- волокно «ФИБРИЛ 500» обладает нейтральными органолептическими свойствами. Эти свой-

ства позволяют использовать данное волокно в молочной промышленности, так как оно не влияет на вкус, запах и цвет конечного молочного продукта.

Применение пищевых волокон этого типа позволит расширить ассортимент функциональной продукции:

- обогащение творога и других молочных продуктов нерастворимыми формами пищевых волокон;
- усиление пребиотической составляющей продукта [7, 8].

Выводы

Проведенные исследования дают основание по-

лагать, что качество продукции представляет собой совокупность потребительских свойств, обуславливающих способность ее удовлетворять конкретные или предполагаемые потребности в системе производственных отношений. Более полное использование составных частей молока в случае применения волокон «ФИБРИЛ 500» позволяет повысить доходность производства творога почти в 1,5 раза. Важно, что увеличение эффективности производства волокнистой продукции, обогащенной пищевыми волокнами, достигается без увеличения затрат на оборудование, изменения технологии и внутренних расходов.

Список литературы

1. Пищевые волокна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inbuco.ru/articles/article.htm?art=19>
2. Шабалова, Е.Д. Прибыльное производство натурального творога / Е.Д. Шабалова // Переработка молока. – 2014. – № 3. – С. 24.
3. Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмов. – М.: Колос, 2012.
4. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров / Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 2012. – 120 с.
5. Бредихин, С.А. Технология и техника переработки молока / С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин. – М.: КолосС, 2009. – 288 с.
6. Драмьшева, С.Т. Теоретические основы товароведения продовольственных товаров / С.Т. Драмьшева. – М.: Экономика, 2013. – 143 с.
7. Aleandri R., Buttasoni L.G., Schneider J.C. The effects of milk protein polymorphism on milk components and cheese-producing ability // Journal of Science. – 1990. – No. 73. 241–55.
8. Позняковский, В.М. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность: учеб.-справ. пособие / В.М. Позняковский. – Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2011. – 477 с.

INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF COTTAGE CHEESE ENRICHED WITH FOOD FIBRES

A.A. Mayorov¹, S.Yu. Buzoverov^{2,*}, N.M. Suray²

¹Siberian Research Institute of Cheese Making, 66, Sovetskoi Armii Str., Barnaul, 656016, Russia

²Altai State Agricultural University, 98, Krasnoarmeiskii Pr., Barnaul, 656049, Russia

*e-mail: s-buzoverov@mail.ru

Received: 02.11.2015

Accepted: 15.04.2016

Food fibers are some kind of food for useful intestines microorganisms without which a human body cannot exist. The purpose of the research is the development of activities to increase a nutritive value of cottage cheese. The object of the research is the factors forming examination of quality of the cottage cheese enriched with “FIBRIL 500” food fibers. The conducted investigations suggest that the quality of the product is a set of consumer properties making it possible to meet specific or estimated needs in the system of production relations. Any production released by enterprises has numerous properties, which reflect objective reality of a material world. Fuller use of milk components in case of using “FIBRIL 500” fibers allows us to increase profitability of cottage cheese production almost by 1.5 times. It is important that the increase in production efficiency be reached without increase in equipment costs, change of technology and intra shop expenses.

Food industry, milk processing, cottage cheese, food fibers, food components, prebiotics, dispersion

References

1. *Pishchevye volokna* [Food fibers]. Available at: <http://www.inbuco.ru/articles/article.htm?art=19>. (accessed 20 February 2015).
2. Shabalova E.D. Pribyl'noe proizvodstvo natural'nogo tvoroga [A profitable the production of natural cottage cheese]. *Pererabotka moloka* [Milk Processing], 2014, no. 3, pp. 24.

3. Krus' G.N., Khrantsov A.G. *Tekhnologiya moloka i molochnykh produktov* [Technology of milk and dairy products]. Moscow, Kolos Publ., 2012.
4. Azgal'dov G.G. *Teoriya i praktika otsenki kachestva tovarov* [Theory and practice of assessing the quality of the goods]. Moscow, Ekonomika Publ., 2012. 120 p.
5. Bredikhin S.A., Kosmodem'yanskiy Yu.V., Yurin V.N. *Tekhnologiya i tekhnika pererabotki moloka* [Technology and technique of processing of milk]. Moscow, KolosS Publ., 2009. 288 p.
6. Dramysheva S.T. *Teoreticheskie osnovy tovarovedeniya prodovol'stvennykh tovarov* [Theoretical fundamentals of merchandizing of foodstuff]. Moscow, Ekonomika Publ., 2013. 143 p.
7. Aleandri R., Buttasoni L.G., Schneider J.C. The effects of milk protein polymorphism on milk components and cheese-producing ability. *Journal of Science*, 1990, no. 73, pp. 241–55.
8. Poznyakovskiy V.M. *Ekspertiza moloka i molochnykh produktov. Kachestvo i bezopasnost'* [Expertise of milk and dairy products. Quality and safety]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2011. 477 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Майоров, А.А. Исследование характеристик творога, обогащенного пищевыми волокнами / А.А. Майоров, С.Ю. Бузоверов, Н.М. Сурай // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 62–66.

Mayorov A.A., Buzoverov S.Yu., Suray N.M. Investigation of characteristics of cottage cheese enriched with food fibres. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 62–66 (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

Бузоверов Сергей Юрьевич

канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел.: +7 (3852) 62-80-56, e-mail: s-buzoverov@mail.ru

Сурай Наталья Михайловна

канд. техн. наук, доцент кафедры товароведения и маркетинга, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел.: +7 (3852) 62-39-49, e-mail: natalya.mixajlovna.1979@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

Cand.Sci.(Agr.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agricultural Product Processing Mechanization, Altai State Agricultural University, 98, Krasnoarmeiskii Pr., Barnaul, 656049, Russia, phone: +7 (3852) 62-80-56, e-mail: s-buzoverov@mail.ru

Natalia M. Suray

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Merchandising and Marketing, Altai State Agricultural University, 98, Krasnoarmeiskii Pr., Barnaul, 656049, Russia, phone: +7 (3852) 62-39-49, e-mail: natalya.mixajlovna.1979@mail.ru



УДК 663/664-053:613.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЕТИЧЕСКОГО АНАЛОГА ИТАЛЬЯНСКОГО ДЕСЕРТА ТИРАМИСУ

Т.А. Никитина*, О.Н. Ключкина, Н.М. Птичкина

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный
университет им. Н.И. Вавилова»,
410012, Россия, г. Саратов, Театральная пл., 1

*e-mail: nikitina-tatyana-2013@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 29.02.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

В настоящее время избыточное потребление жира, сахарозы людьми, а также недостаток пищевых волокон приводят к так называемым «болезням цивилизации»: повышенному уровню холестерина, развитию сахарного диабета и некоторых форм рака и ожирению. В связи с этим в развитии пищевой промышленности все более востребованными становятся продукты функционального назначения. Наряду с положительными органолептическими показателями функциональные продукты имеют и профилактический эффект. Целью работы являлось исследование и разработка диетического аналога десерта тирамису с добавкой полисахарида (ПС), пищевых волокон (ПВ) и натурального сахарозаменителя стевियोзида. В задачи исследования входило разработать новый диетический продукт, который могли бы употреблять люди, больные сахарным диабетом и сопутствующими заболеваниями, определить пищевую и энергетическую ценность продукта, проанализировать реологические и органолептические характеристики десерта. Рассмотрена новая технология приготовления аналога тирамису, обладающего более высокими пищевыми достоинствами, пониженной калорийностью, профилактическим действием и обеспечивающего расширение ассортимента продуктов питания диетического назначения с повышенной пищевой ценностью за счет использования пищевых волокон. Также продукт обладает невысокой стоимостью за счет замены дорогостоящего сыра маскарпоне на топленое молоко и обезжиренный йогурт. Представлены данные по пищевой и энергетической ценности десертов. Изучены реологические свойства десертов. Дана сравнительная оценка органолептических показателей разработанных и традиционного десертов.

Десерт, тирамису, полисахарид, стевियोзид, маскарпоне

Введение

Термин «диета» следует понимать более широко, чем принято в повседневной практике, в которой его трактуют как комплекс мероприятий для похудения. В современной физиологии питания «диета» представляет собой научно обоснованный рацион, рекомендуемый при соответствующем заболевании. Задача лечебного питания сводится прежде всего к установлению соответствия между нарушенными ферментными системами больного организма и химическими структурами пищи путем приспособления химического состава рационов и физико-химического состояния пищевых веществ к метаболическим особенностям организма (ликвидация или предупреждение расстройств питания организма). Лечебное питание, соответствующее потребностям человека, оказывает лечебный эффект в отношении больного органа, способствует мобилизации защитных сил организма, предупреждению обострений, хорошему самочувствию и активной деятельности [6, с. 146].

Стевиозид – гликозид из экстракта растений рода *Стевия* (лат. *Stevia*). Выделен в 1931 году французскими химиками М. Бриделем и Р. Лавьеем. Стевиозид зарегистрирован в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки Е960 как подсластитель. Медицинские исследования показали хорошие результаты использования экстракта стевии для лечения ожирения и гипертонии. Стевия не токсична, хорошо

переносится без побочных эффектов, имеет неплохие вкусовые качества, доступна по цене.

Стевиозид представляет собой белый кристаллический гигроскопический порошок с температурой плавления 196–198 °С, легко растворимый в воде, устойчив к высокой температуре, поэтому может быть использован для приготовления диетических и консервированных продуктов. Он в 300 раз слаще, чем 0,4 % раствор сахарозы, и в 100 раз превышает сладость 10 % раствора сахарозы.

С уверенностью можно сказать, что на сегодняшний день рекомендации для питания людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, ожирением и сахарным диабетом, включают десерты, не вполне отвечающие вкусам потребителей, оставляющие чувство неудовлетворенности при потреблении. В то же время ассортимент предлагаемых десертов в сети общественного питания расширяется с каждым днем, не учитывая проблемы здоровья населения [3, с. 174].

Итальянский десерт тирамису стал популярным и любимым во всем мире, но в состав рецептуры данного десерта входят продукты, которые имеют ограничения в употреблении для многих групп населения.

Целью работы являлось исследование и разработка диетического аналога десерта тирамису с добавкой полисахарида (ПС), пищевых волокон (ПВ) и натурального сахарозаменителя стевियोзида.

Результаты и их обсуждение

Проведенный патентный поиск показал, что похожие разработки проводились другими учеными, в частности, известен продукт «Молочный десерт» (RU патент № 2129795), который содержит молочную основу, сахар (11–13 %), структурообразующий компонент, вкусоароматические добавки (0,1 %). В качестве молочной основы используют молоко с массовой долей жира 1,5–3,2 %, в качестве структурообразующего компонента – каррагинан с различными свойствами (0,4–0,7 %). Возможно использование модифицированного крахмала (1,0–3,5 %). В состав десерта дополнительно включают какао-порошок, сметану, шоколад. Данный десерт обладает дополнительной калорийностью за счет сахара, крахмала, сметаны. Кроме того, использование сахара в качестве подсластителя не позволяет применять продукт в питании больных сахарным диабетом [5].

Наиболее близким к разработке по технической сущности и достигаемому результату является традиционный десерт тирамису, содержащий сливки, сыр маскарпоне, какао-порошок, сахар, яйца, кофе, печенье савоярди (савойские бисквиты), ликер [2]. Данный десерт отличается высокой калорийностью, так как в его состав входит сахар и высококалорийный сыр маскарпоне, а также высоким содержанием углеводов, жиров и низким содержанием пищевых волокон. Высокие концентрации сливок в продукте, а также добавление сахара не позволяет людям, страдающим сердечно-сосудистыми заболеваниями, ожирением и сахарным диабетом, употреблять данный продукт.

В результате исследования был разработан диетический продукт – аналог десерта тирамису, обладающий более высокими пищевыми достоинствами, пониженной калорийностью, профилактическим действием, за счет чего можно обеспечить расширение ассортимента продуктов питания для различных групп населения, а также снизить себестоимость нового продукта за счет замены дорогостоящего импортного сыра маскарпоне на отечественные продукты.

В качестве сахарозаменителя использовался натуральный подсластитель «Стевилия Е» компании «Аспасвит». Регулярное употребление такого сахарозаменителя приводит к снижению содержания сахара и холестерина в крови, в результате чего улучшается регенерация клеток и коагуляция крови, тормозится рост новообразований [1], [4, с. 46].

Контрольный образец тирамису готовился по традиционной рецептуре [2]. Новая технология отлича-

ется от традиционной добавлением новой операции по подготовке и введению в систему ПС и ПВ.

В качестве ПС использовалась камедь рожкового дерева, а качестве ПВ – цитрусовые волокна «Цитри-Фай». Пищевые волокна «Цитри-Фай» представляют собой натуральные волокна, извлеченные из клеточных тканей высушенной апельсиновой мякоти без использования химических веществ, с помощью механической обработки, а именно путем раскрытия и расширения структуры ячеек апельсинового волокна. Такая структура способна удерживать большое количество воды и сохранить ее на протяжении всего времени производственного процесса и хранения продукта. Пищевые апельсиновые волокна «Цитри-Фай» благодаря открытой и расширенной структуре ячейки связывают значительное количество воды и сохраняют ее на протяжении всего технологического процесса производства и хранения продукта, обладают высокой жиросвязывающей способностью, эмульгирующими, стабилизирующими, структурообразующими свойствами, связанная с водой клетчатка устойчива к высоким температурам варки, стерилизации, пастеризации, устойчива и стабильна при замораживании и размораживании [9].

В ходе исследований выявили необходимый интервал концентраций ПС 0,3–0,5 % и ПВ 2–3 %. Разработанная нами технология аналога десерта представлена на рис. 1.

В качестве сахарозаменителя (СЗ) использовалась «Стевилия Е», коэффициент сладости равен 5.

Нами проводилась 100 % замена сахара на СЗ, концентрацию рассчитывали по формуле

$$\text{Сподсл} = \text{Ссахара} / \text{Ксладости},$$

где Сподсл – концентрация сахарозаменителя; Ссахара – количество сахара в продукте по рецептуре без применения подсластителя; Ксладости – коэффициент сладости сахарозаменителя.

$$\text{Сподсл} = 10/5 = 2 \text{ \%}.$$

Как показали исследования, данная концентрация сахарозаменителя дает чрезмерную сладость и привкус стевии, поэтому был изучен интервал концентраций СЗ от 0,5 до 2,0 %.

Полученные результаты представлены в табл. 1.

Исследования показали, что наиболее оптимальной концентрацией СЗ является 1,0 %.

Пищевая и энергетическая ценность контрольного и экспериментальных образцов десерта представлена в табл. 2.

Таблица 1

Зависимость сладости десерта от концентрации сахарозаменителя

Сахарозаменитель	Концентрация сахарозаменителя, %	Вкус десерта
Стевилия Е	0,5	Недостаточная сладость, без посторонних привкусов
	1,0	Сладкий, сладость, близкая к контролю, легкий привкус стевии
	1,5	Чрезмерная сладость, привкус стевии
	2,0	Чрезмерная сладость, сильный привкус стевии

Таблица 2

Анализ пищевой и энергетической ценности контрольного и экспериментальных образцов десерта тирамису (порция – 200 г)

Пищевые вещества и энергетическая ценность	Массовая доля	Тирамису (контроль)	Аналог тирамису с ПС 0,3 % и с сахаром	Аналог тирамису с ПС 0,4 % и с сахаром	Аналог тирамису с ПС 0,5 % и с сахаром	Аналог тирамису с ПС 0,5 % и с СЗ 1,0 %
Вода	%	149,52	228,60	228,60	228,60	228,60
Белки	%	23,22	26,20	26,20	26,20	26,20
Жиры	%	80,46	32,72	32,72	32,72	32,72
Углеводы	%	128,32	133,38	133,38	133,38	133,38
NA	Мг	269,64	316,24	316,24	316,24	316,24
K	Мг	530,32	670,72	670,72	670,72	670,72
Ca	Мг	39,10	426,42	426,42	426,42	426,42
Mg	Мг	65,40	91,20	91,20	91,20	91,20
P	Мг	377,80	464,00	464,00	464,00	464,00
Fe	Мг	5,02	5,02	5,02	5,02	5,02
C	Мг	0,28	0,72	0,72	0,72	0,72
Эц	ккал	846,84	508,84	509,04	509,24	349,24

Анализируя данные энергетической и пищевой ценности контрольного и полученных образцов, можно сделать вывод, что замена маскарпоне на йогурт и топленое молоко приводит к снижению энергетической ценности в 1,5 раза за счет снижения жирности, что дает возможность

употреблять разработанный десерт более широкому кругу лиц и позволяет отнести его к разряду низкокалорийных. Замена сахара на натуральный сахарозаменитель стевиозид дает возможность употреблять данный продукт людям, болеющим сахарным диабетом.

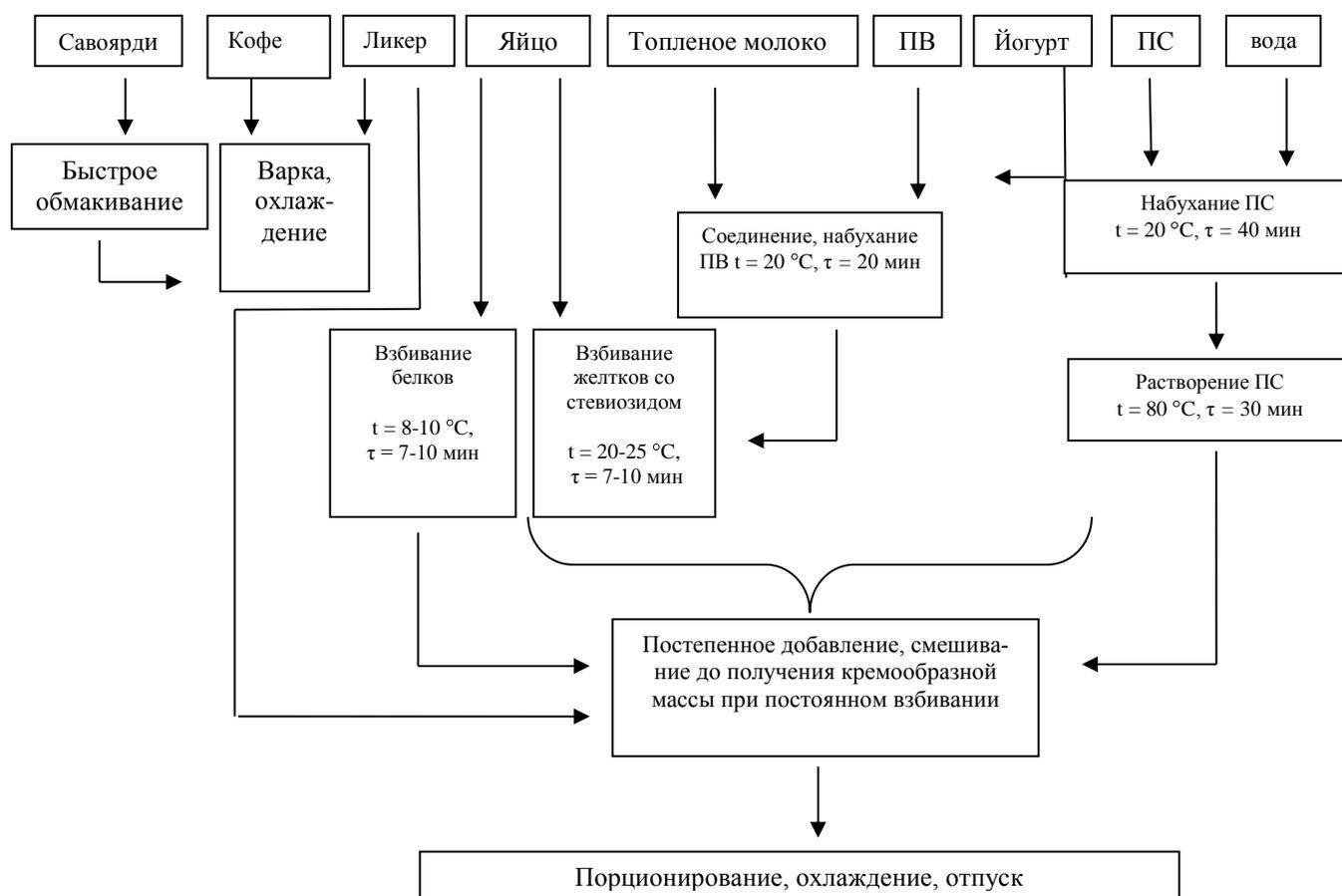


Рис. 1. Технология приготовления диетического аналога тирамису

Классический десерт тирамису состоит из кремообразной сладкой, высококалорийной основы, которая пропитывает печенье савоярди. Потребителям важно, чтобы готовый продукт вне зависимости от его направленности по органолептическим показателям соответствовал традиционному продукту. Одной из важнейших характеристик продукта является текстура. Для технологов сохранение текстуры при модификации традиционной рецептуры – сложная задача, так как при замене в рецептуре тирамису сахара на сахарозаменитель и сыра на йогурт и топленое молоко текстура продукта меняется, основа десерта не держит форму, растекается. Для обеспечения функционально-технологических свойств в новый продукт были

введены полисахариды. Взаимодействие множественных связей белков молока и йогурта (казеин, лактоглобулин и сывороточные белки) и полисахаридов способствует образованию пространственной сетки системы, в результате чего образуется прочная структура.

Комплексы белок-полисахарид образуют новый тип пищевых полимеров, свойства которых сильно отличаются от свойств макромолекулярных компонентов (белков и полисахаридов), что может быть использовано и применяется на практике [7, с. 164].

Зависимость вязкости от скорости сдвига основ десерта контрольного и опытных образцов с сахарозаменителем и ПС представлена на рис. 2 [8, с. 554].

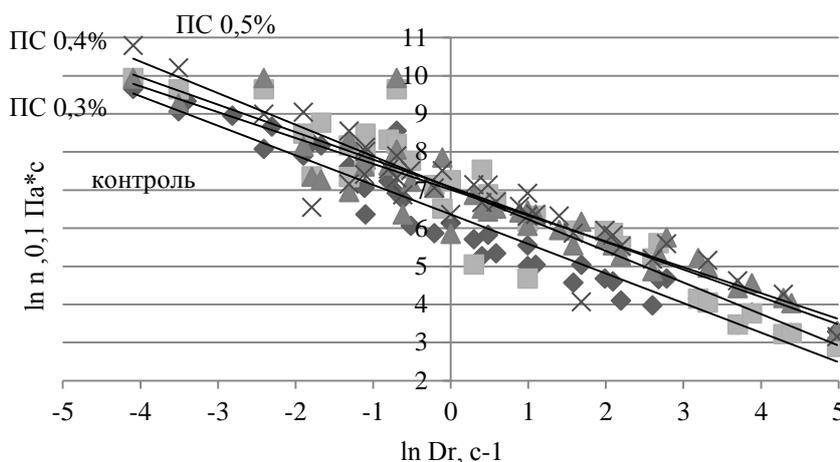


Рис. 2. Зависимость вязкости основ десерта тирамису от скорости сдвига

Из рис. 2 видно, что вязкость образцов с ПС и сахарозаменителем выше, чем у контрольного образца, что говорит о целесообразности применения ПС в данной системе в качестве структурообразователей при отсутствии в системе сыра маскарпоне. Как видно из рис. 2, значения вязкости новых и

контрольного образцов по значениям близки, что говорит о целесообразности подобранных концентраций ПС.

Органолептический профиль изученных образцов десерта тирамису и его аналогов представлен на рис. 3.

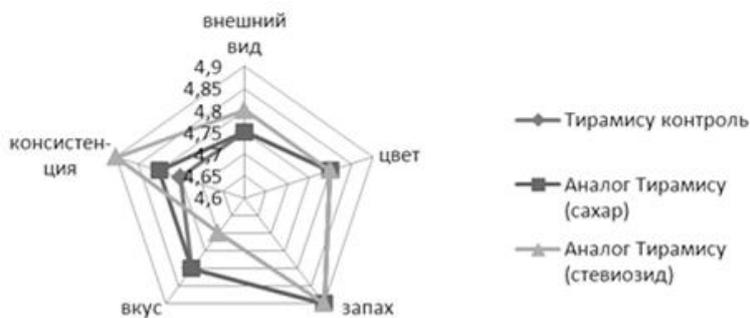


Рис. 3. Органолептический профиль образцов десертов

Исследования показали, что образцы аналогов тирамису с ПС и ПВ не уступают контрольному образцу, а образец со стевиозидом превосходит остальные образцы по показателям консистенции и внешнему виду, незначительно уступает в показателе вкуса.

Проведенные исследования показали, что замена высококалорийного сыра маскарпоне на йогурт и

топленое молоко при введении ПС и ПВ, а сахара на сахарозаменитель стевиозид дает аналогичную консистенцию и органолептику десерта тирамису. При этом данная замена дает возможность употреблять десерт людям с заболеваниями ожирения и диабета. Получена приоритетная справка № 2015110408 на патент РФ «Функциональный диетический десерт», в настоящий момент проходит экспертиза по существу.

Список литературы

1. Аспасвит – вершина сладости. Рекламный буклет. – М.: ООО «Аспасвит», 2014.
2. Джино Д'Акампо. Современная итальянская кухня / пер. с англ. А.А. Ковригиной. – М.: Эксмо, 2008.
3. Клюкина, О.Н. Исследование и разработка технологии диетических десертов с добавками полисахаридов: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2009. – 174 с.
4. Озерова, В.М. Стевия. Медовая трава против диабета / В.М. Озерова. – М.: Весь, 2005. – 96 с.
5. Пат. 2129795 РФ. Молочный десерт / Шевченко А.Г., Дунченко Н.И., Токаев Э.С., Леонова Е.Н. – Оpubл. 10.05.1999.
6. Просеков, А.Ю. Технология производства блюд диетического, детского и лечебно-профилактического питания: учеб. пособие / А.Ю. Просеков. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. – 146 с.
7. Птичкин, И.И. Пищевые полисахариды: структурные уровни и функциональность / И.И. Птичкин, Н.М. Птичкина. – Саратов: ГУП «Типография № 6», 2012. – 96 с.
8. Тагер, А.А. Физикохимия полимеров / А.А. Тагер. – М.: Химия, 1978. – 554 с.
9. Шестопалова, Н. Натуральные улучшенные апельсиновые волокна «Цитри-Фай». – М.: ООО «Джорджия», 2013.

THE STUDY ON CONSUMER CHARACTERISTICS OF DIETARY FOOD ANALOGOUS TO ITALIAN DESSERT OF TIRAMISU

T. A. Nikitina*, O. N. Kliukina, N. M. Ptichkina

Saratov State Agrarian University,
1, Teatralnaia Square, Saratov, 410012, Russia

*e-mail: nikitina-tatyana-2013@mail.ru

Received: 29.02.2016

Accepted: 15.04.2016

At present people's excessive consumption of fat and sugar as well as lack of food fiber lead to the so-called 'diseases of civilization' i.e. high cholesterol, development of diabetes and some forms of cancer or obesity. Therefore, functional foods are getting more and more needed in the process of food industry development. Along with good organoleptic properties, functional foods also have a prophylactic effect. The objective of the research is to study and develop a dietary analogue to tiramisù, which includes polysaccharide, food fiber and stevioside - a natural sugar substitute. The goals of the research are to develop a new dietary product, which could be consumed by people suffering from diabetes and other associated diseases; to determine the nutritive and energy value of the food product; to analyze the rheological and organoleptic characteristics of the dessert. Considered is a new technology for producing the analogue to tiramisù having higher food advantages, low calorie content and a prophylactic effect and enabling to widen the assortment of dietary foods of heightened nutritive value due to the use of food fibers. At the same time, the product has a reasonable price owing to the use of baked milk and low-fat yoghurt instead of expensive "Mascarpone" cheese. The information about the nutritive and energy value of the desserts is presented. Rheological properties of desserts have been studied. A comparative estimation of organoleptic characteristics of the developed and traditional desserts is given.

Dessert, tiramisù, polysaccharide, stevioside, "Mascarpone"

References

1. *Aspasvit – verшина sladosti. Reklamnyy buklet* [Aspasvit. The Top of Sweetness. Advertising booklet]. Moscow, "Aspasvit", 2014.
2. D'Acampo Gino. *The Italian Diet*. London, Kyle Books, 2007. 192 p. [Russ. ed.: D'Аkamпо Dzhiно, Kovrigina A.A. *Sovremennaya ital'yanskaya kukhnya*. Moscow, Eksmo Publ., 2008. 192 p.].
3. Klyukina O.N. *Issledovanie i razrabotka tekhnologii dieticheskikh deservtov s dobavkami polisakharidov. Diss. kand. tekhn. nauk* [Study and development of technology of diet desserts with polysaccharide additives. Cand. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2009. 174 p.
4. Ozerova V.M. *Steviya. Medovaya trava protiv diabeta* [Stevia. A honey grass against diabetes]. Moscow, Ves' Publ., 2005. 96 p.
5. Shevchenko A.G., Dunchenko N.I., Tokaev E.S., Leonova E.N. *Molochnyy desert* [Milk dessert]. Patent RF, no. 2129795, 1999.
6. Prosekov A.Yu. *Tekhnologiya proizvodstva blyud dieticheskogo, detskogo i lechebno-profilakticheskogo pitaniya* [A technology to produce diet, children's and medical-or-prophylactic dishes]. Kemerovo, KemIFST Publ., 2005. 146 p.
7. Ptichkin I.I., Ptichkina N.M. *Pishchevye polisakharidy: strukturnye urovni i funktsional'nost'* [Food polysaccharides: structural levels and functionality]. Saratov, "Tipografiya no. 6", 2012. 96p.
8. Tager A.A. *Fizikokhimiya polimerov* [Physic and chemistry of polymers]. Moscow, Khimiya Publ., 1978. 554 p.
9. Shestopalova N. *Natural'nye uluchshennye apel'sinovyie volokna «Tsitri-Fay»* [Improved natural orange fibers "Citri-Fi"]. Moscow: Dzhordzhiya Publ., 2013.

Дополнительная информация / Additional Information

Никитина, Т.А. Исследование потребительских характеристик диетического аналога итальянского десерта тирамису / Т.А. Никитина, О.Н. Ключкина, Н.М. Птичкина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 67–72.

Nikitina T.A., Kliukina O.N., Ptichkina N.M. The study on consumer characteristics of dietary food analogous to italian dessert of tiramisu. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 67–72 (in Russ.).

Никитина Татьяна Алексеевна

аспирант кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная пл., 1, тел.: +7 (8452) 23-32-92, e-mail: nikitina-tatyana-2013@mail.ru

Ключкина Оксана Николаевна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная пл., 1, e-mail: oksanaklukina@yandex.ru

Птичкина Наталия Михайловна

д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная пл., 1, e-mail: n.ptichkina@gmail.com

Tatyana A. Nikitina

Graduate student of the Department of Foodstuff Technology, Saratov State Agrarian University, 1, Teatralnaia Square, Saratov, 410012, Russia, phone: +7 (8452) 23-32-92, e-mail: nikitina-tatyana-2013@mail.ru

Oksana N. Kliukina

Cand.Sci.(Eng.), associate professor of the Department of Foodstuff Technology, Saratov State Agrarian University, 1, Teatralnaia Square, Saratov, 410012, Russia, e-mail: oksanaklukina@yandex.ru

Nataliy M. Ptichkina

Dr.Sci.(Chem.), Professor, Professor of the Department of Foodstuff Technology, Saratov State Agrarian University, 1, Teatralnaia Square, Saratov, 410012, Russia, e-mail: n.ptichkina@gmail.com



ФОРМАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.А. Панфилов

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

e-mail: info@timacad.ru

Дата поступления в редакцию: 09.03.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Условия, в которых функционируют отечественные пищевые предприятия, не всегда способствуют их развитию и росту конкурентоспособности. Финансовая нестабильность, низкий технический уровень и высокий износ технологического оборудования, отсутствие законодательных гарантий реализации контрактов, сравнительно низкий уровень менеджмента предприятий, высокий уровень конкуренции на внутреннем рынке, инфляция – все это требует пересмотра подходов к формированию системы ресурсного обеспечения развития предприятий пищевой промышленности. Очевидна необходимость трансформации состава и структуры источников и ресурсов, определяющих экономический рост. Речь идет прежде всего об инновационной направленности технико-технологического развития пищевой промышленности, что позволит отрасли перейти на инновационный путь развития. Инновация – нововведение в области техники, технологии, организации труда или управления, основанное на использовании достижений науки и передового опыта, обеспечивающее качественное повышение эффективности производственной системы или качества продукции. Инновация – это не всякое новшество или нововведение, а только такое, которое серьезно повышает эффективность действующей системы. Технология – комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на изготовление, обслуживание, ремонт и/или эксплуатацию изделия с номинальным качеством и оптимальными затратами. Цель работы – формализовать процесс создания прогрессивной техники технологий продуктов питания. Формализация технологий включает этапы: формулировка функций, выбор прототипа; составление дерева конструктивной эволюции прототипа; уточнение и детализация элементов 1-го и 2-го этапов; преобразование в техническое решение; проверка осуществимости и допустимости; оптимизация параметров, проведение экспериментальной проверки, осуществление продажи опытной партии изделий; оценка ожидаемого эффекта, проверка (расширение) области применения изделия.

АПК, технологический уклад, технологическая система

Введение

Повышение эффективности научных и инженерных работ по развитию методов преобразования сельскохозяйственного сырья в продукты питания – важнейшее условие выхода перерабатывающих и пищевых отраслей АПК в шестой технологический уклад [1]. Вероятностный характер производственных процессов в АПК не влечет должным образом в ткань научных и инженерных изысканий с целью развития технологий продуктов питания. Методы теории вероятностей и математической статистики, а также оценка информационной энтропии состояния процессов должны стать необходимым математическим аппаратом, сопровождающим развитие технологических потоков. В закрытых системах, где возникают лишь внутренние противоречия, информационная энтропия может только расти, то есть повышение уровня организации (развития) невозможно. В открытых системах определяющую роль играют внешние воздействия. И без диалектического осмысления этих понятий трудно дать убедительный ответ на вопрос, какова будет техника пищевых технологий в будущем с упреждением в 40–50 лет. При этом возникает и другой вопрос: возможно ли формализовать инновационный процесс развития техники пищевых технологий.

В 70-х годах XX века Р.Ф. Абдеев создал модель двухконтурного механизма управления, что

объясняет процесс самоорганизации целостных систем, в том числе антропогенных [2]. Было показано, что в открытых системах по существу реализуется процесс самоорганизации с двухконтурной обратной связью.

1. Процесс самоорганизации технологической системы.

Рассмотрим модель двухконтурного механизма управления применительно к процессам пищевых технологий (рис. 1). I контур – суть управление существующим процессом функционирования путем его регулирования обслуживающим персоналом. II контур – суть управление существующим процессом функционирования как путем адаптации технологических свойств исходного сырья к конструкциям и режимам работы машин, аппаратов и биореакторов, так и путем адаптации конструкций технологического оборудования и режимов его работы к технологическим свойствам исходного сельскохозяйственного сырья.

Управление через II контур по второму пути решает вопросы развития системы процессов выполнением необходимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Важнейшей закономерностью производственных процессов перерабатывающих и пищевых технологий является их колеблемость.

Входные и выходные параметры отдельных процессов и технологических систем в целом постоянно колеблются. Причем эти колебания обусловлены как качеством и количеством (дозирование) исходного сырья, так и уровнем квалификации обслуживающего персонала, техническим состоянием оборудования, климатическими условиями в цехе и многими другими факторами.

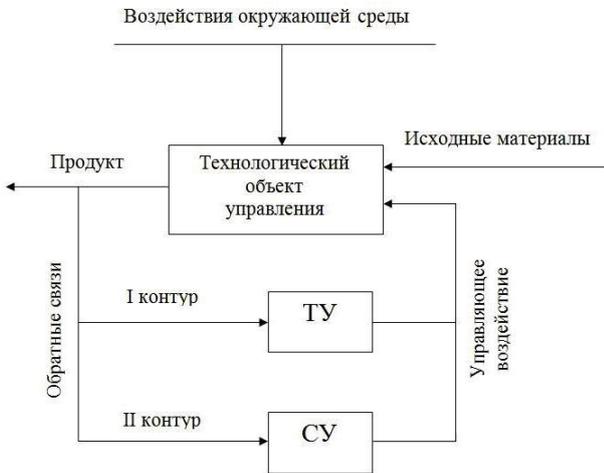


Рис. 1. Технологический объект с двухконтурной обратной связью:

ТУ – тактическое управление (регулирование объекта);
 СУ – стратегическое управление (развитие объекта)

Конечно, рядом внешних воздействий можно пренебречь, но большинство воздействий извне необходимо анализировать и устранять. При этом уровень организации технологической системы должен расти. Включение II контура управления – это процесс адаптации системы, что приводит к созданию инновационной совокупности технологических процессов в виде инновационной технологической системы. Следовательно, инновационное техническое решение технологической задачи – изыскательская работа в рамках II контура управления. Сам этот процесс стратегического управления (развития технологической системы) выражается в виде сходящейся спирали в координатах: L – количество подсистем в системе (структурная сложность); H – информационная энтропия состояния подсистем (рис. 2). Огибающие спирали показывают, что повышение структурной сложности обязательно сопровождается уменьшением информационной энтропии, то есть структурная сложность не ведет к функциональному усложнению. Из рис. 2 видно, что рост организации (уменьшение информационной энтропии состояния объекта) может иметь эволюционный характер – движение вверх по огибающей и революционный характер – скачок, то есть переход с одной огибающей на другую, ближе к оси ординат [3].

Таким образом, в процессе такого адаптационного развития технологической системы целенаправленно совершенствуется как структура, так и функционирование системы: повышается эффективность взаимодействия с внешней средой. При этом сглаживаются противоречия технологической

системы и ее главное, основное техническое противоречие: «производительность – качество».

2. Отклонения параметров ведущих процессов и развитие технологий.

Диалектическое обобщение инновационных процессов в технологиях АПК говорит о том, что процесс развития технологической системы – это процесс управления технологической системой по II контуру с привлечением понятий обратной связи и взаимной адаптацией технологических свойств сырья и конструкторских решений обрабатываемой техники. Такая адаптация ведет к самоорганизации системы, сопровождаемой упорядочением связей, возникновением новой структуры, и усилению детерминации процесса функционирования. Особое внимание следует уделить роли отклонения параметров ведущих технологических процессов от их номиналов, регламентируемых технологической инструкцией. Нет отклонения параметров процессов, нет информации, нет обратной связи, нет управления технологической системой по II контуру, нет развития технологического потока. Именно воздействия окружающей среды приводят к отклонению параметров ведущих процессов, что в свою очередь приводит к необходимым процессам адаптации и совершенствования организмов в живой природе, а в технических системах к развитию методов преобразования исходных материалов в продукт. Идеальные же условия внешней среды ведут к «изоляции» технологической системы и не стимулируют инновационные разработки, что толкает производство на экстенсивный путь развития.

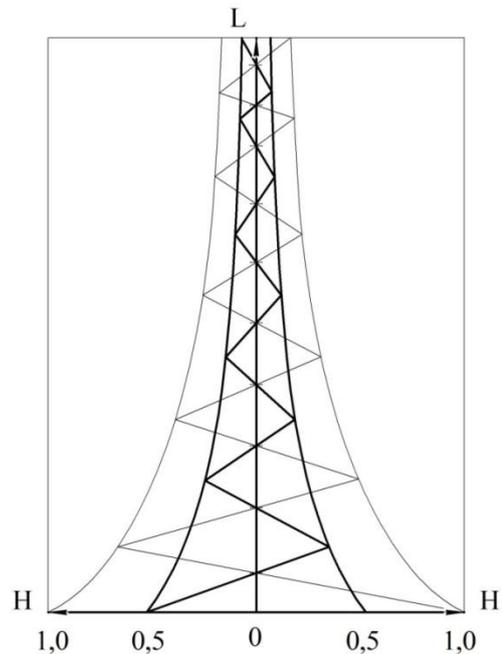


Рис. 2. Сходящаяся спираль развития бинарного технологического объекта: L – количество подсистем (структурная сложность); H – информационная энтропия состояния подсистем, бит

Что же надо предпринять, чтобы обеспечить технологической системе условия для интенсивно-

го развития? Расчеты показывают, что бинарную технологическую систему надо перевести в режим такого экспериментального функционирования, при котором информационная энтропия состояния каждой подсистемы составит $H = 0,382$ бит, а соотношение годной и дефектной продукции при этом станет соответственно $P = 92,5 \%$ и $(1-P) = 7,5 \%$ [3]. Достичь этого можно, в частности, сужением или расширением полей допуска на основные параметры выходов подсистем. Такое качество выходов подсистем позволит выделить и в дальнейшем устранить наиболее важные технические противоречия в функционировании технологической системы, что, собственно, и представляет инновационный процесс ее развития. Становится возможным сделать объективное заключение о том, что потенциал развития одних технологических систем скрыт в перспективе работ по их автоматизации, а других – связан с адаптационным развитием процессов в конкретных машинах, аппаратах и биореакторах. Возможно также объективное заключение о целесообразности инновационного сжатия технологии.

3. Опережающее отражение – основа создания технологических системных комплексов.

Как известно, в перерабатывающих и пищевых отраслях АПК поточные технологические линии начали создавать в 50–60-е годы прошлого века. Основу этих работ составило качественное и количественное упорядочение связей между ведущими процессами соответствующей технологии. И информация как сигнал отражения стала образовывать замкнутые контуры в виде обратных связей в функционирующем технологическом потоке. Сущность же дальнейшего процесса развития поточных линий заключается в целенаправленном накоплении информации с последующим ее упорядочением. Именно количественная оценка информации на основе отражения является необходимым условием к разработке инновационной технологической системы.

Исключительно важное значение для инновационного развития производящих и перерабатывающих отраслей АПК имеет решение вопроса опережающего отражения. Это касается технологических

свойств сельскохозяйственной продукции как сырья растительного и животного происхождения. Речь идет о стабильности этих свойств, которая может быть получена двумя путями: первый – отбор исходных материалов из имеющегося в наличии сырья по требуемым для дальнейшей переработки технологическим параметрам и второй – производство такого сырья в соответствии с требованиями перерабатывающих и пищевых технологий. Первый путь – лишь саморегуляция технологической системы, что обеспечивает устойчивость ее функционирования. Второй путь – саморазвитие технологической системы с усложнением структуры и упрощением режима функционирования, что и обеспечивает рост ее организации за счет адаптации свойств сырья. Это означает, что в первом случае работает I контур – контур оперативной информации, который обеспечивает тактическое управление процессом (его регулирование). Во втором случае работает II контур – контур стратегической информации, который обеспечивает стратегическое управление процессом (его развитие), а именно: создание радикально новой сквозной аграрно-пищевой технологии, объединяющей в единое целое (системный комплекс) процессы производства и процессы переработки сельскохозяйственной продукции в продукты питания [4]. Таким образом, разработка и становление аграрно-пищевых технологий решает вопрос опережающего отражения в развитии АПК.

Заключение

Итак, инновационные, действительно прорывные разработки, ведущие к созданию принципиально нового технологического оборудования и новых поколений технологических систем, возможны лишь при установлении закономерностей организации, строения, функционирования и развития открытых систем, какими являются современные технологии АПК. При этом механизм управления технологическим объектом выступает как стержень адаптационного развития, который реализует антиэнтропийную сущность управления объектом, формализуя инновационный процесс создания прогрессивной техники пищевых технологий.

Список литературы

1. Панфилов, В.А. Продовольственная безопасность России и шестой технологический уклад в АПК // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 1. – С. 10–12.
2. Абдеев, Р.Ф. Философия информационной цивилизации. – М.: ВЛАДОС, 1994. – 336 с.
3. Панфилов, В.А. Теория технологического потока. – 2-е изд. – М.: КолосС, 2007. – 319 с.
4. Панфилов, В.А. Системный комплекс «Аграрно-пищевая технология» // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 4. – С. 6–9.

FORMALIZATION OF INNOVATIVE PROCESSES OF FOOD TECHNOLOGY EQUIPMENT

V.A. Panfilov

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

e-mail: info@timacad.ru

Received: 09.03.2016

Accepted: 20.04.2016

The conditions in which domestic food enterprises function do not always contribute to their development and growth of competitiveness. Financial instability, low technical level and high wear of technological equipment, the lack of legal guarantees of contract realizations, a relatively low level of enterprise management, a high level of competition in the domestic market, inflation - all these require an approach revision to the formation of the system of the resource support of the food enterprises. There is an obvious need for the transformation of the composition and structure of sources and resources that determine the economic growth. First of all, the focus is on the innovative technical and technological development of food enterprises that will enable to move to the innovative development level. Innovation in engineering, technology, work organization and management is based on the use of scientific achievements and advanced experience, providing high quality production efficiency or product quality. Not every new thing is innovation. It should seriously increase the efficiency of the current system. Technology is a set of institutional arrangements, operations and techniques directed to the manufacture, maintenance, repair and / or operation of the product with the rated quality and optimal costs. The purpose of the article is to formalize the process of creating advanced technology of foodstuffs. The technology formalization includes the following steps: function formulation, prototype selection; creation of a tree of structural prototype evolution; elaboration and detailing of elements of the 1st and 2nd stages; transformation into the technical solution; feasibility and admissibility control; optimization of parameters, experimental testing, sale of the experimental batch of products; assessment of the effect expected, control of the application field of the product.

AIC, technological structure, technological system

References

1. Panfilov V.A. Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii i shestoy tekhnologi-cheskiy ukhad v APK [Food security of Russia and sixth technological way in the AIC]. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of the Russian agricultural science], 2016, no. 1, pp. 10–12.
2. Abdeev R.F. *Filosofiya informatsionnoy tsivilizatsii* [Philosophy of information civilization]. Moscow, VLADOS Publ., 1994. 336 p.
3. Panfilov V.A. *Teoriya tekhnologicheskogo potoka. 2-e izdanie* [Theory of the process stream. 2nd edn]. Moscow, Kolos Publ., 2007. 319 p.
4. Panfilov V.A. Sistemnyy kompleks «Agrarno-pishchevaya tekhnologiya» [System complex “Agro-food technology”]. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of the Russian agricultural science], 2015, no. 4, pp. 6–9.

Дополнительная информация / Additional Information

Панфилов, В.А. Формализация инновационных процессов развития техники пищевых технологий / В.А. Панфилов // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 73–76.

Panfilov V.A. Formalization of innovative processes of food technology equipment. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 73–76 (in Russ.).

Панфилов Виктор Александрович

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

Victor A. Panfilov

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



ПЕРСПЕКТИВЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МИКРОИНГРЕДИЕНТОВ

К.В. Старовойтова, А.В. Терещук*

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

*e-mail: terechuk_l@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 22.03.2016

Дата принятия в печать: 25.04.2016

В связи с постоянным увеличением объема применения различных видов пищевых добавок в технологических целях глубокое изучение подходов и решений по их производству и развитию сырьевых источников воспроизводства является актуальным и востребованным. С целью обеспечения необходимого уровня безопасности жизни и здоровья граждан, а также повышения конкурентоспособности российских продуктов авторами проводятся исследования по разработке новых функциональных ингредиентов при комплексной переработке растительного сырья Сибирского региона. В результате проведенных исследований обоснован выбор сырьевых компонентов растительного происхождения (плоды облепихи, калины, шиповника и др.) в качестве источников функциональных ингредиентов. Указано на целесообразность разработки технологии получения функциональных технологических добавок в форме микроэмульсий незаменимых пищевых веществ (мембранных липидов, антиоксидантных витаминных комплексов и других). Разработана ресурсосберегающая технологическая схема комплексной переработки плодов облепихи, где наряду с фармакопейным облепиховым маслом предложено получение плодового порошка из мякоти облепихи, осветленного сока и предусмотрено рациональное использование семян. С использованием продуктов переработки облепихи разработаны комплексные пищевые добавки. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность действия разработанных антиоксидантных и эмульгирующих добавок с использованием природных биологически активных веществ в технологии производства пищевых эмульсий. Обоснована актуальность и перспективность дальнейших разработок и исследований в области создания новых отечественных микроингредиентов.

Функционально-технологические добавки, новые подходы, импортозамещение, формирование свойств, промышленное внедрение, микроэмульсии, незаменимые пищевые вещества, мембранные липиды, антиоксидантные комплексы

Введение

В условиях изменения социально-экономической ситуации в Российской Федерации важной задачей является оптимизация развития отечественного агропромышленного комплекса и обеспечение продовольственной безопасности страны.

В настоящее время актуальным является использование многообразия пищевых добавок. Многие отрасли отечественной пищевой промышленности: масложировая, молочная, кондитерская, хлебопекарная и др. используют широкий спектр пищевых добавок и их композиций, главным образом импортного производства. Потребности отечественного рынка в пищевых добавках и технологических вспомогательных средствах на 75–80 % удовлетворяются за счет импортных поставок.

Включение пищевых микроингредиентов в перечень продукции, запрещенной к ввозу РФ согласно постановлению Правительства РФ от 07.08.2014 № 77, поставило предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности в сложную ситуацию, так как Россия является высоко импортозависимой по данной группе товаров и основной их поток поступал из стран ЕС, а по некоторым номенклатурам не имел аналогов к замещению даже из других стран.

Постановлением Правительства от 20.08.2014 № 830 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 07.08.2014 № 778» (перечень сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, страной происхождения которых являются Соединенные Штаты Америки, страны Европейского союза, Канада, Австралия и Королевство Норвегия и которые запрещены к ввозу в РФ) из списка исключены биологически активные добавки; витаминно-минеральные комплексы; вкусоароматические добавки; концентраты белков (животного и растительного происхождения) и их смесей; пищевые волокна; пищевые добавки (в том числе комплексные). Сложившаяся ситуация еще раз подчеркнула высокую импортозависимость российского рынка пищевых ингредиентов и необходимость развития внутреннего производства пищевых добавок и технологических вспомогательных средств, а также многокомпонентных смесей и премиксов [2].

Российскому рынку ингредиентов пришлось перестраиваться, ориентироваться на новых поставщиков из других стран (Китая, Индии и др.), что отразилось и на стоимости продукции с учетом изменения логистической цепи поставок, а кризисные явления конца 2015 года, нестабильность валютных курсов привели к последующему удорожанию продукции.

В связи с этим проблема импортозамещения пищевых и технологических добавок встает наиболее остро и необходим поиск возможностей практического перехода к промышленному освоению производства различных видов отечественных функциональных технологических добавок.

Учитывая, что в последние годы объем применения различных видов пищевых добавок в технологических целях увеличился, глубокое изучение подходов и решений по их производству и развитию сырьевых источников воспроизводства является актуальным и востребованным.

Большой научный и практический интерес представляет получение и применение натуральных биологически активных веществ, обладающих комплексом положительных свойств направленного действия. Потребность организма в биологически активных веществах очевидна, так как они непосредственно принимают участие в регулировании многих физиологических реакций и процессов, протекающих в организме человека. Использование в производстве продуктов питания биологически активных веществ в качестве функционально-технологических добавок, выполняющих роль антиоксидантов, стабилизаторов структуры, природных красителей и ароматизаторов, способствует созданию многообразного ассортимента продукции повышенной пищевой ценности, в том числе функционального и лечебно-профилактического назначения [1].

Дикорастущее сырье является источником воды и жирорастворимых витаминов, макро- и микроэлементов и биологически активных веществ, которые даже в минимальных количествах оказывают оздоровительное и защитное действие. Использование растительного сырья в производстве функциональных технологических добавок позволит повысить пищевую ценность и лечебные свойства пищи, а регулярное употребление таких продуктов снижает отрицательные последствия неблагоприятных факторов как внешней, так и внутренней среды организма. Однако широкое использование дикорастущего сырья ограничено ввиду недостаточной изученности его химического состава и, как следствие, отсутствие эффективных технологий его переработки.

В связи с вышеизложенным вопросы производства многофункциональных пищевых и биологически активных добавок из природного сырья являются весьма актуальными.

Цель и задачи исследования

Целью проведения работы является разработка микроэмульсий незаменимых пищевых веществ (эссенциальных жирных кислот, фосфолипидов, витаминов антиоксидантной направленности и др.) для различных отраслей пищевой промышленности, предназначенных для использования в качестве функционально-технологических добавок, выполняющих роль антиокислителей, улучшителей консистенции, природных красителей и ароматизаторов, а также для непосредственного употребления в пищу всеми группами населения в качестве функциональных пищевых добавок.

Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

- осуществить анализ состояния производства и применения в России функционально-технологических добавок в различных отраслях пищевой промышленности с целью обоснования возможности импортозамещения данной продукции;
- теоретически и экспериментально обосновать направления формирования функциональных свойств микроэмульсий, предназначенных для использования в качестве функционально-технологических добавок, а также для употребления в пищу с целью профилактики алиментарно-зависимых заболеваний среди различных групп населения;
- выбрать сырье для производства разрабатываемой продукции с учетом возможностей Сибирского региона в отношении растительного сырья, содержащего в своем составе природные незаменимые пищевые вещества;
- исследовать состав и свойства продуктов комплексной переработки растительного сырья;
- получить микроэмульсии незаменимых пищевых веществ (мембранных липидов, антиоксидантных витаминных комплексов и других).

Объекты и методы исследования

В процессе исследования были использованы следующие методы: монографический и статистико-экономический – при анализе объемов производства отечественных пищевых микроингредиентов, сравнительный, а также аналитический – при определении наиболее важных показателей экономического обоснования. Для выбора и обоснования сырья для производства разрабатываемой продукции использовали экспериментальные методы исследований. Для реализации поставленных задач применяли общепринятые и специальные методы исследования сырья и готовых продуктов.

Результаты и их обсуждение

Анализ материалов по теме исследований показал, что номенклатура и объемы производства пищевых добавок существенно изменились за последние 25 лет. Если в условиях плановой экономики в стране производили множество пищевых добавок, в том числе до 15 видов модифицированных крахмалов, 10 наименований пищевых кислот, ряд консервантов, красителей, антиокислителей, гидроколлоидов, эмульгаторов, ароматизаторы и ванилин, то в настоящее время российские производители пищевых ингредиентов в большинстве случаев не могут составить конкуренцию иностранным фирмам по номенклатуре и по объемам выпуска практически по всем классам пищевых добавок. Затраты на импорт пищевых микроингредиентов составляют ежегодно не менее 0,5 млрд долларов.

Отечественное производство пищевых микроингредиентов в основном сконцентрировано на выпуске композиционных пищевых добавок и ароматизаторов на основе импортных индивидуальных пищевых добавок и баз ароматических веществ, что не решает в целом вопросы импортозамещения.

К числу факторов, сдерживающих развитие отечественного производства микроингредиентов, часто относят отсутствие или недостаток сырьевых источников. Проанализировав доступную информацию, с этим выводом можно согласиться частично. В основном в стране сформировался дефицит сырья сложного химического синтеза.

Практическая реализация решения данного вопроса предполагает комплексную переработку уникального растительного сырья Сибирского региона, содержащего в своем составе природные незаменимые пищевые вещества, являющиеся идеальными ингредиентами для получения функциональных пищевых добавок, в том числе в виде микроэмульсий для отраслей пищевой промышленности, а также для непосредственного употребления в пищу всеми группами населения.

В настоящее время с целью обеспечения необходимого уровня безопасности жизни и здоровья граждан, а также повышения конкурентоспособности российских функциональных продуктов проводятся исследования по подбору эффективных пищевых добавок, в том числе антиоксидантов, предотвращающих процессы окисления масло- и жиросодержащих продуктов. Наряду с изучением антиоксидантных свойств лецитина (E322), лимонной кислоты (E330), дегидрохверцетина, проводятся теоретические и практические исследования по применению в качестве антиоксидантов токоферолов (E306, E307, E308, E309) и каротиноидов. При этом приоритетным направлением в этой области остается использование отдельных продуктов или многокомпонентных систем, полученных из природного сырья.

Одним из направлений комплексной научной работы по получению функционально-технологических добавок является разработка новых подходов к переработке растительного сырья Сибирского региона. Продолжаются исследования по комплексной переработке калины, шиповника, а также облепихи.

Облепиха является одним из ценнейших природных источников водо- и жирорастворимых витаминов и витаминоподобных соединений; органических кислот, минеральных и других веществ, а также масла, богатого каротиноидами, токоферолами, эссенциальными жирными кислотами. Учитывая многообразие полезных свойств плодов облепихи, представляется целесообразным получение из нее биологически активных ингредиентов.

Нами разработана технология комплексной переработки плодов облепихи, где наряду с фармакопейным облепиховым маслом предложено получение плодового порошка из мякоти облепихи, осветленного сока, кроме этого, предусмотрено рациональное использование семян [6].

Преимуществом разработанной технологии является мягкий температурный режим и отсутствие других воздействий, оказывающих деструктивное влияние на биологически активные вещества облепихи в процессе ее переработки, что позволяет получить из плодов облепихи ряд ценных продуктов.

Предлагаемая схема комплексной переработки плодов облепихи апробирована в экспериментальном цехе по переработке плодово-ягодного сырья. Полученные продукты прошли биохимические и микробиологические исследования с положительными результатами. Данная схема с успехом может применяться при переработке другого ягодного сырья Сибирского региона, требуются лишь незначительные изменения параметров проведения процесса в зависимости от морфологических особенностей перерабатываемого сырья.

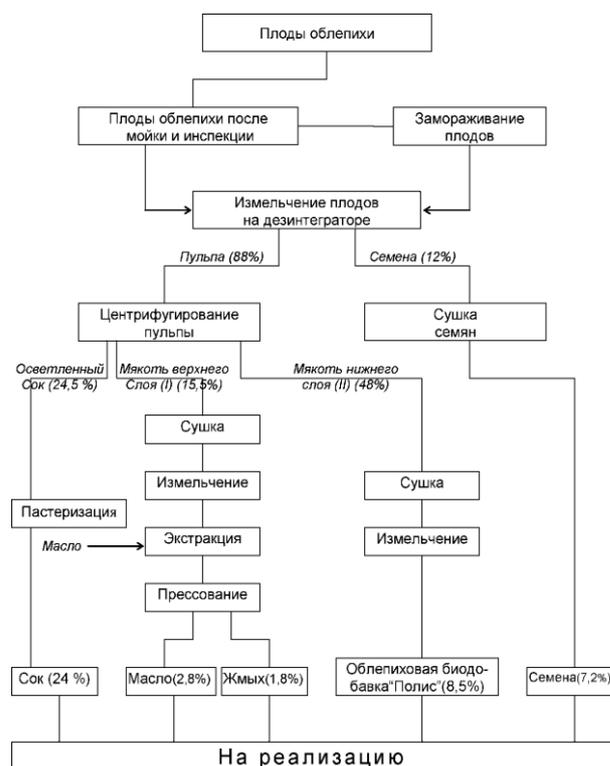


Рис. 1. Схема комплексной переработки плодов облепихи

Согласно схеме, предложенной на рис. 1, плоды облепихи поступают на переработку после инспекции, в процессе которой удаляются недоброкачественные плоды и отделяются посторонние примеси. Часть свежих плодов сразу подвергается переработке, а часть замораживается. Причем установлено, что в технологическом отношении свежие плоды уступают свежемороженым, так как у свежих плодов затруднена сокоотдача и при их разделении на дезинтеграторе часть мякоти остается на семенах. Поэтому представляется целесообразным плоды облепихи замораживать и перерабатывать после хранения в морозильных камерах.

Далее плоды подаются в дезинтегратор, где происходит разделение плодов на пульпу (сок, измельченная мякоть и оболочка) и целые семена. В дезинтеграторе достигается высокая степень измельчения клеточных структур мякоти и оболочки, семена остаются неповрежденными. Целые семена подвергаются сушке при температуре $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ до влажности $(12 \pm 0,5)\%$. После определения всхожести их рекомендуется использовать в качестве посевного материала для рекультивации земель.

Пульпа же направляется на центрифугирование, в результате чего происходит разделение пульпы на три слоя: мякоть облепихи (верхний слой), осветленный сок (средний слой) и мякоть облепихи (нижний слой).

Осветленный сок облепихи является ценным витаминным продуктом, и после пастеризации его рекомендуется купаживать с соками – морковным, тыквенным с добавлением сахара или с молочной сывороткой, что позволит сбалансировать химический состав и улучшить вкусовые качества получаемого продукта.

Так как мякоть верхнего и нижнего слоя имеет достаточно высокую влажность – 75–79 % и отличается микробиологической нестабильностью, то по предложенной технологии мякоть облепихи предлагается сушить в мягких температурных режимах: температура 55–60 °С до влажности (14±0,5) %. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что при сушке до влажности 6 % происходит потеря каротиноидов до 30 %, токоферолов до 12 %, аскорбиновой кислоты до 20 %, биофлавоноидов до 32 %. Кроме того, глубокая сушка требует больших энергетических затрат.

После определения микробиологических показателей установлена гарантированная стабильность высушенной облепиховой мякоти в течение 12 мес.

После сушки в облепиховой мякоти верхнего и нижнего слоя определили химический состав и физико-химические свойства. По результатам проведенных исследований предложено из облепиховой мякоти верхнего слоя получать фармакопейное облепиховое масло, так как мякоть верхнего слоя отличается высоким содержанием липидов 45–50 %.

После сушки облепиховую мякоть рекомендуется измельчать для более глубокого разрушения клеточных структур, что в свою очередь приведет к увеличению поверхности соприкосновения масла мякоть и, следовательно, более быстрому и полному извлечению масла высокомолекулярным растворителем, каким является растительное масло.

Для получения облепихового масла из сухой измельченной мякоти предложен диффузионный метод при нагревании в растительном дезодорированном масле.

Применяя метод корреляционного анализа, исследовали влияние таких факторов, как соотношение мякоть : масло, количество экстракций, время и температура экстракции на результирующие критерии: выход продукта, количество каротиноидов и кислотное число масла. Из чего было установлено, что оптимальной температурой экстракции является температура от 55 до 60 °С; количество экстракций 4; соотношение масло : мякоть 1,4:1; время экстракции от 4 до 5 часов.

Диффузионный метод с использованием растительного масла в данном случае является наиболее приемлемым с практической и теоретической точки зрения по сравнению с экстракционным методом. Экстракция органическими растворителями (н-гексаном, петролейным эфиром, хлористым метиленом) требует больших экономических затрат на

приобретение растворителей и дорогостоящего оборудования (экстрактор, фильтры, дистиллятор, работающий в условиях вакуума, испаритель). Кроме этого, растворитель, удаленный из мисцеллы и шрота, требует регенерации, т.е. выделения растворителя из смеси его высококонцентрированных паров с парами воды, а следовательно и дополнительных затрат. При этом небольшая часть растворителя остается в воде, что в свою очередь приводит к загрязнению окружающей среды. Помимо этого, для удаления растворителя из мисцеллы необходима высокая температура и длительное время, что приводит к разрушению термолабильных биологически активных веществ.

Таким образом, обобщая вышесказанное, можно отметить целесообразность выбранного диффузионного метода.

Полученное облепиховое масло соответствует требованиям, предъявляемым к фармакопейному маслу: количество каротиноидов не менее 180 мг%, кислотное число не более 14 мг КОН, и может быть использовано не только как медицинский препарат, а как целевой продукт в качестве биологической добавки при получении микроэмульсий (табл. 1).

Таблица 1

Органолептические и физико-химические показатели полученных образцов масел

Показатель	Масло из мякоти верхнего слоя	Масло из мякоти нижнего слоя	Масло из семян
Прозрачность	Прозрачное		
Вкус и запах	Ароматный, свойственный облепиховому маслу		
Внешний вид, консистенция при 20 °С	Маслянистая жидкость		
Цвет	Светло-коричневый		
Массовая доля влаги, %	10,0	12,1	14,3
Сумма каротиноидов, мг/100 г	160,5	329,4	20,62
Сумма токоферолов, мг/100 г	160,0	160,0	90,0
Кислотное число, мгКОН/г, не более 6,0 мг КОН/г	4,6	4,4	6,0
Перекисное число, не более 10 мэкв/кг	2,3	2,1	3,5
Плотность, 20 °С, г/см ³	0,915	0,915	0,914
Показатель преломления, 20 °С	1,474	1,472	1,473

Анализируя представленные данные, можно сделать вывод о том, что масло из мякоти облепихи нижнего слоя более стабильно к окислению, чем масло из семян облепихи и масло из мякоти верхнего слоя, а также в масле из мякоти нижнего слоя содержится наибольшее количество каротиноидов.

Облепиховый жмых – остаток, образующийся после извлечения масла диффузионным способом, представляет собой продукт высокой биологической ценности, содержащий в своем составе: липиды, в состав которых входят эссенциальные жир-

ные кислоты; белки, витамины, минеральные вещества. В нашем случае облепиховый жмых предполагается использовать при производстве функциональной технологической добавки, выполняющей роль стабилизатора и источника пищевых волокон в эмульсионных пищевых продуктах. Кроме этого, в облепиховом жмыхе липидный комплекс представлен в основном ненасыщенными кислотами (пальмитолеиновая, олеиновая, линолевая), а они, как было установлено, трансформируют клейковину, в результате чего она становится более упругой. Таким образом, порошкообразную добавку из жмыха облепихи можно использовать при изготовлении бисквитных полуфабрикатов.

Из проведенных исследований установлено, что белков, витаминов, минеральных элементов в облепиховой мякоти нижнего слоя больше, чем в мякоти верхнего слоя, поэтому облепиховую мякоть нижнего слоя, в которой хорошо сбалансирован белково-липидный, витаминный и минеральный состав, после высушивания и измельчения рекомендовано использовать в качестве плодового наполнителя при производстве мороженого.

Таким образом, предложенная схема комплексной переработки плодов облепихи позволяет одновременно получить несколько видов продукции – масло, сок, плодovую порошкообразную добавку, семена и, кроме этого, повысить степень сохранности биологически активных веществ за счет использования оптимальных технологических параметров проведения процессов.

Продукты переработки облепихи, в частности масло, полученное из мякоти верхнего и нижнего слоя, с высоким содержанием каротиноидов и токоферолов предлагается использовать в составе комплексной пищевой добавки в форме микроэмульсии, выполняющей роль антиоксиданта и эмульгатора. Выбор данных соединений объясняется их важными физиологическими функциями и высокой антиоксидантной эффективностью [7].

В качестве эмульгирующего агента в составе данного комплекса предлагается применение фосфолипидов, обладающих поверхностно-активными свойствами. Фосфолипиды, являясь натуральными эмульгаторами, могут применяться как в прямых эмульсиях (масло/вода), так и в обратных (вода/масло), что обеспечивает его активность в составе большого круга продуктов. Обладая биполярными характеристиками, фосфолипиды способны стабилизировать эмульсии вода в масле, понижая поверхностное напряжение между водой и жиром, что позволяет достигать тонкого гомогенного распределения водяных капель в готовом эмульсионном продукте. Дополнительно фосфолипиды обладают антиокислительной активностью. Это важно для увеличения срока хранения готового продукта, а также при воздействии на них термических нагрузок.

Нами получены микроэмульсии с содержанием масляной фазы 95 %. Показатели качества микроэмульсии антиоксидантного и эмульгирующего действия, выработанной на основе облепихового масла и фосфолипидов, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические и физико-химические показатели микроэмульсии

Показатель	С использованием облепихового масла мякоти верхнего слоя	С использованием облепихового масла мякоти нижнего слоя
	Запах и вкус	Слабовыраженный, свойственный виду используемого растительного масла и фосфолипидам
Консистенция	Текучая	
Цвет	Оранжево-желтый	
Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	5,0	5,0
Массовая доля фосфатидов, %, не менее	10,0	10,0
Массовая доля соевого масла, %, не менее	75,0	70,0
Массовая доля облепихового масла, %, не менее	10	5
Массовая доля веществ, нерастворимых в этиловом эфире, %, не более	1,5	1,5
Кислотное число масла, мг КОН/г, не более	3,5	2,5
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг, не более	10,0	10,0
Плотность (15 °С), г/см ³	0,924	0,922
Показатель преломления (20 °С)	1,474	1,476
Вязкость (20 °С), с П	55,1	58,4
Йодное число, % J ₂	123	126

Данную функциональную добавку отличает повышенное содержание каротиноидов 67–69 мг/100 г и токоферолов – 43–46 мг/100 г, причем содержание фракций, характеризующихся антиоксидантной активностью (β- и γ-токоферолы), составляет 23–25 мг/100 г (табл. 3).

Таблица 3

Содержание токоферолов и каротиноидов в микроэмульсии

Показатель	С использованием облепихового масла мякоти верхнего слоя	С использованием облепихового масла мякоти нижнего слоя
	Витамин Е, мг/100 г	43
α-токоферол	20	21
γ-токоферол	5	6
δ-токоферол	18	19
Каротиноиды, мг/100 г	67	69
в том числе:		
β-каротин	21	23

Нами разработана рецептура соуса майонезного с использованием полученной комплексной добавки в форме микроэмульсии, выполняющей функции антиоксиданта, эмульгатора и красителя. Повышенное содержание в соусе майонезном токоферолов, каротиноидов, в том числе β -каротина, ликопина, криптоксантина, повышает антиоксидантный потенциал вырабатываемого продукта, сохраняя более длительное время нативность его свойств и качества. Вместе с тем каротиноиды, являясь пигментами, положительно влияют на цветовую гамму продукта.

Использование комплексной добавки в форме микроэмульсии, содержащей фосфолипиды, токоферолы и каротиноиды, позволяет создавать качественно новые продукты питания, сбалансированные по пищевой и биологической ценности, в том числе повышенной антиокислительной стабильности.

Следует отметить, что представленные результаты являются частью комплексного исследования по разработке ассортимента и технологий новых видов функциональных технологических добавок с использованием растительного сырья Сибирского региона.

Учитывая роль функциональных пищевых микроингредиентов в создании современных продуктов питания, разработка и реализация данного исследования соответствует концепции Программы

развития производства микроингредиентов в Российской Федерации на 2015–2025 годы и является важнейшей задачей, поскольку организация отечественного производства функционально-технологических добавок – приоритетное направление инновационного развития пищевой и перерабатывающей промышленности и обеспечения продовольственной безопасности нашей страны.

Также проводимые исследования взаимосвязаны со «Стратегией развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года» и «Государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы», так как пищевые микроингредиенты участвуют в создании пищевого продукта на протяжении всего технологического цикла и должны обеспечить выпуск безопасных и качественных продуктов.

Практическая реализация комплексной научной работы позволит обеспечить российскую пищевую промышленность отечественными микроингредиентами, не уступающими по безопасности, качеству и экономическим показателям передовым зарубежным образцам, снизить импортозависимость России в отношении поставок микроингредиентов для пищевой отрасли, что будет способствовать повышению продовольственной безопасности страны.

Список литературы

1. Латков, Н.Ю. Нутриентная поддержка организма спортсменов в тренировочный, соревновательный и восстановительный периоды: теоретические и практические аспекты / Н.Ю. Латков, Ю.А. Кошелев, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 2. – С. 82–87.
2. Нечаев, А.П. Состояние рынка пищевых ингредиентов / А.П. Нечаев // Материалы 18-й международной выставки пищевых ингредиентов, 17–19 марта 2015. – С. 8–10.
3. Старовойтова, К.В. Разработка и товароведная оценка соусов майонезных антиоксидантной направленности: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15: защищена: 24.12.11 / К.В. Старовойтова; КемТИПП. – Кемерово, 2011. – 140 с.
4. Терещук, Л.В. Технологические аспекты повышения антиоксидантной устойчивости соусов майонезных / Л.В. Терещук, К.В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 1. – С. 47–53.
5. Терещук, Л.В. Теоретические и экспериментальные исследования по созданию комбинированных масел из молочно-растительного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04: защищена 26.02.2002 / Л.В. Терещук. – Кемерово, 2002. – 438 с.
6. Терещук, Л.В. Теоретические и практические аспекты создания молочно-жировых продуктов: монография / Л.В. Терещук, К.В. Старовойтова; КемТИПП. – Кемерово, 2015. – 198 с.
7. Терещук, Л.В. Разработка и исследование технологии производства мороженого с продуктами переработки облепихи: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04: защищена 20.05.1998 / Л.В. Терещук. – Кемерово, 1998. – 168 с.
8. Цапалова, И.Э. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. Качество и безопасность / И.Э. Цапалова [и др.]; ред. В.М. Позняковский. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 213 с.

PROSPECTS OF DOMESTIC MICRO-INGREDIENTS PRODUCTION

K.V. Starovoytova, L.V. Terechuk*

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

**e-mail: terechuk_l@mail.ru*

Received: 22.03.2016

Accepted: 25.04.2016

Due to the continuous increase in the volume of different types of food additives application for technological purposes, a deep studying of approaches and decisions on the production and development of raw sources of reproduction is urgent and demanded. To ensure necessary level of safety of people's life and health and the rise of competitiveness of Russian products the authors do researches on the development of new functional ingredients at complex processing of plant raw materials of the Siberian region. As

a result of the conducted researches, the choice of plant raw materials components is substantiated (fruits of sea-buckthorn, guelderrose, dogrose, etc.) as sources of functional ingredients. The resource-saving technological scheme of complex processing of fruits of sea-buckthorn where along with sea-buckthorn oil the production of fruit powder from pulp of sea-buckthorn and clarified juice has been offered to develop. Rational use of seeds is provided. Complex dietary supplements based on the products of sea-buckthorn processing have been developed. Efficiency of the developed antioxidant and emulsifying additives using natural biologically active agents in the production technology of food emulsions has been theoretically proved and experimentally confirmed. Relevance and prospects of further developments and researches in the field of new domestic micro-ingredients development have been proved.

Functional and technological additives, new approaches, import substitution, formation of properties, industrial introduction, microemulsions, irreplaceable feedstuffs, membrane lipids, antioxidant complexes

References

1. Latkov N.Yu., Koshelev Yu.A., Poznyakovskiy V.M. Nutrientnaya podderzhka organizma sportsmenov v trenirovochnyy, sorevnovatel'nyy i vosstanovitel'nyy periody: teoreticheskie i prakticheskie aspekty [Nutrient support for the body of athletes during training, competition and recovery periods: theoretical and practical aspects]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, vol. 37, no. 2, pp. 82–87.
2. Nechaev A.P. Sostoyanie rynka pishchevykh ingredientov [Condition of the market of food ingredients]. *Materialy 18-oy mezhdunarodnoy vystavki pishchevykh ingredientov, 17-19 marta* [Proc. of the 18th international exhibition of food ingredients, 17-19 March]. Moscow, 2015. pp. 8–10.
3. Starovoytova K.V. *Razrabotka i tovarovednaya otsenka sousov mayoneznykh antioksidantnoy napravlenosti. Diss. kand. tekhn. nauk* [Development and examination of sauces mayonnaise antioxidant orientation. Cand. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2011. 140 p.
4. Tereshchuk L.V., Starovoytova K.V. Tekhnologicheskie aspekty povysheniya antioksidantnoy ustoychivosti sousov mayoneznykh [Technological aspects of increasing antioxidant stability of mayonnaise sauces]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, vol. 37, no. 1, pp. 47–53.
5. Tereshchuk L.V. *Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya po sozdaniyu kombinirovannykh masel iz molochno-rastitel'nogo syr'ya. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Theoretical and pilot studies on creation of the combined butter from dairy and vegetable raw materials. Dr. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2002. 438 p.
6. Tereshchuk L.V., Starovoytova K.V. *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sozdaniya molochno-zhirovykh produktov* [Theoretical and practical aspects of creation of dairy and fatty products]. Kemerovo, KemIFST, 2015. 198 p.
7. Tereshchuk L.V. *Razrabotka i issledovanie tekhnologii proizvodstva morozhenogo s produktami pererabotki oblepikh. Diss. kand. tekhn. nauk* [Development and research of the production technology of ice cream with products of processing of a sea-buckthorn. Cand. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 1998. 168 p.
8. Golub O.V., Gubina M.D., Poznyakovskiy V.M. (ed.), Tsapalova I.E. *Ekspertiza dikorastushchikh plodov, yagod i travyanistykh rasteniy. Kachestvo i bezopasnost'* [Examination of wild-growing fruits, berries and grassy plants. Quality and safety]. Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 213 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Старовойтова, К.В. Перспективы отечественного производства микроингредиентов / К.В. Старовойтова, Л.В. Терещук // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 77–83.

Starovoytova K.V., Terechuk L.V. Prospects of domestic micro-ingredients production. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 77–83 (in Russ.).

Старовойтова Ксения Викторовна

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

Терещук Любовь Васильевна

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

Kseniya V. Starovoytova

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

Lubov V. Terechuk

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



УДК 637.1:621.929

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ
БАРАБАННОГО СМЕСИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СУХОЙ ЙОГУРТНОЙ ОСНОВЫ**

Д.М. Бородулин¹, В.Г. Будрик², М.Т. Шулбаева^{1,*}, А.В. Шафрай¹

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

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт молочной промышленности»,
115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35

*e-mail: sh-m-t@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 16.02.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

В большинстве случаев сыпучие компоненты, используемые при производстве сухой йогуртной основы, имеют различный гранулометрический состав и плотность. Поэтому разработка эффективного смесительного оборудования, позволяющего получать сухую йогуртную основу с высокой степенью однородности, является актуальной задачей, представляющей интерес для молочной промышленности. Для изучения интенсификации процесса смешения сухих сыпучих материалов и получения сухой йогуртной основы высокого качества был разработан и изготовлен непрерывно действующий барабанный смеситель, обладающий низкой энергозатратностью, эффективностью смешивания, сохранением структуры смешиваемых компонентов. Кроме этого, данный аппарат обладает возможностью совмещенного продольного и поперечного смешивания сыпучих компонентов за счет наличия различных контуров рециркуляции смеси по всей длине барабана. В статье представлены результаты исследования по выявлению степени влияния частоты вращения барабана, коэффициента заполнения барабана и расположения Г-образных лопастей на качество сухой йогуртной основы. В работе изучались два варианта расположения Г-образных лопастей: шахматное и спиралевидное. Доказано, что наилучшее качество смеси достигается при спиралевидном расположении Г-образных лопастей. В этом случае ингредиенты рекомендуется смешивать при частоте вращения барабана 25 об/мин и коэффициенте заполнения аппарата 20 %. В результате обработки экспериментальных данных при помощи программы Statistica получили математические регрессионные модели, которые с высокой степенью точности предсказывают качество получаемой сухой йогуртной основы. Значения относительной погрешности между экспериментальными значениями коэффициента неоднородности и предсказанными составили 8,9 и 0,98 % для шахматного и спиралевидного расположения Г-образных лопастей соответственно.

Барабанный смеситель, сыпучие материалы, регрессионный анализ, уравнение регрессии, коэффициент неоднородности, рациональные параметры, сухая йогуртная основа

Введение

При производстве сладкого йогурта в Кемеровской области на ООО «Деревенский молочный завод» широко применяется резервуарный метод. В отличие от классической технологии стабилизатор находится в сухом виде (модифицированный крахмал) и вносится в молоко совместно с сахаром и сухим молоком. Эти ингредиенты в необходимых пропорциях смешиваются в отдельном бачке ручным способом. Качество такого процесса не удовлетворяет современным требованиям, в результате чего при внесении сухой йогуртной основы в молоко стабилизатор и сухое молоко слипаются в прочные и нерастворимые конгломераты. В этих условиях готовый продукт не соответствует заданной рецептуре и желаемому конечному качеству [3].

Для решения данной проблемы предлагается включить в технологическую линию по производству йогурта на стадию смешивания его сухой основы смесительный агрегат, включающий в себя дозаторы объемного типа и барабанный смеситель непрерывного действия (Патент РФ № 2508937) [1, 4, 6]. Последний обладает низкой энергозатратностью, эффективностью смешивания, сохранением структуры смешиваемых компонентов при их соотношении в диапазоне от 1:10 до 1:40, а также возможностью совмещенного продольного и поперечного смешивания сыпучих компонентов за счет наличия различных контуров рециркуляции смеси по всей длине барабана.

Модернизированная технологическая схема производства йогурта представлена на рис. 1.

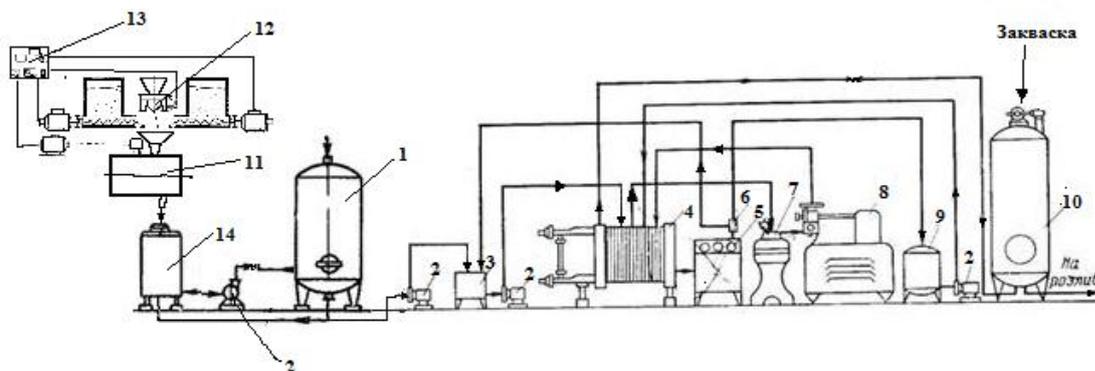


Рис. 1. Модернизированная технологическая схема производства йогурта:

- 1 – емкость для сырого молока; 2 – насосы; 3 – баланси́ровочный бачок; 4 – пластинчатая пастеризационно-охлади́тельная установка; 5 – пу́льт управле́ния; 6 – оборо́тный клапан; 7 – сепара́тор-нормализа́тор; 8 – гомогениза́тор; 9 – емкость для выдерживания молока; 10 – емкость для йогурта; 11 – барабанный смеситель; 12 – блок дозаторов; 13 – пу́льт управле́ния; 14 – емкость для предварительного смешивания молока с сухой смесью

Цель работы – определение рациональных конструктивных и технологических параметров работы нового барабанного смесителя на основе регрессионного анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований при получении сухой йогуртной основы.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- исследовать усовершенствованную конструкцию смесителя барабанного типа с целью выявления рациональных конструктивных и технологических параметров работы, обеспечивающих производство качественной смеси;
- провести регрессионный анализ полученных данных для выявления степени влияния варьируемых параметров на качество получаемой сухой йогуртной основы;
- получить регрессионную модель, позволяющую прогнозировать качество конечного продукта.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований была взята новая конструкция барабанного смесителя с установленными внутри Г-образными лопастями для создания внутренней рециркуляции получаемой смеси при соотношении компонентов 1:40. Предметом исследования являлось выявление рациональных конструктивных и технологических параметров барабанного смесителя, влияющих на качество смешения при получении сухой йогуртной основы.

Для реализации поставленных задач использованы разработанные ранее на кафедре «Технологическое проектирование пищевых производств» методики по определению концентрации ключевого компонента в смеси с применением статистических методов обработки экспериментальных данных [1].

Результаты и их обсуждение

Для достижения поставленной цели были проведены исследования по выявлению степени влияния частоты вращения барабана n , коэффициента заполнения барабана K и расположения Г-образных лопастей на качество многокомпонентных смесей

(сухая йогуртная основа), оцениваемое коэффициентом вариации V_c .

В ходе экспериментальных исследований изменялась частота вращения барабана n в диапазоне 10–40 (об/мин), коэффициент заполнения барабана K в диапазоне 10–30 (%), шахматное и спиралевидное расположение Г-образных лопастей. Базовые (нулевые) точки и шаги варьирования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Базовые точки и шаги варьирования

Фактор и его обозначение	Верхний уровень	Нижний уровень	Центр плана	Интервал варьирования
Частота вращения барабана X1	40	10	25	15
Коэффициент заполнения барабана X2	30	10	20	10

Рецептура сухой йогуртной основы и физико-механические характеристики смешиваемых компонентов, при которых осуществлялось смешивание, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Рецептура сухой йогуртной основы

Наименование сырья	Сахар	Сухое молоко	Стабилизатор
Количество сырья в 100 кг молока	5,78 кг	1,66 кг	0,25 кг
Плотность, кг/м ³	900	450	560
Влажность, %	0,05...0,1	3...4	18...20
Диаметр частиц, мкм	940...960	80...100	150...250

Варьируемые параметры и полученное качество смешивания, оцениваемое при помощи коэффициента неоднородности V_c , сведены в табл. 3.

Таблица 3

Варьируемые параметры и значения коэффициента неоднородности V_c

В кодированном виде		В натуральном виде		Коэффициент неоднородности V_c , %	
X_1	X_2	n , об/мин	K , %	Шахматное расположение лопастей	Спиралевидное расположение лопастей
-	-	10	10	9,61	9,11
+	-	40	10	10,25	8,27
0	-	25	10	11	7,38
-	+	10	30	7,25	7,40
+	+	40	30	8,29	6,5
0	+	25	30	6,89	5,4
-	0	10	20	6,08	6,7
+	0	40	20	9,32	6,12
0	0	25	20	7,54	5,05

Из табл. 3 видно, что наилучшее качество получается при спиралевидном расположении Г-образных лопастей. Это объясняется тем, что при данном расположении лопастей осуществляется большая рециркуляция смеси в рабочей зоне аппарата, приводящая к значительному усреднению материальных потоков и увеличению времени пребывания частиц в аппарате. Также видно, что лучшие результаты получаются при K , равном 20 %, это объясняется тем, что при малой степени заполнения не происходит достаточного послынного перемешивания, характерного для барабанных смесителей, а при большой степени заполнения начинает создавать помехи центральный вал, на котором закреплены лопасти.

Для лучшего восприятия полученных данных представили их в виде поверхностей отклика, полученных в программе Statistica 8.

Для шахматного расположения Г-образных лопастей поверхность отклика представлена на рис. 2.

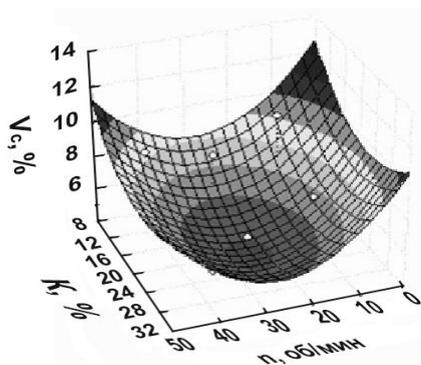


Рис. 2. Зависимость коэффициента неоднородности от частоты вращения и коэффициента заполнения барабана

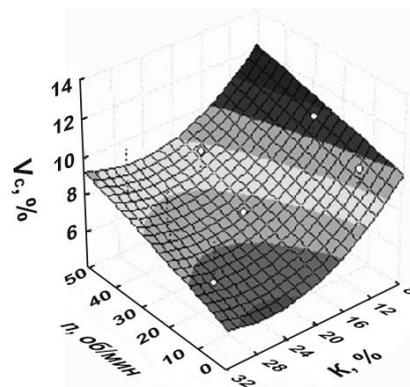


Рис. 3. Зависимость коэффициента неоднородности от частоты вращения и коэффициента заполнения барабана

Из рис. 2 видно, что при работе барабанного смесителя с расположением Г-образных лопастей в шахматном порядке достигается наилучшее качество сухой йогуртной основы при частоте вращения барабана 10 об/мин и коэффициенте заполнения аппарата 20 %.

Рис. 3 показывает, что при смешивании сухой йогуртной основы на барабанном смесителе со спиралевидным расположением Г-образных лопастей следует выбирать частоту вращения барабана 25 об/мин и коэффициент заполнения аппарата 20 %.

Дальнейший регрессионный анализ [2, 5] был направлен на определение степени влияния варьируемых параметров на качество сухой йогуртной основы, смешанной на барабанном смесителе с очередными установленными Г-образными лопастями в шахматном или спиралевидном порядке. Для этого применялась статистическая программа Statistica 8 с использованием модуля «Общие регрессионные модели».

На первом этапе моделирования провели анализ работы смесителя с шахматным расположением Г-образных лопастей. В табл. 4 приведены оценки данной модели.

Таблица 4

Оценка модели

Множественный коэффициент корреляции, R	0,846
Множественный коэффициент детерминации, R^2	0,715
Скорректированный коэффициент корреляции, R	0,621
F-критерий	7,552
p-уровень	0,0229

Коэффициент корреляции (R), равный 0,846, близок к единице, что говорит о сильной зависимости выходной переменной от входных переменных. Коэффициент детерминации (R^2) данной модели, равный 0,715, также высок. Из этого следует, что доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, равна 71,5 %. F-критерий Фишера имеет достаточное значение ($F = 7,552$), чтобы утверждать, что модель является адекватной и может быть применима для

прогнозирования коэффициента V_c . Рассматриваемая модель является статистически значимой, так как p -уровень составляет 2,29 %. Это показывает, что модель с вероятностью 0,0229 будет являться лишь случайным совпадением для данной выборки.

В табл. 5 приведены коэффициенты регрессии модели.

Таблица 5

Коэффициенты модели

	V_c , % Param	V_c , % t	V_c , % p	V_c , % Beta
Св. член	9,913	8,680	0,00013	-
n , об/мин	0,054	1,959	0,0978	0,426
K , %	-0,141	-3,357	0,0153	-0,731

Статистическая значимость (p -уровень) у коэффициентов низкая, в пределах 0,01–1,5 %, лишь у одного коэффициента чуть выше – 9,78 %. Это показывает, что каждый найденный коэффициент с вероятностью, равной соответствующему ему p -уровню, будет говорить, что найденная зависимость является лишь случайной особенностью данной выборки. Аналогичные результаты отображает t -критерий Стьюдента. Он достаточно высок, что также подтверждает статистическую значимость коэффициентов. В соответствии с этим оценены коэффициенты Beta, показывающие меру чувствительности одной переменной к другой. Из табл. 5 видно, что наибольшее влияние на качество сухой йогуртной основы оказывает коэффициент заполнения барабана K , причем это влияние обратно пропорционально, т.е. с возрастанием K коэффициент неоднородности V_c снижается. Влияние второй переменной – частоты вращения в исследуемом диапазоне на V_c менее заметно по отношению к коэффициенту заполнения, однако это не дает оснований для ее исключения из регрессионного анализа.

Сложив коэффициенты (параметры модели Param) из табл. 5, получаем итоговую регрессионную модель (уравнение регрессии), позволяющую прогнозировать значения зависимой переменной V_c :

$$V_c = 9,913 + 0,054 \times n - 0,141 \times K. \quad (1)$$

По данному уравнению регрессии построили поверхность отклика, представленную на рис. 4.

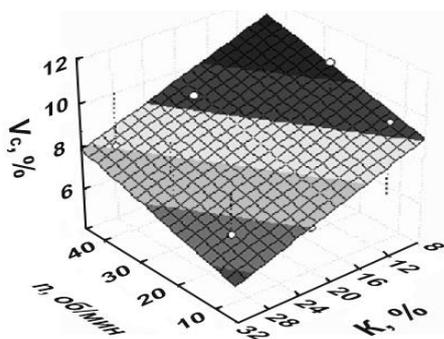


Рис. 4. Зависимость коэффициента неоднородности от частоты вращения и коэффициента заполнения барабана

С помощью полученной модели сравнили наблюдаемые значения (полученные в ходе эксперимента, табл. 3) зависимой переменной с предсказанными (полученные с помощью математической модели). Адекватность предсказанных значений коэффициента неоднородности оценили с помощью относительной погрешности, рассчитанной по формуле

$$\Delta V_c = \frac{|V_c^{Набл} - V_c^{Пред}|}{V_c^{Пред}} \times 100\% \quad (2)$$

Полученные результаты сведены в табл. 6.

Таблица 6

Сравнение наблюдаемых и предсказанных значений

№	V_c , % Наблюдаемые	V_c , % Модельные	Относительная погрешность, %
1	9,61	9,05	5,77
2	10,25	10,69	4,34
3	11,0	9,87	10,22
4	7,25	6,24	13,86
5	8,29	7,88	4,88
6	6,89	7,06	2,53
7	6,08	7,65	25,82
8	9,32	9,29	0,32
9	7,54	8,47	12,33

Из табл. 6 видно, что среднее значение относительной погрешности составляет 8,9 %, а как известно, инженерные расчеты допускают не более 10 %, следовательно, модель можно использовать для предсказания качества сухой йогуртной основы, полученной на барабанном смесителе с шахматным расположением Γ -образных лопастей.

На втором этапе моделирования провели анализ работы смесителя со спиралевидным расположением Γ -образных лопастей. В табл. 7 приведены оценки модели.

Таблица 7

Оценка модели

Множественный коэффициент корреляции, R	0,998
Множественный коэффициент детерминации, R^2	0,996
Скорректированный коэффициент корреляции, R	0,992
F-критерий	271,68
p -уровень	0,00004

Коэффициент корреляции (R), равный 0,998, практически приблизился к единице, что говорит о сильной зависимости выходной переменной от входных переменных. Помимо этого, p -уровень составляет 0,004 %, что подтверждает статистическую значимость модели.

В табл. 8 приведены коэффициенты регрессии модели.

Таблица 8
Коэффициенты модели

	V_c , % Param	V_c , % t	V_c , % p	V_c , % Beta
Св. член	16,937	50,272	0,000001	-
n , об/мин	-0,338	-18,920	0,000046	-3,357
n^2 , об/мин	0,00625	17,738	0,000059	3,147
K , %	-0,646	-20,146	0,000036	-4,270
K^2 , %	0,0139	17,486	0,000063	3,706

Статистическая значимость (р-уровень) у всех коэффициентов находится в пределах 0,001–0,006, что говорит о высокой статистической значимости рассматриваемых коэффициентов. В соответствии с этим оценены коэффициенты Beta, показывающие, что все параметры практически в равной степени влияют на V_c .

Сложив коэффициенты (параметры модели Param) из табл. 8, получаем итоговую регрессионную модель (уравнение регрессии), позволяющую прогнозировать значения зависимой переменной V_c :

$$V_c = 16,94 - 0,338 \times n - 0,646 \times K + 0,00625 \times n^2 + 0,0139 \times K^2. \quad (3)$$

По данному уравнению получили поверхность отклика, представленную на рис. 5.

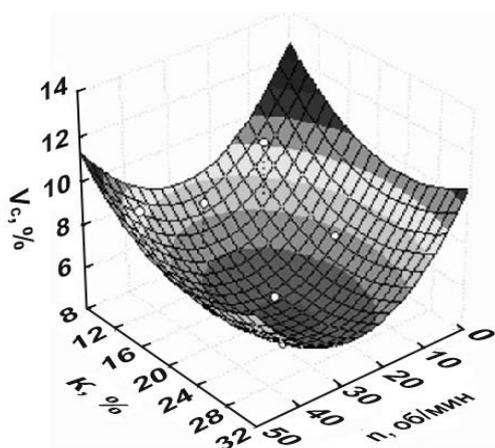


Рис. 5. График зависимости коэффициента неоднородности от частоты вращения и коэффициента заполнения барабана

Аналогичным образом с помощью полученной модели сравнили экспериментальные значения (табл. 3) коэффициента неоднородности с полученными с помощью математической модели. Адекват-

ность предсказанных значений V_c оценили по формуле (2). Результат сравнения приведен в табл. 9.

Таблица 9

Сравнение наблюдаемых и предсказанных значений

№	V_c , % Наблюдаемые	V_c , % Модельные	Относительная погрешность, %
1	9,11	9,108	0,01
2	8,27	8,34	0,80
3	7,38	7,32	0,87
4	7,40	7,29	1,50
5	6,50	6,52	0,24
6	5,40	5,49	1,77
7	6,70	6,81	1,67
8	6,12	6,04	1,33
9	5,05	5,02	0,62

Из табл. 9 видно, что среднее значение относительной погрешности составляет всего 0,98 %. Следовательно, модель может считаться адекватной и применяться с высокой степенью точности для предсказания качества сухой йогуртной основы, полученной на барабанном смесителе со спиралевидным расположением Г-образных лопастей.

Ввиду приведенных выше рассуждений полученные модели адекватны и могут быть применимы для дальнейшего предсказания коэффициента неоднородности при получении сухой йогуртной основы в зависимости от исследуемых технологических и конструктивных параметров работы барабанного смесителя непрерывного действия.

Выводы

1. Получены рациональные параметры работы смесителя непрерывного действия барабанного типа при получении сухой йогуртной основы: $n = 25$ об/мин, $K = 20$ %, спиралевидное расположение Г-образных лопастей, при которых коэффициент неоднородности имеет свое наименьшее значение 5,5 %.

2. При работе барабанного смесителя с шахматным расположением Г-образных лопастей наилучшие показатели качества ($V_c = 6,08$ %) достигаются при частоте вращения барабана 10 об/мин и коэффициенте заполнения 20 %.

3. На основе инструмента программы Statistica получили математические регрессионные модели, позволяющие с высокой степенью точности предсказывать качество получаемой сухой йогуртной основы. Значения относительной погрешности между экспериментальными значениями зависимой переменной V_c и предсказанными составили 8,9 и 0,98 % для шахматного и спиралевидного расположения Г-образных лопастей соответственно.

Список литературы

1. Бородулин, Д.М. Развитие смесительного оборудования центробежного типа для получения сухих и увлажненных комбинированных продуктов: монография / Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец. – Кемерово, 2012. – 178 с.
2. Бородулин, Д.М. Исследование функционирования центробежного смесителя непрерывного действия методом множественного регрессионного анализа / Д.М. Бородулин, А.Б. Шушпанников, Л.А. Войтикова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 1. – С. 98–103.

3. Бородулин, Д.М. Применение барабанного смесителя в линии производства йогуртного продукта / Д.М. Бородулин, Д.В. Сухоруков, С.С. Комаров // Молочная промышленность. – 2015. – № 12. – С. 20–21.
4. Пат. 2508937 Российская Федерация, МПК В01F9/02. Барабанный смеситель / Иванец В.Н., Бородулин Д.М., Комаров С.С.; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2012128003/05; заявл. 03.07.2012; опубл. 10.03.2014, Бюл. № 32.
5. Моделирование смесительного агрегата центробежного типа на основе кибернетического подхода / В.Д. Харитонов, Д.М. Бородулин, Д.В. Сухоруков, С.С. Комаров // Молочная промышленность. – 2013. – № 7. – С. 78–80.
6. 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.

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF THE DRUM MIXER OPERATION BASED ON THE REGRESSION ANALYSIS WHEN OBTAINING THE DRY YOGHURT BASE

D.M. Borodulin¹, V.G. Budrik², M.T. Shulbaeva^{1,*}, A.V. Shafrai¹

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

²All-Russia Dairy Research Institute,
35, Liusinovskaya Str., Moscow, 115093, Russia

*e-mail: sh-m-t@yandex.ru

Received: 16.02.2016

Accepted: 15.04.2016

In most cases, loose components used in the production of dry yoghurt base have different granular-metric composition and density. Therefore, the development of the effective mixing equipment to obtain dry yoghurt base with a high degree of homogeneity is an actual problem for the dairy industry. To study the intensification of mixing the dry loose materials and to obtain high quality dry yoghurt base, the continuous drum mixer was developed and produced which possesses low energy consumption, mixing efficiency, preservation of the structure of mixed components. In addition, this unit is capable of combined longitudinal and transverse mixing of loose components due to the availability of different loops of the mixture recirculation throughout the length of the drum. The article presents the results of study on identification of the degree of influence of the drum rotation frequency, drum filling coefficient and the location of Γ -shaped blades on the quality of dry yoghurt base. Two variants of the location of Γ -shaped blades, staggered and helical, have been studied. It has been proved that the best quality of mixture is achieved with the helical arrangement of Γ -shaped blades. In this case, it is recommended to mix the ingredients at the drum rotation frequency of 25 rev/min, and the filling coefficient of 20%. Mathematical regression models were obtained because of the processing of the experimental data using the program "Statistica". They predict the quality of dry yoghurt base with a high degree of accuracy. The values of relative error between the experimental and the predicted values of the heterogeneity coefficient are 8.9 and 0.98% for staggered and helical arrangements of Γ -shaped blades, respectively.

Drum mixer, loose materials, regression analysis, regression equation, heterogeneity coefficient, rational parameters, dry yoghurt base

References

1. Borodulin D.M., Ivanets V.N. *Razvitiye smesitel'nogo oborudovaniya tsentrobezhnogo tipa dlya polucheniya sukhikh i uvlazhnennykh kombinirovannykh produktov* [The development of mixing equipment of centrifugal type for reception of dry and moist combination products]. Kemerovo, KemFST Publ., 2012. 178 p.
2. Borodulin D.M., Shushpannikov A.B., Voytikova L.A. *Issledovanie funktsionirovaniya tsentrobezhnogo smesitelya nepreryvnogo deystviya metodom mnozhestvennogo regressionnogo analiza* [Research of functioning of the centrifugal mixer of continuous action by the method of multiple regression analysis]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2012, no. 1, pp. 98–103.
3. Borodulin D.M., Sukhorukov D.V., Komarov S.S. *Primeneniye barabannogo smesitelya v linii proizvodstva yogurnogo produkta* [Application of the drum mixer in the technological line for the yogurt product manufacturing]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2015, no. 12, pp. 20–21.
4. Ivanets V.N., Borodulin D.M., Komarov S.S. *Barabannyi smesitel'* [Drum mixer]. Patent RF, no. 2508937, 2014.
5. Kharitonov V.D., Borodulin D.M., Sukhorukov D.V., Komarov S.S. *Modelirovaniye smesitel'nogo agregata tsentrobezhnogo tipa na osnove kiberneticheskogo podkhoda* [Modeling of the mixing aggregate of the centrifugal type on the basis of cybernetic approach]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2013, no. 7, pp. 78–80.
6. Ivanets V.N., Borodulin D.M., Shushpannikov A.B., 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.

Дополнительная информация / Additional Information

Определение рациональных параметров работы барабанного смесителя на основе регрессионного анализа при получении сухой йогуртной основы / Д.М. Бородулин, В.Г. Будрик, М.Т. Шулбаева, А.В. Шафрай // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 84–90.

Borodulin D.M., Budrik V.G., Shulbaeva M.T., Shafrai A.V. Determination of rational parameters of the drum mixer operation based on the regression analysis when obtaining the dry yoghurt base. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 84–90 (in Russ.).

Бородулин Дмитрий Михайлович

д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-37, e-mail: borodulin_dmitri@list.ru

Будрик Владислав Глебович

канд. техн. наук, лауреат премии Правительства РФ, руководитель Инжинирингового центра, заместитель директора по научной работе, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, корп. 7, тел.: +7 (499) 236-31-64, e-mail: v.g.budrik@gmail.com

Шулбаева Маргарита Терентьевна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-68, e-mail: sh-m-t@yandex.ru

Шафрай Антон Валерьевич

канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-68, e-mail: shafraia@mail.ru

Dmitriy M. Borodulin

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Technological Design of Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-37, e-mail: borodulin_dmitri@list.ru

Vladislav G. Budrik

Cand.Sci.(Eng.), Laureate of the RF Government Prize, Head of Engineering Center, Deputy Director for Science, All-Russia Dairy Research Institute, 35, Liusinovskaya Str., Moscow, 115093, Russia, phone: +7 (499) 236-31-64, e-mail: v.g.budrik@gmail.com

Margarita T. Shulbaeva

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technological Design of Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-68, e-mail: sh-m-t@yandex.ru

Anton V. Shafrai

Cand.Sci.(Eng.), Senior Lecturer of the Department of Technological Design of Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-68, e-mail: shafraia@mail.ru



АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНО-ШНЕКОВОГО СМЕСИТЕЛЯ МЕТОДОМ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МУЧНОЙ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

**Д.М. Бородулин^{1,*}, Е.В. Невская², Д.И. Киселев¹,
Л.А. Шледенко², М.Н. Потапова¹**

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

²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»,
107553, Россия, г. Москва, ул. Б. Черкизовская, 26а

*e-mail: borodulin_dmitri@list.ru

Дата поступления в редакцию: 10.03.2016

Дата принятия в печать: 25.04.2016

В настоящее время многие регионы Российской Федерации, а в том числе и Кемеровская область, сталкиваются с большими проблемами качественного питания, продукция с низким содержанием эссенциальных макро- и микронутриентов все чаще заполняет продуктовый рынок. Поэтому обогащение продуктов питания аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами омега-3 и омега-6, витаминами, минеральными веществами и др. является актуальной задачей. В лаборатории кафедры «Технологическое проектирование пищевых производств» Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета) был разработан центробежно-шнековый смеситель для сыпучих материалов с подобранными рациональными параметрами работы для обогащения витаминами и другими полезными веществами мучной смеси. Анализируя процесс смешивания с помощью метода множественной регрессии, установили, что наиболее адекватно описывает процесс «Регрессия поверхности отклика», и выявили, что значительное влияние на качество смешивания оказывает количество витков шнека и частота вращения рабочего органа. В ФГБНУ НИИХП проведены исследования по оптимизации качественного и количественного ингредиентного состава мучной хлебопекарной смеси. Проведен анализ биологической ценности хлеба, полученного из мучной хлебопекарной смеси, и выявлено, что его аминокислотный скор увеличился от 9 до 43 % по сравнению с контрольным образцом без добавок. Установлен срок годности мучной хлебопекарной смеси.

Центробежно-шнековый смеситель, регрессионный анализ, качество смешивания, неоднородность смеси, множественная регрессия, рациональные параметры, биологическая ценность, мучная хлебопекарная смесь

Введение

Для достижения высоких спортивных результатов необходимо сбалансированное адаптированное питание, учитывающее индивидуальные особенности спортсменов. В ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» (принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии 15.06.2012 № 34) дано определение пищевой продукции для питания спортсменов – это специализированная пищевая продукция заданного химического состава, повышенной пищевой ценности и (или) направленной эффективности, состоящая из комплекса продуктов или представленная их отдельными видами, которая оказывает специфическое влияние на повышение адаптивных возможностей человека к физическим и нервно-эмоциональным нагрузкам. Разработка специализированных продуктов для спортсменов различных видов спорта в настоящее время рассматривается в качестве одного из важных резервов роста их спортивных достижений.

Хлебобулочные изделия – наиболее доступные и высокоусвояемые пищевые продукты в структуре питания спортсменов, при этом за счет хлеба покрывается до четверти суточной потребности в энергии.

Анализ научно-технической литературы позволил установить основные медико-биологические рекомендации к питанию спортсменов [1, 12]. Поэтому основными принципами формирования ингредиентного состава изделий являются:

- комбинация различных видов белка – улучшает их синтез и уменьшает разрушение мышечной ткани;
- комбинация простых и сложных углеводов – ускоряет процесс восполнения гликогена и поддерживает стабильный уровень сахара в крови;
- наличие полиненасыщенных жирных кислот серии омега-3 и омега-6 – способствуют энергообеспечению спортсменов, повышают выносливость и объем мышечной массы;
- антиоксиданты – обеспечивают снижение последствий силовых тренировок посредством инактивации свободных радикалов.

Изучен химический состав и проведен анализ ряда натуральных обогатителей, обладающих иммуномодулирующими и антиоксидантными свойствами, содержащими также незаменимые макро- и микронутриенты [10]. В качестве рецептурных компонентов использовались следующие ингредиенты: овсяные отруби, сухая пшеничная клейковина, нутовая мука и семена кунжута.

Овсяные отруби являются источником клетчатки, витаминов А, Е, группы В и ценных микро- и макроэлементов. Клетчатка благотворно влияет на деятельность всей системы пищеварения, особенно на работу кишечника. Витамины группы В активно участвуют в энергетическом, углеводном, жировом, белковом и водно-солевом обмене в организме, благоприятно влияют на кроветворение. Витамин Е является сильным антиоксидантом. Благодаря повышенному содержанию белков и клетчатки употребление овсяных отрубей способствует наращиванию мышечной массы и рекомендуется для питания спортсменов [9].

Нутовая мука – источник кальция, цинка, калия, магния, фосфора и железа, в ней содержится большое количество клетчатки, сложных углеводов и аминокислот. В нутовой муке содержится витамин В6, который влияет на повышение иммунитета [7].

Семена кунжута содержат полиненасыщенные жирные кислоты омега-3, омега-6, витамины, макро- и микроэлементы, антиоксиданты. Их употребление укрепляет сердечную мышцу, повышает эластичность сосудов, снижает уровень холестерина в крови. Также кунжут обладает иммуностимулирующими свойствами [8].

В ФГБНУ НИИ хлебопекарной промышленности проводится работа по созданию мучных хлебопекарных смесей [10]. Актуальность исследований обусловлена возможностью или при необходимости приготовления хлебобулочных изделий на предприятиях общественного питания и в домашних условиях с использованием хлебопечек, при подготовке и проведении соревнований. Готовые смеси разрабатываются на базе отечественного природного натурального сырья, позволяющего повысить пищевую и биологическую ценность изделий.

В процессе работы проводилась корректировка соотношения рецептурных компонентов методом пробных лабораторных выпечек хлебобулочных изделий. В табл. 1 приведено соотношение рецептурных компонентов для 300 г мучной хлебопекарной смеси без учета потерь.

Таблица 1

Рецептура мучной хлебопекарной смеси (без учета потерь) для приготовления хлеба для питания спортсменов

Наименование сырья	Расход, г
Мука пшеничная I сорт	220
Овсяные отруби	27
Нутовая мука	19
Соль поваренная	4
Сахар-песок	11
Клейковина сухая	8
Кунжут	11

Большое значение для получения высококачественных смесей имеет равномерное распределение всех входящих в рецептуру ингредиентов. При этом важно учитывать еще ряд факторов, которые создают дополнительные сложности, например, различие гранулометрических составов, плотности и других физико-механических характеристик компонентов смеси. Для решения этих проблем используют высокоэффективное смесительное оборудование, например, смесители непрерывного действия центробежного типа [2, 13].

С этой целью проведены исследования работы непрерывно действующего центробежного аппарата с повышенной накопительной способностью материала на основе регрессионного анализа и экспериментальных исследований при получении сухой мучной хлебопекарной смеси для спортивного питания [3, 6, 10].

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований взят непрерывно действующий центробежно-шнековый смеситель [11], разработанный на кафедре «Технологическое проектирование пищевых производств» Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета). На данном аппарате были проведены эксперименты по выявлению степени влияния частоты вращения ротора n в диапазоне 500÷900 об/мин, количество отверстий в витках шнека Z_0 (4÷8) и количество витков Z_v (2÷4) на качество мучной хлебопекарной смеси. Нами было проведено 8 экспериментов при разных факторах (n , Z_0 , Z_v), в каждом из опытов осуществлялся отбор 30 проб по 30 грамм мучной смеси. Для дальнейшего анализа рассматриваемую мучную смесь (рецептура которой представлена в табл. 1) представляли как бинарную, в которой в качестве ключевого компонента приняли поваренную соль (имеющую минимальную массу по отношению к другим компонентам), а в качестве основного – другие ингредиенты согласно рецептуре. Далее полученные пробы подвергались химическому анализу, на основе которого определили концентрацию поваренной соли в каждой пробе [3]. Далее по известной методике [5] был рассчитан коэффициент неоднородности смеси для каждого эксперимента, представленный в табл. 2.

Таблица 2

Численные значения варьируемых факторов и коэффициента неоднородности мучной хлебопекарной смеси

Названия факторов и их значения						Коэффициент неоднородности V_c , % мучной хлебопекарной смеси
X1	X2	X3	n	Z_0	Z_v	
-1	-1	-1	500	4	2	5,92
-1	-1	+1	500	4	4	8,56
-1	+1	-1	500	8	2	9,37
-1	+1	+1	500	8	4	11,2
+1	-1	-1	900	4	2	5,6
+1	-1	+1	900	4	4	3,79
+1	+1	-1	900	8	2	12,06
+1	+1	+1	900	8	4	11,95

Анализ табл. 2 показал, что лучшее качество мучной хлебопекарной смеси $V_C = 3,79\%$ достигается при частоте вращения $n = 900$ об/мин, количестве витков $Z_V = 4$ и количестве отверстий на витках шнека $Z_O = 4$.

Для лучшего восприятия данных были построены графические и регрессионные зависимости коэффициента неоднородности от переменных факторов (рис. 1, 2 и 3).

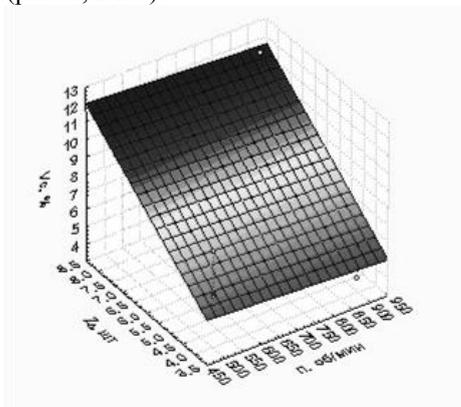


Рис. 1. Зависимость коэффициента неоднородности от частоты вращения и количества отверстий на витках

Из рис. 1 видно, что в исследуемом диапазоне частота вращения ротора не влияет на качество смешивания. Увеличение числа отверстий на шнеке ротора приводит к прямоточному высыпанию частиц из аппарата, при этом снижая время пребывания их в смесителе, что негативно сказывается на качестве конечного продукта. Регрессионное уравнение (1), полученное для данного случая, подтверждает наибольшее влияние числа отверстий на витках шнека Z_O (поскольку оно имеет максимальное численное значение) на качество мучной хлебопекарной смеси по отношению к частоте вращения ротора n .

$$V_C = -1,5119 - 0,001 \cdot n + 1,2944 \cdot Z_O \quad (1)$$

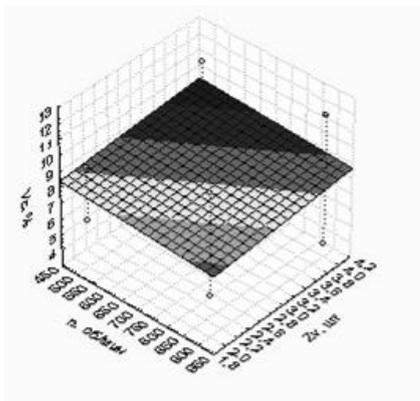


Рис. 2. Зависимость коэффициента неоднородности от частоты вращения и количества витков

Из рис. 2 видно, что в исследуемом диапазоне оптимальная частота вращения ротора n от 700 до 900 об/мин при количестве витков Z_V , равном 3. Уменьшение числа оборотов ротора и увеличение

количества витков шнека снижает коэффициент неоднородности V_C , что негативно сказывается на качестве получаемой мучной хлебопекарной смеси. Регрессионное уравнение (2), полученное для данного случая, подтверждает данное высказывание.

$$V_C = -8,3219 - 0,001 \cdot n + 0,3188 \cdot Z_V \quad (2)$$

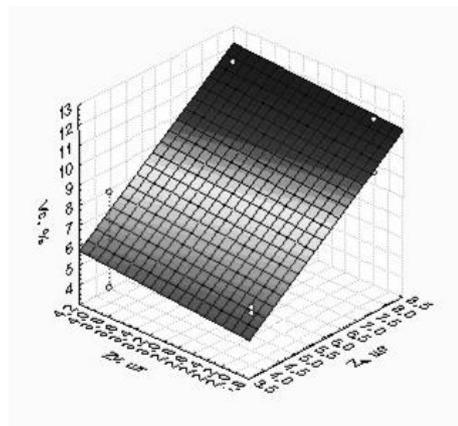


Рис. 3. Зависимость коэффициента неоднородности от количества отверстий на витках и числа витков

Из рис. 3 видно, что в исследуемом диапазоне количество витков на шнеке не влияет на качество смешивания. Увеличение числа отверстий на шнеке ротора приводит к прямоточному высыпанию частиц из аппарата, при этом снижая время пребывания их в смесителе, что негативно сказывается на качестве конечного продукта. Регрессионное уравнение (3), полученное для данного случая, подтверждает наибольшее влияние числа отверстий на витках шнека Z_O (поскольку оно имеет максимальное численное значение) на качество мучной хлебопекарной смеси по отношению к количеству витков на шнеке Z_V .

$$V_C = -0,1663 + 1,2944 \cdot Z_O + 0,3188 \cdot Z_V \quad (3)$$

Далее была исследована оценка влияния всех варьируемых конструктивных и технологических параметров на качество получаемой мучной хлебопекарной смеси на основе статистического анализа, проводимого с помощью модуля «Общие регрессионные модели», на основе которого получены три регрессионные модели.

Модель получена с помощью инструмента «Регрессия поверхности смеси», предназначенного специально для анализа экспериментов по смешиванию.

В табл. 3 приведены оценки модели. Коэффициент корреляции (R), равный 0,999, практически приблизился к единице, что говорит о сильной зависимости выходной переменной от входных переменных. Близость коэффициента корреляции к единице показывает приближение корреляционной связи к функциональной. Коэффициент детерминации (R^2) данной модели, равный 0,998, также близок к единице. Из этого следует, что доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, равна 99,8 %.

F-критерий Фишера имеет достаточно большое значение ($F = 175,074$), чтобы утверждать, что модель является адекватной и может быть использована для принятия решений к осуществлению прогнозов. Рассматриваемая модель является статистически значимой, так как p-уровень составляет всего 0,57 %. Это показывает, что модель с вероятностью 0,0057 будет являться лишь случайным совпадением для данной выборки.

Таблица 3

Оценка модели

Множественный коэффициент корреляции, R	0,999
Множественный коэффициент детерминации, R ²	0,998
Скорректированный коэффициент корреляции, R	0,992
F-критерий	175,074
p-уровень	0,005

В табл. 4 приведены коэффициенты регрессии модели. Статистическая значимость (p-уровень) у половины коэффициентов низкая, в пределах 4,7–5,5 %, у второй половины завышена 54,45–98,01 %. Это показывает, что каждый найденный коэффициент с вероятностью, равной соответствующему ему p-уровню, будет говорить, что найденная зависимость является лишь случайной особенностью данной выборки. Аналогичные результаты отображает t-критерий Стьюдента. У половины коэффициентов он достаточно высок, что говорит о высокой статистической значимости этих коэффициентов. В соответствии с этим оценены коэффициенты β . Данный коэффициент оценивает меру чувствительности одной переменной к другой переменной. Это означает, что наиболее чувствительным для V_C будет влияние Z_V и совместное влияние $n \cdot Z_O$ и $n \cdot Z_V$, причем первые два фактора дают прямо пропорциональную зависимость, а последний – обратно пропорциональную. Чувствительность V_C к Z_O достаточно мала, а к n и $Z_O \cdot Z_V$ приближается к нулю.

Таблица 4

Коэффициенты модели

Коэффициенты модели	V_C , % Param	V_C , % t	V_C , % p	V_C , % Beta
n	-0.0006	-0.20	0.85	-0.05
Z_O	-0.30056	-0.72	0.54	-0.21
Z_V	3.65	4.40	0.04	1.27
$N \cdot Z_O$	0.002	4.06	0.05	1.18
$N \cdot Z_V$	-0.004	-4.10	0.05	-1.19
$Z_O \cdot Z_V$	-0.003	-0.02	0.98	-0.007

Статистическая значимость (p-уровень) у всех коэффициентов находится в пределах 0,9–0,04, что говорит о высокой статистической значимости рассматриваемых коэффициентов. В соответствии с этим оценены коэффициенты Beta, показывающие,

что все параметры практически в равной степени влияют на V_C .

Сложив коэффициенты (параметры модели Param) из табл. 4, получаем итоговую регрессионную модель (уравнение регрессии), позволяющую прогнозировать значения зависимой переменной V_C :

$$V_C = -0,00068 \cdot n - 0,3 \cdot Z_O + 3,65 \cdot Z_V + 0,002 \cdot n \cdot Z_O - 0,004 \cdot n \cdot Z_V - 0,003 \cdot Z_O \cdot Z_V. \quad (4)$$

Используя данную модель, можно сравнить наблюдаемые значения (полученные в ходе эксперимента) зависимой переменной с предсказанными (полученные с помощью математической модели). Результат сравнения приведен в табл. 5. Разница наблюдаемых и предсказанных значений оценена с помощью относительной погрешности по формуле

$$\Delta V_C = \frac{V_C^{\text{Набл}} - V_C^{\text{Пред}}}{V_C^{\text{Набл}}} \cdot 100\%. \quad (5)$$

Из табл. 5 видно, что погрешность для каждого исследования достаточно мала, следовательно, модель можно использовать для предсказания значений зависимой переменной.

Таблица 5

Сравнение наблюдаемых и предсказанных значений

№	V_C , % Наблюдаемые	V_C , % Модельные	Относительная погрешность, %
1	5,95	5,70	3,67
2	8,56	8,30	2,97
3	9,37	9,11	2,71
4	11,2	11,69	4,38
5	5,6	5,39	3,61
6	3,79	4,25	12,25
7	12,06	12,52	3,85
8	11,95	11,35	4,98

Ввиду приведенных выше рассуждений, модель, полученная в ходе исследования, может считаться адекватной и может быть использована для дальнейшего тестирования.

Из табл. 5 видно, что среднее значение относительной погрешности составляет 4,80 %.

Вторая модель получена с помощью инструмента «Регрессия поверхности отклика».

В табл. 6 приведены оценки модели. Коэффициент корреляции (R), равный 0,994, практически приблизился к единице, что говорит о сильной зависимости выходной переменной от входных переменных. Близость коэффициента корреляции к единице показывает приближение корреляционной связи к функциональной. Коэффициент детерминации (R²) данной модели, равный 0,988, также близок к единице. Из этого следует, что доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, равна 98,8 %.

F-критерий Фишера имеет небольшое значение ($F = 14,61$) при шести степенях свободы модели, следовательно, нельзя точно утверждать, что модель является адекватной и может быть использо-

вана для принятия решений к осуществлению прогнозов. Рассматриваемая модель не обладает большой статистической значимостью, так как р-уровень составляет 19,75 %. Это показывает, что модель с вероятностью 0,1975 будет являться лишь случайным совпадением для данной выборки.

Таблица 6

Оценка модели

Множественный коэффициент корреляции, R	0,994
Множественный коэффициент детерминации, R ²	0,988
Скорректированный коэффициент корреляции, R	0,921
F-критерий	14,316
р-уровень	0,197

В табл. 7 приведены коэффициенты регрессии модели. Статистическая значимость (р-уровень) у коэффициентов несильно хорошая и колеблется в пределах от 18,21 до 78,3 %. Это показывает, что каждый найденный коэффициент с вероятностью, равной соответствующему ему р-уровню, будет говорить, что найденная зависимость является лишь случайной особенностью данной выборки. Аналогичные результаты отображает t-критерий Стьюдента. У половины коэффициентов он высок, что говорит о достаточной статистической значимости этих коэффициентов. В соответствии с этим оценены коэффициенты β. Данный коэффициент оценивает меру чувствительности одной переменной к другой переменной. Это означает, что наиболее чувствительным для V_C будет влияние Z_V и совместное влияние n-Z_O и n-Z_V, причем первые два фактора дают прямо пропорциональную зависимость, а последний – обратно пропорциональную. Чувствительность V_C к остальным факторам достаточно мала. Квадратичная связь между зависимой и независимыми переменными не обнаружена.

Таблица 7

Коэффициенты модели

Коэффициенты модели	V _C , % Param	V _C , % T	V _C , % p	V _C , % Beta
Св. член	4.36	0.76	0.58	-
n	-0.005	-0.73	0.59	-0.34
Z _O	-0.73	-0.99	0.50	-0.49
Z _V	2.78	1.87	0.31	0.94
n* Z _O	0.002	3.39	0.18	1.70
n* Z _V	-0.003	-2.54	0.23	-1.27
Z _O * Z _V	-0.05	0.35	0.78	0.16

Статистическая значимость (р-уровень) у всех коэффициентов находится в пределах 0,1–0,7, что говорит о высокой статистической значимости рассматриваемых коэффициентов. В соответствии с этим оценены коэффициенты Beta, показывающие, что все параметры практически в равной степени влияют на V_C.

Сложив коэффициенты (параметры модели Param) из табл. 7, получаем итоговую регрессионную модель (уравнение регрессии), позволяющую прогнозировать значения зависимой переменной V_C:

$$V_C = 4,36 - 0,005 \cdot n - 0,73 \cdot Z_O + 2,78 \cdot Z_V + 0,002 \cdot n \cdot Z_O - 0,003 \cdot n \cdot Z_V - 0,05 \cdot Z_O \cdot Z_V. \quad (6)$$

Используя данную модель, можно сравнить наблюдаемые значения (полученные в ходе эксперимента) зависимой переменной с предсказанными (полученные с помощью математической модели). Результат сравнения приведен в табл. 8.

Разница наблюдаемых и предсказанных значений оценена с помощью относительной погрешности по формуле (5).

Таблица 8

Сравнение наблюдаемых и предсказанных значений

№	V _C , % Наблюдаемые	V _C , % Модельные	Относительная погрешность, %
1	5,92	6,23	5,29
2	8,56	8,24	3,66
3	9,37	9,05	3,34
4	11,2	11,51	2,80
5	5,6	5,28	5,60
6	3,79	4,10	8,27
7	12,06	12,37	2,60
8	11,95	11,63	2,62

Из табл. 8 видно, что остатки от сравнения достаточно малы, следовательно, модель можно использовать для предсказания значений зависимой переменной, а также среднее значение относительной погрешности составляет 4,27 %. Ввиду приведенных выше рассуждений модель, полученная в ходе исследования, может считаться адекватной и может быть использована для дальнейшего тестирования.

Третья модель получена с помощью инструмента «Множественная регрессия», модуля «Общие регрессионные модели».

В табл. 9 приведены оценки модели. Коэффициент корреляции (R), равный 0,885, имеет высокое значение, что говорит о сильной взаимосвязи между зависимой и независимыми переменными. Коэффициент детерминации (R²) данной модели, равный 0,784, также достаточно высок. Из этого следует, что доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью зависимости, равна 78,4 %. F-критерий Фишера имеет небольшое значение (F = 4,84), следовательно, можно с небольшой точностью утверждать, что модель является адекватной и может быть использована для принятия решений к осуществлению прогнозов. Рассматриваемая модель является статистически значимой, так как р-уровень составляет 8,08 %. Это показывает, что модель с вероятностью 0,0808 будет являться лишь случайным совпадением для данной выборки.

Оценка модели

Таблица 9

Множественный коэффициент корреляции, R	0,88
Множественный коэффициент детерминации, R ²	0,87
Скорректированный коэффициент корреляции, R	0,62
F-критерий	4,84
p-уровень	0,08

В табл. 10 приведены коэффициенты регрессии модели. Статистическая значимость (p-уровень) у коэффициентов несильно хорошая и колеблется в пределах от 66,66 до 89,19 %. Это показывает, что каждый найденный коэффициент с вероятностью, равной соответствующему ему p-уровню, будет говорить, что найденная зависимость является лишь случайной особенностью данной выборки. Лишь у одного коэффициента, Z₀, p-уровень достаточно низкий – 1,95 %. Аналогичные результаты отображает t-критерий Стьюдента. В соответствии с этим оценены коэффициенты β. Данный коэффициент оценивает меру чувствительности одной переменной к другой переменной. Наибольшую чувствительность V_c проявляет к изменению параметра Z₀.

Таблица 10

Коэффициенты модели

Коэффициенты модели	V _c , % Param	V _c , % T	V _c , % p	V _c , % Beta
Св. член	0,55	0,14	0,98	-
n	-0,001	-0,3	0,77	-0,06
Z ₀	1,29	3,77	0,01	0,87
Z _v	0,31	0,46	0,66	0,1

Статистическая значимость (p-уровень) у всех коэффициентов находится в пределах 0,01–0,9, что говорит о высокой статистической значимости рассматриваемых коэффициентов. В соответствии с этим оценены коэффициенты Beta, показывающие, что все параметры практически в равной степени влияют на V_c.

Сложив коэффициенты (параметры модели Param) из табл. 10, получаем итоговую регрессионную модель (уравнение регрессии), позволяющую прогнозировать значения зависимой переменной V_c:

$$V_c = 0,55562 - 0,00103 \cdot n + 1,29437 \cdot Z_0 + 0,31875 \cdot Z_v \quad (7)$$

Используя данную модель, можно сравнить наблюдаемые значения (полученные в ходе эксперимента) зависимой переменной с предсказанными (полученные с помощью математической модели). Результат сравнения приведен в табл. 11. Разница наблюдаемых и предсказанных значений оценена с помощью относительной погрешности по формуле (5).

Из табл. 11 видно, что остатки от сравнения невелики, следовательно, модель можно использовать для предсказания значений зависимой переменной, а также среднее значение относительной погрешности составляет 16,01 %. Ввиду приведенных выше рассуждений модель, полученная в ходе исследования, может считаться адекватной и может быть использована для дальнейшего тестирования.

Таблица 11

Сравнение наблюдаемых и предсказанных значений

№	V _c , % Наблюдаемые	V _c , % Модельные	Относительная погрешность, %
1	5,92	5,85	1,09
2	8,56	6,49	24,15
3	9,37	11,03	17,74
4	11,2	11,67	4,19
5	5,6	5,44	2,81
6	3,79	6,08	60,42
7	12,06	10,62	11,94
8	11,95	11,25	5,79

Анализ полученных моделей показывает, что наиболее адекватно описывает процесс смешивания при полученной мучной хлебопекарной смеси, модель получена при помощи инструмента «Регрессия поверхности отклика», поскольку значение средней относительной погрешности составило 4,27 %.

По полученной модели № 2 видно, что наибольшее влияние на коэффициент неоднородности оказывает количество витков и частота вращения, а самое минимальное влияние оказывает число отверстий на витках.

Следующий этап исследований посвящен практическому применению центробежно-шнекового смесителя и анализу пробной партии мучной хлебопекарной смеси и образцу полученного хлеба.

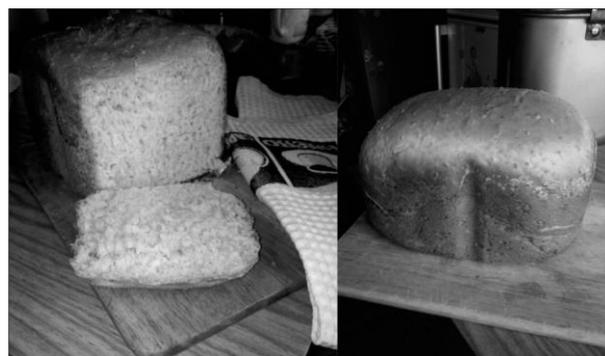


Рис. 4. Хлеб, приготовленный из мучной хлебопекарной смеси

Литературный обзор показал, что целесообразнее применять центробежно-шнековый смеситель для обогащения мучных смесей различными компонентами [3, 6], однако среднее время нахождения муки в аппарате не превышало 5–6 секунд, что недостаточно для перемешивания компонентов, находившихся в смеси в малом объеме, в результате чего качество полученной смеси несколько

ухудшалось. В предложенном нами аппарате установлен шнек, который осуществляет обратную рециркуляцию компонентов мучной смеси, тем самым увеличил их время нахождения в аппарате, доводя готовую смесь до более однородного состояния, в результате этого повышается качество получаемой мучной смеси. На его основе была произведена выпечка хлебобулочных изделий для питания спортсменов (рис. 4), физико-химические показатели которых приведены в табл. 12.

Таблица 12

Физико-химические показатели хлеба для питания спортсменов из мучной хлебопекарной смеси

Наименование показателя	Значение показателя
Удельный объем, см ³ /г	3,0-3,2
Пористость, %	76-78
Кислотность, град	2,0-2,5
Влажность, %	42-43
Общая деформация сжатия мякиша, ед. приб.	78-80

Рассчитана пищевая ценность хлебобулочного изделия и степень покрытия суточной потребности в пищевых веществах спортсмена за счет употребления 300 г хлеба в сутки. Суточная потребность в белке в среднем покрывается на 14,5 %, в углеводах – на 35 %.

Далее провели анализ биологической ценности полученного хлеба. Для этого определили фактический аминокислотный состав изделия, приготовленного из мучной хлебопекарной смеси. В качестве контрольного образца был взят хлеб, приготовленный из муки первого сорта без добавок. Результаты сравнительного анализа аминокислотного сора изделий представлены на рис. 5.

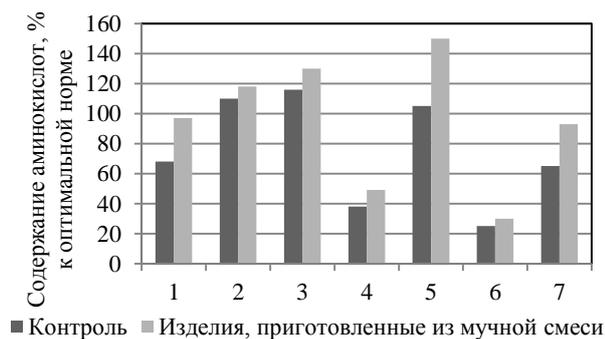


Рис. 5. Аминокислотный сора изделий, приготовленных из мучной хлебопекарной смеси:

- 1 – изолейцин; 2 – лейцин; 3 – лизин; 4 – валин;
5 – треонин; 6 – метионин + цистин;
7 – фенилаланин + тирозин

Анализ гистограммы аминокислотного сора изделий, приготовленных из мучной хлебопекарной смеси, показал, что содержание лимитирующих для хлеба незаменимых аминокислот увеличилось. По сравнению с контролем аминокислотный сора изолейцина увеличился до 41 %, лейци-

на – до 9 %, лизина – до 10 %, валина – до 26 %, треонина – до 43 %, метионина и цистина – до 30 %, фенилаланина и тирозина – до 38 %, что свидетельствует о повышении биологической ценности данных изделий.

Известно, что глицин замедляет дегенерацию мышечной ткани (так как является источником креатина – вещества, содержащегося в мышечной ткани и используемого при синтезе ДНК и РНК), повышает выносливость и вызывает прилив сил, так как является одной из немногих аминокислот, которые способны оптимизировать усвоение сахара в организме. В опытном образце его количество возросло до 30 %.

Для установления хранимостойкости смеси провели ее закладку на хранение (при температуре +20–25 и влажности воздуха 40–60 %, изолировав от источников сильного нагрева или охлаждения) сроком на 5 месяцев. Смеси упаковывали в полипропиленовые пакеты и запаивали их на упаковочной машине.

Каждый месяц проводили выпечку и контролировали физико-химические показатели (удельный объем, пористость, влажность, кислотность, общую деформацию сжатия мякиша хлеба) и органолептические показатели. Для оценки органолептических показателей качества хлебобулочных изделий в отделе технологии ФГБНУ НИИ хлебопекарной промышленности проведены 5 дегустационных совещаний.

Изделия оценивали по пятибалльной системе по показателям: форма, поверхность, состояние мякиша, цвет, вкус и запах.

Средняя дегустационная оценка составила: после изготовления – 5; через 1 месяц – 5 баллов; через 2 месяца – 4,92 балла; через 3 месяца – 4,93 балла; через 4 месяца – 4,5 балла; через 5 месяцев – 4,3 балла.

На 4-й месяц хранения в изделиях появлялся привкус горечи.

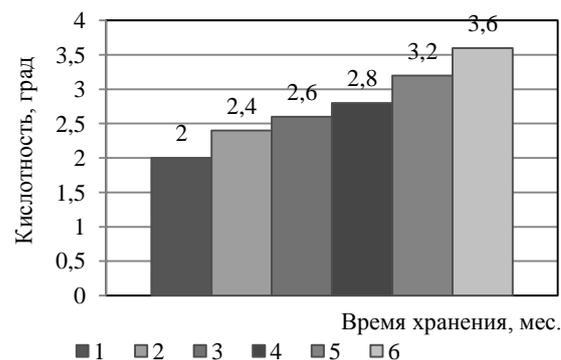


Рис. 6. Динамика кислотности хлебобулочных изделий в процессе хранения мучной хлебопекарной смеси:
1 – начальная точка; 2 – через 1 месяц хранения;
3 – через 2 месяца хранения; 4 – через 3 месяца хранения;
5 – через 4 месяца хранения; 6 – через 5 месяцев хранения

Показатели изменения кислотности изделий, приготовленных из смеси через 1, 2, 3, 4 и 5 месяцев, приведены на рис. 6.

Установлено, что в процессе хранения смеси незначительно изменялись все показатели качества. В наибольшей степени увеличивалась кислотность – на 80 % по сравнению с начальной. Вероятно, это обусловлено окислительными процессами, протекающими в липидах сырья, входящего в рецептуру смеси. По результатам физико-химических анализов и дегустаций опытных образцов принято решение установить срок годности смеси не более 4 месяцев.

Выводы

1. Наилучшее качество смешивания $V_C = 3,79$ % достигается при рациональных конструкторских параметрах работы смесителя: частоте вращения $n = 900$ об/мин, количестве витков $Z_V = 4$ и количестве отверстий на витках $Z_O = 4$.

2. Наиболее адекватно описывает процесс смешивания модель «Регрессия поверхности отклика» с общей относительной погрешностью $V_C = 4,27$ %, из которой видно, что наибольшее влияние на ко-

эффициент неоднородности оказывает количество витков и частота вращения рабочего органа, а самое минимальное значение оказывает число отверстий на витках.

3. Методом пробных лабораторных выпечек установлено оптимальное соотношение рецептурных компонентов в мучной хлебопекарной смеси.

4. Выявлено, что суточная потребность спортсменов в белке в среднем покрывается на 14,5 %, в углеводах – на 35 % за счет употребления 300 г хлеба, приготовленного из мучной хлебопекарной смеси.

5. Анализ аминокислотного скора хлеба, приготовленного из мучной хлебопекарной смеси, показал, что содержание лимитирующих для хлеба незаменимых аминокислот увеличивалось от 9 до 43 % по сравнению с контрольным образцом без добавок.

6. По результатам физико-химических анализов и дегустаций опытных образцов хлеба через 1, 2, 3, 4 и 5 месяцев хранения мучных хлебопекарных смесей установлен ее срок годности – не более 4 месяцев.

Список литературы

1. Борисова, О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации. – М., 2007. – 132 с.
2. Бородулин, Д.М. Развитие смесительного оборудования центробежного типа для получения сухих и увлажненных комбинированных продуктов: монография / Д.М. Бородулин, В.Н. Иванец; Кемеровский технологический ин-т пищевой пром-сти. – Кемерово, 2012.
3. Бородулин, Д.М. Применение смесителя непрерывного действия для витаминизации муки / Д.М. Бородулин, О.В. Салищева, А.А. Андрюшков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 9. – С. 58–61.
4. Бородулин, Д.М. Исследование функционирования центробежного смесителя для непрерывного действия методом множественного регрессионного анализа / Д.М. Бородулин, А.Б. Шушпанников, Л.А. Войтикова // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 1. – С. 48–54.
5. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов / Ю.П. Грачев. – М.: Пищевая промышленность, 1969. – 315 с.
6. Разработка и исследование центробежного смесителя непрерывного действия для получения смесей спортивного питания / В.Н. Иванец [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 1. – С. 48–55.
7. Казанцева, И.Л. Нутовая мука – перспективный и безопасный ингредиент пищевых систем // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 5–6. – С. 13–16.
8. Кацерикова, Н.В. Кунжут как источник кальция в рационе лиц пожилого возраста / Н.В. Кацерикова, Ю.С. Липатова // Пищевая промышленность. – 2009. – № 2. – С. 48–49.
9. Климова, Е.В. Характеристика продуктов переработки овса как необходимых компонентов рационального питания человека // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2007. – № 1. – С. 38.
10. Невская, Е.В. Оптимизация рецептурного состава хлебобулочных изделий для спортивного питания / Е.В. Невская, Л.А. Шлеленко, Д.М. Бородулин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1 (36). – С. 60–64.
11. Пат. 148608 РФ, МПК В01F 7/00. Центробежно-шнековый смеситель / Бородулин Д.М., Ратников С.А., Киселев Д.И., Сухоруков Д.В., Железковский А.Е.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности» (Ru). – № 2013137989/05; заявл. 13.08.13; опубл. 10.12.2014, Бюл. № 34.
12. Полиевский, С.А. Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 2005. – С. 384.
13. Ivanets, V.N., Borodulin D.M., Shushpannikov D.V. Intensification of bulk material mixing in new designs of drum, vibratory and centrifugal mixers. // Foods and Raw Materials. 2015. № 3 (1). С. 62-69.

ANALYSIS OF CENTRIFUGAL SCREW MIXER OPERATION APPLYING MULTIPLE REGRESSION METHOD WHEN OBTAINING BAKER'S FLOUR MIX TO PRODUCE BAKERY PRODUCTS FOR SPORTSMEN

D.M. Borodulin^{1,*}, E.V. Nevskaya², D.I. Kiselev¹, L.A. Shlelenko², M.N. Potapova¹

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

²Research Institute of Baking Industry,
26A, B. Cherkizovskaya Str., Moscow, 107553, Russia

*e-mail: borodulin_dmitri@list.ru

Received: 10.03.2016

Accepted: 25.04.2016

Currently, many regions of the Russian Federation including the Kemerovo region face serious problems with food products quality. Foods having a low content of essential macro- and micronutrients fill the grocery market. Therefore, enrichment of foods with amino acids, omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids, vitamins, minerals, etc. is an urgent task. A centrifugal screw mixer for bulk materials with selected rational operation parameters used for the enrichment of flour mix with vitamins and other beneficial substances was developed in the laboratory of the department "Technological design of food production" at Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University). Analyzing the mixing process applying a multiple regression method, we have found that "Regression response surface" most accurately describes the process and that the number of screw flights and the frequency of the operation element rotation influence the quality of mixing significantly. Investigations on the optimization of the qualitative and quantitative ingredient composition of baker's flour mix have been done at Research Institute of Baking Industry. Biological value of bread baked from the developed flour mix was analyzed, and it was found that its amino acid score had increased from 9 to 43% compared to the control additive-free sample. The shelf life for baker's flour mix has been established.

Centrifugal screw mixer, regression analysis, quality of mixing, heterogeneity of the mix, multiple regression, rational parameters, biological value, baker's flour mix

References

1. Borisova O.O. *Pitanie sportmenov: zarubezhnyy opyt i prakticheskie rekomendatsii* [Power athletes: international experience and best practices]. Moscow, "Sovetskiy sport" Publ., 2007. 132 p.
2. Borodulin D.M., Ivanets V.N. *Razvitie smesitel'nogo oborudovaniya tsentrobezhnogo tipa dlya polucheniya sukhikh i uvlazhnennykh kombinirovannykh produktov* [The development of mixing equipment of centrifugal type for reception of dry and moist combination products]. Kemerovo, KemIFST Publ., 2012. 178 p.
3. Borodulin D.M., Salishcheva O.V., Andryushkov A.A. *Primenenie smesitelya nepreryvnogo deystviya dlya vitaminizatsii muki* [The use of a mixers centrifugal type for vitaminise of flour]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2012, no. 9, pp. 58–61.
4. Borodulin D.M., Shushpannikov A.B., Voytikova L.A. *Issledovanie funktsionirovaniya tsentrobezhnogo smesitelya nepreryvnogo deystviya metodom mnozhestvennogo regressionnogo analiza* [Research of functioning of the centrifugal mixer of continuous action by the method of multiple regression analysis]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2012, no. 1, pp. 98–103.
5. Grachev Yu.P. *Matematicheskie metody planirovaniya eksperimentov* [Mathematical methods of planning experiments]. Moscow, Food Industry Publ., 1969. 315 p.
6. Ivanets V.N., Borodulin D.M., Sukhorukov D.V., Chechko S.G. *Razrabotka i issledovanie tsentrobezhnogo smesitelya nepreryvnogo deystviya dlya polucheniya smesey sportivnogo pitaniya* [Design and research of centrifugal continuous mixer for mixtures for sports nutrition]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protssy i apparaty pishchevykh proizvodstv* [Scientific journal NRU ITMO. Series "Processes and Food Production Equipment"]. 2015, no. 1, pp. 48–55.
7. Kazantseva I.L. *Nutovaya muka – perspektivnyy i bezopasnyy ingredient pishchevykh sistem* [Chickpeas flour - a promising and safe food ingredient systems]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [Transactions of Higher Educational Institutions, Food Technology], 2014, no. 5–6, pp. 13–16.
8. Katserikova N.V., Lipatova Yu.S. *Kunzhut kak istochnik kal'tsiya v ratsionno lits pozhilogo vozrasta* [Sesame as a source of calcium in the diet of elderly]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2009, no. 2, pp. 48–49.
9. Klimova E.V. *Kharakteristika produktov pererabotki ovsa kak neobkhodimyykh komponentov ratsional'nogo pitaniya che-loveka* [Characteristics of oats processed products as a necessary component of human nutrition]. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'. Referativnyy zhurnal* [Food and processing industry. Abstract Journal], 2007, no. 1, pp. 38.
10. Nevskaya E.V., Shlelenko L.A., Borodulin D.M. *Optimizatsiya retsepturnogo sostava khlebobulochnykh izdeliy dlya sportivnogo pitaniya* [Optimization of the recipe composition of bakery products for sports nutrition]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, no. 1, pp. 60–64.
11. Borodulin D.M., Ratnikov S.A., Kiselev D.I., Sukhorukov D.V., Zhelezovsky A.E. *Centrobezhno - shnekovj smesitel'* [Centrifugaal screw mixer]. Patent RF, no. 148608, 2014.
12. Polievskiy S.A. *Osnovy individual'nogo i kollektivnogo pitaniya sportmenov* [Their individual and collective power athletes]. Moscow, "Fizkul'tura i sport" Publ., 2005. 384 p.

13. Ivanets V.N., Borodulin D.M., Shushpannikov A.B., 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.

Дополнительная информация / Additional Information

Анализ функционирования центробежно-шнекового смесителя методом множественной регрессии при получении мучной хлебопекарной смеси для приготовления хлебобулочных изделий для питания спортсменов / Д.М. Бородулин, Е.В. Невская, Д.И. Киселев, Л.А. Шлеленко, М.Н. Потапова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 91–100.

Borodulin D.M., Nevskaya E.V., Kiselev D.I., Shlelenko L.A., Potapova M.N. Analysis of centrifugal screw mixer operation applying multiple regression method when obtaining baker's flour mix to produce bakery products for sportsmen. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 91–100 (in Russ.).

Бородулин Дмитрий Михайлович

д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-37, e-mail: borodulin_dmitri@list.ru

Невская Екатерина Владимировна

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», 107553, Россия, г. Москва, ул. Б. Черкизовская, д. 26а, тел.: +7 (499) 780-72-92

Киселев Дмитрий Игоревич

аспирант кафедры технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-37, e-mail: Eidos-92@mail.ru

Шлеленко Лариса Андреевна

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», 107553, Россия, г. Москва, ул. Б. Черкизовская, д. 26а, тел.: +7 (499) 780-72-92

Потапова Мария Николаевна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологического проектирования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-68

Dmitriy M. Borodulin

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Technological Design of Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-37, e-mail: borodulin_dmitri@list.ru

Ekaterina V. Nevskaya

Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, State Scientific Institution Research Institute of the Baking Industry, 26A, B. Cherkizovskaya Str., Moscow, 107553, Russia, phone: +7 (499) 780-72-92

Dmitriy I. Kiselev

Postgraduate of the Department of Technological Design of Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-37, e-mail: Eidos-92@mail.ru

Larisa A. Shlelenko

Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, State Scientific Institution Research Institute of the Baking Industry, 26A, B. Cherkizovskaya Str., Moscow, 107553, Russia, phone: +7 (499) 780-72-92

Marya N. Potapova

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technological Design of Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-68



ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КЛАССИФИКАТОРА С КРИВОЛИНЕЙНЫМИ ЛОПАТКАМИ

М.А. Киркор, Р.А. Бондарев*

*УО «Могилевский государственный
университет продовольствия»,
212027, Республика Беларусь, г. Могилев,
пр. Шмидта, 3*

**e-mail: mgur_pm@bk.ru*

Дата поступления в редакцию: 18.03.2016

Дата принятия в печать: 25.04.2016

Для расчета аспирационных сетей и подбора комплектующего оборудования необходимо знать величину потерь давления в отдельных элементах установок. Для выявления влияния различных конструктивных особенностей ротора классификатора на его гидравлическое сопротивление была разработана экспериментальная установка и методика проведения экспериментальных исследований, а также подобрана контрольно-измерительная аппаратура. Проведены экспериментальные исследования при различных расходных и кинематических параметрах проведения процесса разделения полидисперсных материалов на фракции и различных конструктивных особенностях рабочего органа классификатора. Установлено, что с увеличением числа лопаток ротора и угла их изгиба увеличивается гидравлическое сопротивление классификатора. В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение, описывающее зависимость гидравлического сопротивления классификатора в виде критерия Эйлера от расхода воздуха и частоты вращения ротора в виде модифицированного критерия Рейнольдса при различных значениях угла изгиба лопаток и их количества. Кроме того, получена зависимость, отражающая влияние угла изгиба лопатки на гидравлическое сопротивление установки в виде коэффициента изгиба лопатки, позволяющая определить этот параметр для геометрически подобных установок. Полученные уравнения упрощают процесс инженерного расчета центробежного классификатора для разделения полидисперсных порошков и могут быть использованы при проектировании сходных по конструкции установок под конкретные технологические требования на предприятиях пищевой промышленности.

Гидравлическое сопротивление, центробежный классификатор, критерий Эйлера, модифицированный критерий Рейнольдса

Введение

Описание процесса центробежной аэродинамической классификации тонкоизмельченных пищевых порошков основано на взаимодействии силы инерции (центробежной силы) с силой аэродинамического сопротивления частиц, которая зависит как от размера и формы частицы, так и от режима движения частицы в рабочем пространстве классификатора [1].

Известно также, что режим движения частиц в роторном классификаторе однозначно влияет на качественные характеристики процесса разделения на фракции [2] и определяется конструктивными и режимными параметрами работы установки, а также характеристиками несущего потока. Поэтому для прогнозирования работы аппаратов необходимо иметь данные о факторах, влияющих на протекание процесса, а также иметь достоверные зависимости для определения его основных технических показателей. Это приобретает особую актуальность, если речь идет о новых конструкциях аппаратов, к числу которых относится и роторный классификатор с лопатками, изогнутыми в сторону, обратную направлению вращения ротора.

Применение в классификаторе ротора с лопатками такого типа создает в рабочем объеме аппарата особую гидродинамическую картину, которая существенно отличается от гидродинамики движения потоков в аппаратах с прямолинейными лопат-

ками. Данное конструктивное решение оказывает положительное влияние на качество процесса классификации [3]. Однако отсутствие данных о влиянии конструктивных особенностей классификатора на его технические показатели и, в частности, на гидравлическое сопротивление является сдерживающим фактором на пути его внедрения в промышленное производство, так как без наличия этих данных затруднен расчет аспирационной сети, а также подбор комплектующего оборудования технологической линии.

С целью выявления зависимостей, связывающих между собой энергетические затраты на проведение процесса разделения с конструктивными и режимными параметрами классификатора, были проведены экспериментальные исследования по определению гидравлического сопротивления роторного центробежного классификатора с криволинейными лопатками.

Объекты и методы исследований

Для исследования гидравлического сопротивления, которое является одним из важнейших параметров, характеризующих работу оборудования, была разработана лабораторная установка, схема которой представлена на рис. 1. Основным элементом установки является роторный центробежный классификатор с криволинейными лопатками, загнутыми против хода вращения рабочего органа,

применяемого для выделения частиц размером от 5 до 50 мкм из полидисперсных порошков в пищевой промышленности [4].

Лабораторная установка, представленная на рис. 1, состоит из классификатора 2, который приводится в действие с помощью привода 3. Система воздухопроводов состоит из двух частей: воздуховод подачи запыленного воздуха 1 и воздуховод отвода воздуха из аппарата 5. Движение воздушного потока осуществляется при помощи вентилятора 7 типа ВР 80-75-3,5-15С-1-1, подключенного в сеть электрического питания с напряжением 380 В, частотой тока 50 Гц, и снабженного электродвигателем мощностью 2,2 кВт. Вентилятор способен создавать разрежение до 1650 Па и имеет объемный расход воздуха до 0,47 м³/с. Привод вентилятора снабжен транзисторным преобразователем частоты 8 типа Hyundai N700E-0,55HF номинальной мощностью 5500 Вт и магнитным пускателем 9.

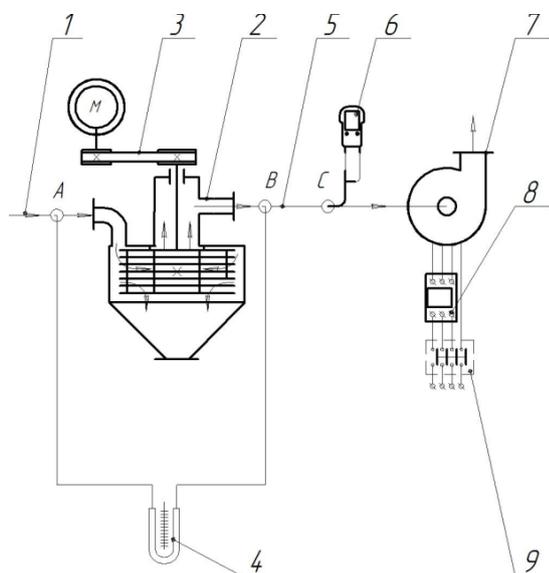


Рис. 1. Схема лабораторной установки:
1, 5 – воздуховод; 2 – центробежный классификатор;
3 – привод; 4 – микроманометр; 6 – анемометр;
7 – вентилятор; 8 – частотный преобразователь;
9 – магнитный пускатель

Измерение объемного расхода воздуха осуществлялось цифровым анемометром 6 марки testo-435, снабженным трубкой Пито-Прандтля. Прибор позволяет проводить измерение давления с точностью до 0,01 Па, а скорости воздушного потока – с точностью до 0,1 м/с. Изменение значения расхода воздуха осуществляется транзисторным преобразователем частоты 9, с помощью которого изменяется частота вращения рабочего колеса вентилятора. Измерение гидравлического сопротивления осуществлялось с помощью U-образного дифференциального микроманометра 4 типа КХЛП с высотой шкалы 640 мм.

Эксперименты по определению гидравлического сопротивления центробежного роторного классификатора производились при различных значениях объемного расхода воздуха (от 0,014 до 0,02 м³/с с шагом 0,001 м³/с), а также различных

углах изгиба и числе лопаток ротора. Интервалы варьирования входных параметров определялись исходя из технических возможностей и конструктивных особенностей лабораторной установки.

Основным конструктивным параметром (помимо числа лопаток), изменяемым в классификаторе, является угол изгиба лопатки ротора β . Под углом изгиба лопатки β понимается угол между нормалью, восстановленной к радиусу диска ротора DE, и средней линией лопатки ротора (рис. 2) [5].

Эксперименты производились следующим образом. В рабочую камеру классификатора 2 устанавливались наборы дисков ротора, изготовленные с определенным углом изгиба лопатки. Трубки манометра подключали в точки замера А и В. Цифровой анемометр подключался в точку замера С (рис. 1). Далее включался привод ротора классификатора 3 и вентилятор 7. Затем фиксировалось значение объемного расхода воздуха, после чего с помощью частотного преобразователя 9 производилась корректировка объемного расхода воздуха до необходимого значения.

Во время проведения эксперимента фиксировался перепад высот водяного столба в трубках U-образного манометра. Затем по выражению (1) [6] вычислялось гидравлическое сопротивление аппарата Δp , Па:

$$\Delta p = \rho_g \cdot g \cdot h, \quad (1)$$

где ρ_g – плотность воды, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; h – перепад высот водяного столба в трубках манометра, м.

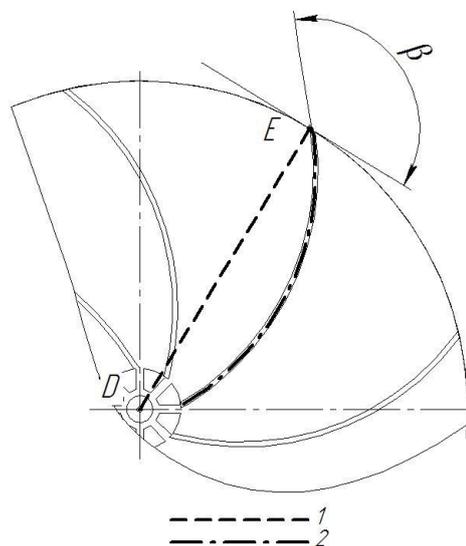


Рис. 2. Схема ротора:
1 – радиус диска ротора;
2 – средняя линия лопатки ротора

При проведении исследований принимались следующие допущения: не учитывалось влияние таких параметров, как диаметр ротора и концентрация частиц твердой фракции в воздушном потоке, которые являлись постоянными величинами. Данные параметры оказывают влияние на величину

гидравлических потерь в аппарате, однако конечной целью исследования являлось выявление зависимостей в виде критериев гидродинамического подобия, в состав которых входят указанные параметры, что позволяет принять их для данного исследования в качестве инвариантных значений.

Результаты и их обсуждение

В результате экспериментальных исследований были получены зависимости потерь давления в рабочей камере классификатора от объемного расхода воздуха при различном числе лопаток ротора, которые в графическом виде представлены на рис. 3.

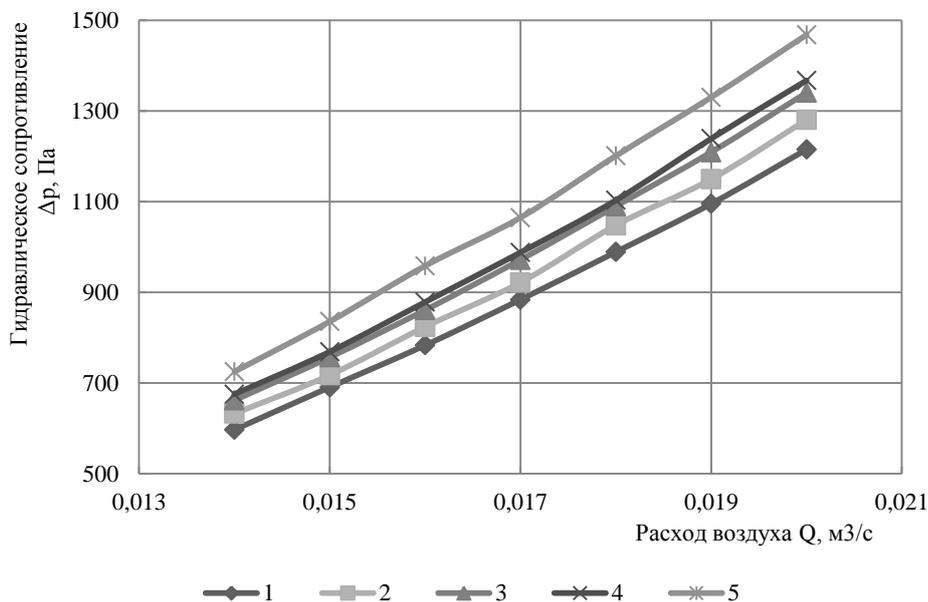


Рис. 3. Зависимость гидравлического сопротивления от объемного расхода воздуха: 1 – 5 лопаток; 2 – 6 лопаток; 3 – 7 лопаток; 4 – 8 лопаток; 5 – 9 лопаток

Анализ полученных данных показывает, что с увеличением расхода воздуха и числа лопаток возрастает гидравлическое сопротивление установки. Это можно объяснить тем, что с увеличением расхода воздуха увеличивается скорость движения воздушного потока в межлопаточном пространстве классификатора. В свою очередь, увеличение числа лопаток уменьшает площадь сечения канала, а также увеличивает величину его смоченного периметра, что ведет к увеличению сил трения.

Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить выражение, описывающее зависимость потерь давления от объемного расхода воздуха, которая имеет вид

$$\Delta p = C_1 \zeta v^{118,64} Q \quad (2)$$

где C_1 – эмпирический коэффициент, значения которого в зависимости от числа лопаток представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значение коэффициента C_1 в формуле (2)

Число лопаток	Коэффициент C_1
5	118,2
6	123,4
7	130,6
8	131,8
9	144,7

Одним из параметров, определяющих величину гидравлического сопротивления установки наряду с плотностью несущей среды и ее скоростью, является коэффициент гидравлического сопротивления, который связан с потерями давления выражением (3) [6]:

$$\Delta p = \zeta \rho \frac{v^3}{2} \quad (3)$$

где ζ – коэффициент гидравлического сопротивления аппарата; ρ – плотность несущего потока, кг/м³; v – абсолютная скорость движения несущего потока, м/с.

Основное влияние на его величину оказывает режим движения потока, который определяется значением критерия Рейнольдса. Учитывая, что частица с потоком участвует в сложном движении, состоящем из переносного и относительного движений [3], то для описания влияния режима движения на коэффициент гидравлического сопротивления использовался модифицированный критерий Рейнольдса, значение которого определялось по абсолютной скорости движения, а в качестве определяющего размера использовался эквивалентный диаметр межлопаточных каналов.

В свою очередь, величины скоростей переносного v_e и относительного v_r движений, а также величина абсолютной скорости движения частицы определялись по выражениям (4–6) [3]:

$$x_e = \omega^2 R^2, \quad (4)$$

$$x_r = \frac{Q}{S_B \omega z}, \quad (5)$$

$$x = \sqrt{x_e^2 + x_r^2}, \quad (6)$$

где ω – угловая скорость вращения ротора, рад/с; R – радиус ротора, м; Q – объемный расход воздуха, м³/с; S_B – площадь поперечного сечения межлопаточного канала, м²; z – число межлопаточных каналов в роторе, шт.

Проведенные серии экспериментов показали, что еще одним параметром, влияющим на величину потерь давления, а значит и на коэффициент гидравлического сопротивления установки, является угол изгиба лопаток. В графическом виде зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от модифицированного критерия Рейнольдса при разных углах изгиба лопаток представлены на рис. 4.

Анализ данных, представленных на рис. 4, показывает, что коэффициент гидравлического сопротивления обратно пропорционален значению критерия Рейнольдса и прямо пропорционален углу изгиба лопаток.

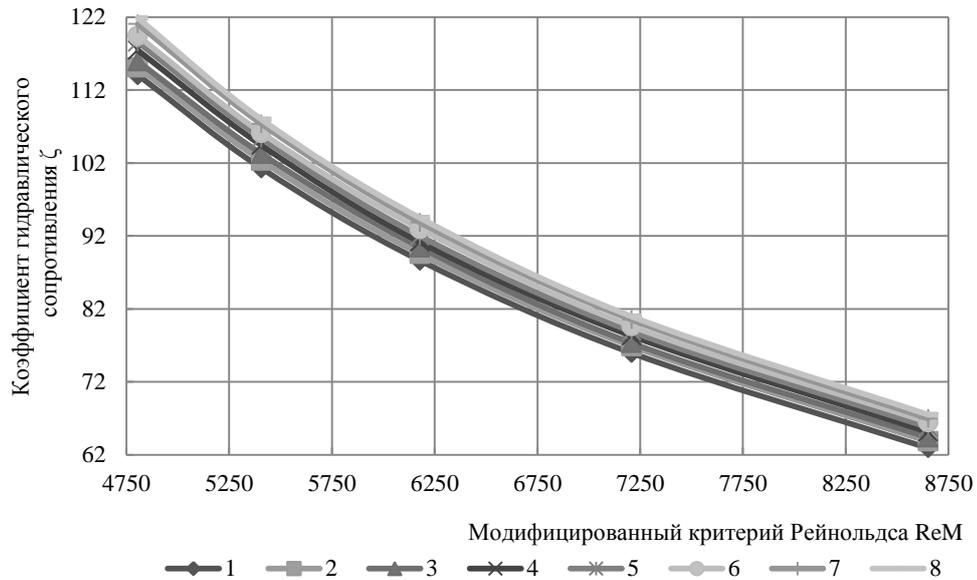


Рис. 4. Зависимость коэффициента гидравлических сопротивлений от модифицированного критерия Рейнольдса: 1 – угол изгиба 100°; 2 – угол изгиба 110°; 3 – угол изгиба 120°; 4 – угол изгиба 130°; 5 – угол изгиба 140°; 6 – угол изгиба 150°; 7 – угол изгиба 160°; 8 – угол изгиба 170°

Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить зависимость коэффициента гидравлического сопротивления классификатора от модифицированного критерия Рейнольдса, которая имеет вид

$$\zeta = C_2 \omega Re_M^{-1}, \quad (7)$$

где C_2 – эмпирический коэффициент влияния угла изгиба лопатки, значения которого представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значение коэффициента C_2 в формуле (7)

Угол изгиба лопаток	Коэффициент C_2	Угол изгиба лопаток	Коэффициент C_2
100°=0,55π	559124	140°=0,77π	584779
110°=0,61π	560263	150°=0,83π	598161
120°=0,66π	568179	160°=0,88π	603893
130°=0,72π	577404	170°=0,94π	609316

Для упрощения использования полученных экспериментальных данных при инженерном расчете центробежного классификатора для разделения полидисперсных материалов целесообразнее их представить в виде критериев подобия. В качестве такого критерия на практике применяется критерий Эйлера, определяемый по выражению [7]:

$$Eu = \frac{Dp}{c \omega x^2}. \quad (8)$$

Обработка экспериментальных данных позволила получить зависимость критерия Эйлера Eu_0 от модифицированного критерия Рейнольдса для эталонной конструкции классификатора (угол изгиба лопатки равен 160°), которая в графическом виде представлена на рис. 5.

Математическая обработка данных, представленных на рис. 5, позволила получить эмпирическую зависимость, которая имеет вид

$$Eu_0 = 2,93410^5 \omega Re_M^{-1}. \quad (9)$$

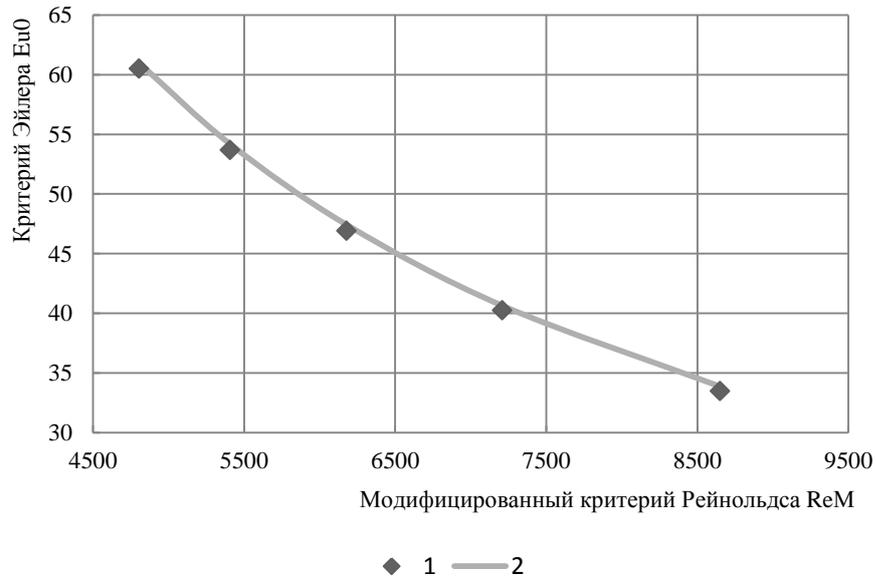


Рис. 5. Зависимость критерия Эйлера от модифицированного критерия Рейнольдса:
1 – экспериментальные данные; 2 – расчет по выражению (6)

Изменение угла изгиба лопаток ротора является отклонением от эталонной конструкции, а его влияние можно выразить в виде коэффициента изгиба лопатки k_β , который определяется по выражению

$$k_\beta = \frac{Eu}{Eu_0}, \quad (10)$$

где Eu – значение критерия Эйлера для рассматриваемой конструкции классификатора.

Для определения влияния угла изгиба лопаток

на коэффициент изгиба лопатки были произведены серии опытов, результаты которых представлены на рис. 6.

Обработка экспериментальных данных позволила получить зависимость коэффициента изгиба лопатки от угла ее изгиба, которая имеет вид

$$k_\beta = C_3 \beta + C_4, \quad (11)$$

где C_3 и C_4 – эмпирические коэффициенты, значения которых представлены в табл. 3.

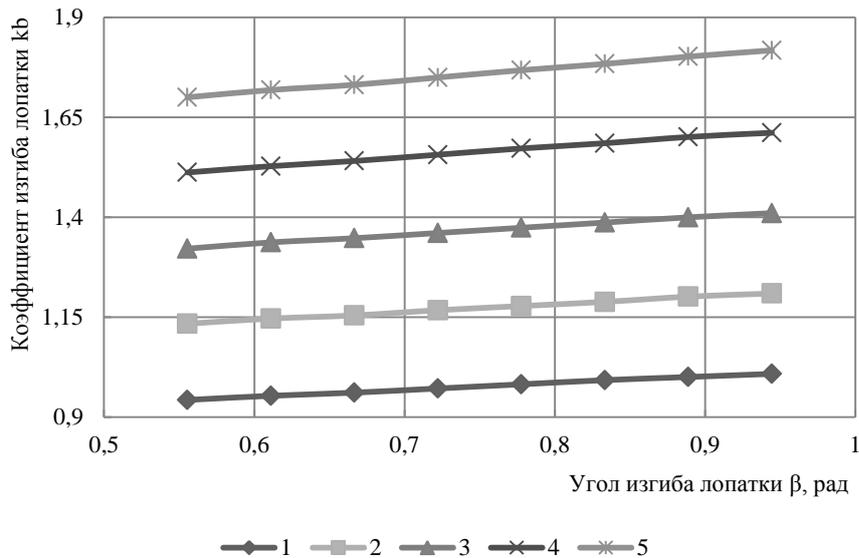


Рис. 6. Зависимость коэффициента изгиба лопатки от угла изгиба:
1 – $Re_M=8651$; 2 – $Re_M=7209$; 3 – $Re_M=6179$; 4 – $Re_M=5407$; 5 – $Re_M=4806$

Таблица 3

Значение коэффициентов C_3 и C_4 в выражении (11)

Модифицированный критерий Рейнольдса Re_M	Коэффициент C_3	Коэффициент C_4
8651	0,174	0,848
7209	0,196	1,025
6179	0,228	1,195
5407	0,305	1,368

Анализ зависимости (11) показывает, что данные выражения имеют общий коэффициент, связанный с модифицированным критерием Рейнольдса. Математическая обработка полученных зависимостей позволила определить влияние модифицированного критерия Рейнольдса на коэффициент изгиба лопатки, что в свою очередь позволило

сгруппировать эмпирические коэффициенты в одно уравнение (12):

$$k_g = \frac{Re_M}{1415} 0,089C_6 + 0,25 \quad (12)$$

Данное выражение значительно упрощает процесс инженерного расчета центробежных роторных классификаторов, снабженных ротором с криволинейными лопатками, в случае отклонения конструкции от эталонной. Полученные зависимости (7, 9, 12) позволяют определить затраты энергии на движение воздушного потока в рабочей камере классификатора при различных режимах его протекания, а также при различном числе лопаток ротора и углах их изгиба. На практике полученные уравнения могут найти применение при инженерном расчете установок для разделения порошков, снабженных классификатором с криволинейными лопатками.

Список литературы

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для химико-технологических специальностей вузов / А.Г. Касаткин. – М.: АльянсС, 2014. – 750 с.
2. Левданский, А.Э. Высокоэффективные проточные процессы и аппараты / А.Э Левданский, Э.И. Левданский. – Минск: БГТУ, 2001. – 235 с.
3. Киркор, М.А. Исследование движения частицы по поверхности ротора классификатора / М.А. Киркор, Р.А. Бондарев, В.И. Никулин // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2015. – № 1(18). – С. 98–104.
4. Сиваченко, Л.А. Новое технологическое оборудование для комплексной переработки пищевого сырья растительного происхождения / Л.А. Сиваченко [и др.] // Вестник ПГУ. Серия Б. Промышленность. Прикладные науки. – 2014. – № 11. – С. 52–58.
5. Бондарев, Р.А. Аналитическое исследование кинематики движения воздушного потока в межлопаточном пространстве ротора / Р.А. Бондарев, М.А. Киркор // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апр. 2015 г. / Мог. гос. ун-т прод.; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2015. – С. 235.
6. Кавецкий, Г.Д. Технологические процессы и производства (пищевая промышленность): учебник для студентов вузов / Г.Д. Кавецкий, А.В. Воробьева. – М.: КолосС, 2006. – 367 с.
7. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической промышленности: учеб. пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; под ред. П.Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Альянс, 2013. – 575 с.

RESEARCH ON HYDRAULIC RESISTANCE OF CENTRIFUGAL CLASSIFIER WITH CURVILINEAR BLADES

M.A. Kirkor, R.A. Bondarev*

Mogilev State University of Foodstuffs,
3, Schmidt's Ave., Mogilev, 212027, Republic of Belarus

*e-mail: mgup_pm@bk.ru

Received: 18.03.2016

Accepted: 25.04.2016

To calculate aspiration networks and select standard equipment it is necessary to know the magnitude of pressure loss in the unit's individual elements. To determine the effect of various design features of the classifier rotor on its hydraulic resistance an experimental unit and technique of experimental research are developed, and instrumentation is chosen as well. Experimental studies at various consumption and kinematic parameters of separation process of polydisperse materials into fractions and various structural features of the classifier operating unit are carried out. It is found that with an increase in the number of rotor blades and the angle of bend the classifier hydraulic resistance increases. The experimental data processing resulted in the equations describing the dependence of hydraulic resistance of the classifier as Euler's criterion from airflow and rotor speed as modified Reynolds criterion for various values of blade bend angle and blade number. In addition, the dependence reflecting the effect of blade bend angle on hydraulic resistance of the unit in the form of the blade bend coefficient is obtained allowing us to define this parameter for geometrically similar systems. These equations simplify the process of engineering calculation of the centrifugal classifier for

separating polydisperse powders and they can be used in the design of similar systems for specific process requirements at food enterprises.

Hydraulic resistance, centrifugal classifier, Euler's criterion, modified Reynolds criterion

References

1. Kasatkin A.G. *Osnovnye protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii* [Basic processes and apparatuses of chemical engineering]. Moscow, Al'yansS Publ., 2014. 750p.
2. Levdanskiy A.E., Levdanskiy E.I. *Vysokoeffektivnye protochnye protsessy i apparaty* [Highefficiency flowing processes and equipment]. Minsk, BSTU Publ., 2001. 235p.
3. Kirkor M.A., Bondarev R.A., Nikulin V.I. Issledovanie dvizheniya chastitsy po poverkhnosti rotora klassifikatora [Research of particle motion on the surface of the rotor classifier]. *Vestnik Mogilevskogo gosudarstvennogo universiteta prodovol'stviya* [Bulletin of the Mogilev State University of Foodstuffs], 2015, no. 1(18), pp. 98–104.
4. Sivachenko L.A., Kurochkin N.V., Kirkor M.A., Bondarev R.A., Sivachenko T.L. ovoj tekhnologicheskoe oborudovanie dlya kompleksnoy pererabotki pishchevogo syr'ya rastitel'nogo proiskhozhdeniya [The new process equipment for complex processing of food raw materials of vegetable origin]. *Vestnik PGU. Seriya B. Promyshlennost'. Prikladnye nauki* [Bulletin of the Polotsk State University. Series B. Industry. Applied Science], 2014, no. 11, pp. 52–58.
5. Bondarev R.A., Kirkor M.A. Analiticheskoe issledovanie kinematiki dvizheniya vozdushnogo potoka v mezhlopatochnom prostranstve rotora [Analytical study of the kinematics of the air flow in the inter-blade rotor space]. *Materialy X mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv»* [Proc. of the X Intern. Sci. and Prac. Conf. "Technique and technology of food production"]. Mogilev, 2015. 235 p.
6. Kavetskiy G.D., Vorob'eva A.V. *Tekhnologicheskie protsessy i proizvodstva (pishchevaya promyshlennost')* [Technological processes and production (food industry)]. Moscow, KolosS Publ., 2006. 367p.
7. Pavlov K.F., Romankov P.G. (ed.), Noskov A.A. *Primery i zadachi po kursu protsessov i apparatov khimicheskoy promyshlennost'* [Examples and problems at the rate of processes and apparatuses of the chemical industry: a textbook for high schools]. Moscow, Al'yansS Publ., 2013. 575p.

Дополнительная информация / Additional Information

Киркор, М.А. Исследование гидравлического сопротивления центробежного классификатора с криволинейными лопатками / М.А. Киркор, Р.А. Бондарев // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 101–107.

Kirkor M.A., Bondarev R.A. Research on hydraulic resistance of centrifugal classifier with curvilinear blades. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 101–107 (in Russ.).

Киркор Максим Александрович

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной механики и инженерной графики, УО «Могилевский государственный университет продовольствия», 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, пр. Шмидта, 3, тел.: (+375222) 45-35-78, e-mail: mgup@mogilev.by

Бондарев Роман Александрович

ассистент кафедры прикладной механики и инженерной графики, УО «Могилевский государственный университет продовольствия», 212027, Республика Беларусь, г. Могилев, пр. Шмидта, 3, тел.: (+375222) 45-35-78, e-mail: mgup_pm@bk.ru

Maxim A. Kirkor

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Mogilev State University of Foodstuffs, 3, Schmidt's Ave., Mogilev, 212027, Republic of Belarus, phone: (+375222) 45-35-78, e-mail: mgup@mogilev.by

Roman A. Bondarev

Assistant of the Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Mogilev State University of Foodstuffs, 3, Schmidt's Ave., Mogilev, 212027, Republic of Belarus, phone: (+375222) 45-35-78, e-mail: mgup_pm@bk.ru



ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЯГОД ОБЛЕПИХИ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ

И.А. Короткий¹, Е.В. Короткая^{1,*}, В.В. Киреев²

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

²ООО «Тулунский мясной двор», 665268, Россия, г. Тулун, ул. Мясокомбинатская, 31

*e-mail: lena_short@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 08.02.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Ягоды облепихи играют важную роль в пищевом рационе жителей Сибири. Они являются богатейшим источником витаминов С и Е, содержат значительное количество каротиноидов, различные витамины группы В, F и P, минеральные вещества, а также способствуют поддержанию здоровья и долголетия. Одним из наиболее эффективных методов консервирования плодов и ягод является замораживание. Для разработки эффективных и энергосберегающих технологий низкотемпературного консервирования и хранения плодово-ягодного сырья, в частности ягод облепихи, необходима достоверная и объективная информация об их теплофизических свойствах во всем диапазоне температурного воздействия. К тому же знание теплофизических характеристик необходимо при проектировании и подборе технологического оборудования для осуществления процессов замораживания. Данная работа посвящена исследованиям теплофизических характеристик ягод облепихи различных сортов в свежем и замороженном состоянии. Для определения теплофизических характеристик был выбран первый буферный метод двух температурно-временных интервалов. В статье изложена методика проведения эксперимента и методика обработки экспериментальных данных для определения теплофизических характеристик ягод облепихи при температурах выше криоскопической точки и после окончания процесса замораживания. Приведены измеренные значения теплофизических характеристик пяти сортов ягод облепихи в свежем и замороженном состоянии. Установлено, что значения теплофизических характеристик ягод в наибольшей степени определяются массовой долей содержащейся в них влаги. Колебания в значениях теплофизических характеристик для ягод различных сортов облепихи весьма незначительны, поэтому для теплотехнических расчетов технологических процессов, связанных с температурным воздействием, следует использовать средние значения теплофизических характеристик.

Теплофизические характеристики, ягоды облепихи, теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость

Введение

Потребность организма современного человека в необходимом количестве витаминов и минеральных веществ существенно возросла вследствие роста стрессовых и экологических неблагоприятных факторов. Поэтому на сегодняшний день приоритетным направлением современной науки о питании является совершенствование норм физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии различных категорий населения страны. Вследствие этого одной из важных задач государства является обеспечение населения пищевыми продуктами, богатыми биологически активными веществами, для поддержания необходимого витаминного и минерального баланса.

В Сибири в силу суровых климатических условий, короткого вегетационного периода население не всегда в достаточном количестве обеспечено свежими продуктами растительного происхождения, поэтому местное население прежде всего ориентировано на потребление ягод, видовое разнообразие которых очень большое. Вместе с тем жители Кузбасса потребляют фруктов менее четверти физиологической потребности организма, а ягод и того меньше, это вызывает острую необходимость увеличить их производство [1, 2]. Систематическое

употребление в пищу ягод усиливает защитные силы организма, делая его устойчивым против многих болезней, способствует долголетию и высокой трудоспособности. Ягоды используют в пищу в свежем виде, сушеном и замороженном, а также для приготовления варенья, соков, сиропов, настоек, желе, напитков, ликеров, начинок для конфет, тортов и т.д. [2].

Одной из ценнейших ягодных культур Сибирского региона является облепиха. Она содержит богатейший набор компонентов, обладающих физиологической активностью. Ягоды облепихи представляют собой уникальный природный поливитаминный концентрат. Они содержат значительное количество β -каротина и каротиноидов, витаминов С и Е, а также различные витамины группы В, F и P. Ягоды облепихи не только поддерживают нормальный обмен веществ, но и освобождают организм от токсинов, способствуют поддержанию здоровья и долголетия [3].

Замораживание относится к наиболее перспективным методам консервирования. В замороженных продуктах лучше, чем в консервированных любым другим способом, сохраняются основные компоненты, определяющие пищевую ценность, в том числе и такие лабильные, как витамины, полифенолы и др.

По органолептическим показателям – вкусу, аромату, цвету, внешнему виду замороженные продукты мало отличаются от свежих. Наиболее эффективно применение консервирования методом замораживания для переработки плодов и овощей. Наиболее результативно быстрое замораживание при температуре минус 30 °С и ниже [2, 4].

Базовыми величинами при расчетах технологических процессов, в которых происходит нагревание, охлаждение или замораживание пищевого продукта, являются теплофизические характеристики, они также необходимы при проектировании и подборе технологического оборудования для осуществления такого рода процессов. Поэтому для разработки эффективных и энергосберегающих технологий низкотемпературного консервирования и переработки ягод облепихи необходима достоверная и объективная информация об их теплофизических характеристиках.

Таким образом, целью настоящей работы является определение теплофизических характеристик свежих и замороженных ягод облепихи.

Объекты и методы исследований

Для исследования нами были выбраны плоды пяти сортов облепихи: Масличная, Дар Катунки, Чуйская, Золотой початок, Пантелеевская. Указанные сорта выращиваются в ГУП «Плодопитомник-1» г. Кемерово. Для исследований выбирались плоды и ягоды, достигшие полной зрелости, здоровые, не

имеющие механических повреждений. Плоды облепихи сортировали, удаляли плодоножки, тщательно мыли водопроводной водой и подсушивали.

Содержание влаги в ягодах определяли высушиванием до постоянной массы при температуре 105 °С. Содержание растворимых сухих веществ определяли рефрактометрически. Количественное определение сахаров в ягодах проводили феррицианидным методом.

Методы двух температурно-временных интервалов относятся к скоростным методам определения теплофизических характеристик, которые позволяют в одном опыте определять теплопроводность a , теплоемкость c_V твердых, жидких, сыпучих продуктов при температурах выше и ниже криоскопической точки [5]. Из группы методов двух температурно-временных интервалов наилучшим образом для практического применения подходит первый буферный метод [6].

Принципиальная схема лабораторной установки, предназначенной для экспериментального определения теплофизических характеристик пищевых продуктов первым буферным методом двух температурно-временных интервалов, приведена в статье [7].

Значения величин теплопроводности (λ) и температуропроводности (a) объекта исследования определяли, используя систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{t_n - t_1}{t_n - t_0} = \left(1 + \frac{\lambda / \sqrt{a}}{l / \sqrt{a} + 1} \right) \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{1 - \lambda / \sqrt{a}}{l / \sqrt{a} + 1} \right)^i \operatorname{erfc} \left(\frac{h}{2\sqrt{a}i} \left(\frac{h_B}{h} \sqrt{\frac{a}{a_B}} + 1 + 2 \cdot i \right) \right) \\ \frac{t_n - t_2}{t_n - t_0} = \left(1 + \frac{\lambda / \sqrt{a}}{l / \sqrt{a} + 1} \right) \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{1 - \lambda / \sqrt{a}}{l / \sqrt{a} + 1} \right)^i \operatorname{erfc} \left(\frac{h}{2\sqrt{a}i} \left(\frac{h_B}{h} \sqrt{\frac{a}{a_B}} + 1 + 2 \cdot i \right) \right) \end{cases} \quad (1)$$

где h – толщина исследуемого объекта, м; h_B – толщина буферного слоя, м; a_B – температуропроводность теплоприемника, м²/с; $b = \lambda_B / \sqrt{a_B}$ – постоянная теплоприемника, λ_B – теплопроводность теплоприемника, Вт/(м·К); t_n – температура нагревателя в установившемся режиме работы, К; t_0 – начальная температура, К; t_1, t_2 – разность значений t_n (К) и температуры в буферном слое t (К) в моменты времени τ_1 и τ_2 (с).

Объемную теплоемкость c_V определяли из формулы

$$c_V = \lambda/a.$$

Массовую теплоемкость c_m определяли по формуле

$$c_m = c_V/\rho,$$

где ρ – плотность ягоды, кг/м³.

Результаты и их обсуждение

Для проведения исследований свежие ягоды облепихи измельчались. Полученное пюре заливалось

в полость лабораторной установки для определения теплофизических характеристик [7] таким образом, чтобы при установке нагревателя не было воздушной прослойки и пузырьков воздуха между поверхностями нагревателя и исследуемого продукта. Методика определения теплофизических характеристик ягод в замороженном состоянии имела некоторые отличительные особенности. Подготовленное измельченное сырье закладывали в цилиндрическую латунную обечайку, внутренние размеры которой соответствовали полости лабораторной установки [7]. Обечайка изготовлена таким образом, чтобы при увеличении объема ягоды вследствие замораживания увеличивалась только высота замороженного цилиндра.

Затем измельченную, деаэрированную ягоду замораживали при температуре минус 25 °С, полученную замороженную заготовку выдавливали из обечайки, определяли ее вертикальный размер и размещали ее в измерительной полости установки [7]. До того как замороженную ягоду разместить в измерительной полости, измерительный комплекс выдерживался при температуре 0±2 °С; после того как заготовка помещалась в измери-

тельной полости, устанавливался нагреватель и лабораторная установка устанавливалась в низкотемпературной каскадной холодильной камере при температуре минус 50 ÷ минус 45 °С. За счет того, что лабораторный комплекс обладает достаточно большой тепловой инерцией, контактирующие с поверхностью нагревателя и рабочей поверхностью теплоприемника торцы замороженного образца сначала подтаивали, затем примораживались к этим поверхностям. Таким образом, между образцом и рабочими поверхностями создавался идеальный тепловой контакт. Термометрическая система выдерживалась при температуре минус 50 ÷ минус 45 °С до установления теплового равновесия в термометрической системе. При определении теплофизических характеристик замороженной ягоды температура поверхности нагревателя термостатировалась при температуре минус 22 ÷ минус 25 °С. Для поддержания температуры нагревателя в указанном температурном диапазоне в цепь термостатирующего устройства включали термистор сопротивлением 5 кОм.

При включении нагревателя происходит интенсивный разогрев его рабочей поверхности до заданной температуры. Теплота от нагревателя через исследуемый материал передается теплоприемнику, температура которого повышается. Температура рабочей поверхности нагревателя, буферного слоя и свободной поверхности теплоприемника фиксируется в зависимости от времени. В результате проведения теплотехнического эксперимента были получены термограммы, рис. 1.

Систему уравнений (1) относительно λ и a решали численными методами. Для определения величин теплопроводности и температуропроводности

на кривой 1 выбирали две группы точек с определенным интервалом (рис. 1, группы I и II). Каждая из точек одной группы составляла пару с каждой точкой другой группы. В качестве окончательных величин теплопроводности и температуропроводности исследуемого сорта ягоды принимали средние значения λ и a , которые были определены для каждой пары точек.

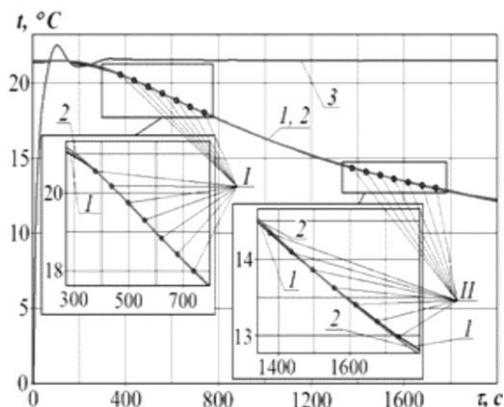


Рис. 1. Экспериментальные зависимости для определения теплофизических характеристик ягод облепихи сорта «Дар Катуни»: 1 – разность температур между нагревателем и буферным слоем; 2 – теоретическая зависимость разности температур между нагревателем и буферным слоем; 3 – температура поверхности нагревателя; I – точки, координаты которых подставляются в первое уравнение системы (1); II – точки, координаты которых подставляются во второе уравнение системы (1)

Определенные с помощью изложенной методики значения теплофизических характеристик исследованных сортов ягод облепихи в свежем и замороженном состоянии приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Теплофизические характеристики свежих ягод исследованных сортов облепихи

Сорт ягод	$a \cdot 10^7, \text{ м}^2/\text{с}$ ($\bar{X} \pm 5\%$)	$\lambda, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ($\bar{X} \pm 5\%$)	$c_V \cdot 10^{-6},$ $\text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$ ($\bar{X} \pm 5\%$)	$\rho, \text{ кг}/\text{м}^3$ ($\bar{X} \pm 2\%$)	$c_m, \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ($\bar{X} \pm 5\%$)
Масличная	1,65	0,58	3,52	932	3772
Дар Катуни	1,61	0,59	3,660	957	3829
Чуйская	1,64	0,59	3,60	943	3815
Золотой початок	1,60	0,58	3,56	960	3711
Пантелеевская	1,62	0,59	3,64	968	3762

Таблица 2

Теплофизические характеристики замороженных ягод исследованных сортов облепихи

Сорт ягод	$a \cdot 10^7, \text{ м}^2/\text{с}$ ($\bar{X} \pm 5\%$)	$\lambda, \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ($\bar{X} \pm 5\%$)	$c_V \cdot 10^{-6},$ $\text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$ ($\bar{X} \pm 5\%$)	$\rho, \text{ кг}/\text{м}^3$ ($\bar{X} \pm 2\%$)	$c_m, \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ($\bar{X} \pm 5\%$)
Масличная	10,92	2,06	1,89	871	2166
Дар Катуни	10,64	2,07	1,95	884	2201
Чуйская	10,84	2,08	1,92	862	2226
Золотой початок	10,31	1,99	1,93	873	2211
Пантелеевская	10,54	2,05	1,94	887	2193

На теплофизические характеристики ягод в наибольшей степени способны повлиять такие физико-химические показатели, как массовая доля

влаги, сахаров, растворимых сухих веществ, значения которых для исследованных сортов ягод облепихи приведены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели ягод облепихи

Сорт	Массовая доля влаги, % ($\bar{X} \pm 0,1\%$)	Массовая доля сахаров, % ($\bar{X} \pm 0,02\%$)	Растворимые сухие вещества, % ($\bar{X} \pm 0,1$)
Масличная	87,4	2,56	7,0
Дар Катуни	87,8	5,32	9,3
Чуйская	88,4	3,51	9,2
Золотой початок	82,1	3,99	8,5
Пантелеевская	87,0	5,55	10,2

Как видно из полученных данных, массовая доля влаги в исследованных сортах облепихи в среднем составила 86,5 %, на долю сахаров приходится от 37 % (сорт «Масличная») до 57 % (сорт «Дар Катуни») от общего содержания растворимых сухих веществ.

Из результатов, приведенных в табл. 1 и 2, видно, что значения теплофизических характеристик ягод в наибольшей степени определяются массовой долей содержащейся в них влаги. При замораживании ягод теплофизические характеристики значительно изменяются: температуропроводность в среднем возрастает в 6,5 раза, теплопроводность

возрастает в 3,5 раза, теплоемкость уменьшается в 1,7 раза.

Колебания в значениях теплофизических характеристик для ягод различных сортов облепихи весьма незначительны, поэтому для теплотехнических расчетов технологических процессов, связанных с температурным воздействием, следует использовать средние значения теплофизических характеристик.

Для свежих ягод облепихи: $a = 1,62 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$; $\lambda = 0,59 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; $c_m = 3777 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Для замороженных ягод облепихи: $a = 10,65 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$; $\lambda = 2,05 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; $c_m = 2199 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

Список литературы

1. Губанов, И.А. Энциклопедия природы России. Пищевые растения: справ. издание / И.А. Губанов. – М., 1996. – 556 с.
2. Короткий, И.А. Исследование и разработка технологий замораживания и низкотемпературного хранения плодово-ягодного сырья Сибирского региона: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.04: защищена 04.06.2009 / Короткий Игорь Алексеевич. – Кемерово, 2009. – 410 с.
3. Кошелев, Ю.А. Облепиха: монография / Ю.А. Кошелев, Л.Д. Агеева. – Бийск: НИЦ БПГУ им. В.М. Шукшина, 2004. – 320 с.
4. Большаков, С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания / С.А. Большаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 304 с.
5. Волькенштейн, В.С. Скоростной метод определения теплофизических характеристик материалов. – Л.: Издательство «Энергия», 1971. – 145 с.
6. Короткий, И.А. Применение метода двух температурно-временных интервалов для определения теплофизических характеристик пищевых продуктов и материалов / И.А. Короткий, Е.В. Короткая // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 2–3. – С. 109–111.
7. Короткий, И.А. Теплофизические характеристики ягод облепихи // Вестник КрасГАУ. – 2008. – № 2. – С. 287–290.

THE CHANGE OF THERMAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SEA BUCKTHORN BERRIES DURING FREEZING

I.A. Korotkiy¹, E.V. Korotkaya^{1,*}, V.V. Kireev²

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

²LLC "Tulunskiy myasnoiy dvor",
31, Myasokombinatskaya Str., Tulun, 665268, Russia

*e-mail: lena_short@mail.ru

Received: 08.02.2016

Accepted: 15.04.2016

Sea buckthorn berries occupy important place in the diet of the inhabitants of Siberia. They are the richest source of vitamins C and E, contain significant amounts of carotenoids, various vitamins of B, F, P groups, minerals, and contribute to the maintenance of health and longevity. One of the most effective methods of preserving fruits and berries is freezing. To develop efficient and energy-

saving technology of low temperature preservation and storage of fruits and berries, particularly berries of sea buckthorn, we need reliable and objective information about their thermal and physical characteristics over the entire range of temperature exposure. In addition, knowledge of the thermal and physical characteristics is necessary for designing and selecting the process equipment to implement the freezing processes. This article is devoted to investigations of thermal and physical characteristics of buckthorn berries of different varieties in fresh and frozen conditions. The first buffer method of two temperature-time intervals has been selected for determination of thermal and physical characteristics. The methodology of the experiment and data processing method for determining the thermal properties of buckthorn berries at temperatures above cryoscopic point and after freezing have been described. The measured values of thermal and physical characteristics of five buckthorn berry varieties in fresh and frozen conditions are given. It has been established that the values of thermal and physical characteristics of the berries are determined to the greatest extent by their moisture mass fraction. Fluctuations in the values of thermal and physical characteristics of different varieties of sea buckthorn berries are very small, therefore, average values of thermal and physical characteristics should be used for heat engineering calculations of technological processes connected with thermal effects.

Thermal and physical characteristics, buckthorn berries, thermal conductivity, thermal diffusivity, heat capacity

References

1. Gubanov I.A. *Pishchevye rasteniya. Entsiklopediya prirody Rossii* [Encyclopedia of nature of Russia. Food plants.]. Moscow, ABF Publ., 1996. 556 p.
2. Korotkiy I.A. *Issledovanie i razrabotka tekhnologiy zamorazhivaniya i nizkotemperaturnogo khraneniya plodovo-yagodnogo syr'ya Sibirskogo regiona. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Research and development of technologies of freezing and low-temperature storage of fruit and berry raw materials of the Siberian region. Dr. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2009, 410 p.
3. Koshelev Yu.A., Ageeva L.D. *Oblepikha* [Sea Buckthorn]. Biysk, ASHPU Publ., 2004. 320 p.
4. Bol'shakov S.A. *Kholodil'naya tekhnika i tekhnologiya produktov pitaniya* [Refrigeration and food technology]. Moscow, Akademiya Publ., 2003. 304 p.
5. Vol'kenshteyn V.S. *Skorostnoy metod opredeleniya teplofizicheskikh kharakteristik materialov* [High-Speed method of determining thermophysical characteristics of materials]. Leningrad, Energiya Publ., 1971. 145 p.
6. Korotkiy I.A., Korotkaya E.V. *Primenenie metoda dvukh temperaturno-vremennykh intervalov dlya opredeleniya teplofizicheskikh kharakteristik pishchevykh produktov i materialov* [Application of two temperature-time intervals method for determination of the thermophysical characteristics of foods and materials]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [Transactions of Higher Educational Institutions, Food Technology], 2008, no. 2–3, pp. 109–111.
7. Korotkiy I.A. *Teplofizicheskie kharakteristiki yagod oblepikhi* [The thermophysical characteristics of buckthorn berries]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of KrasGAU], 2008, no. 2, pp. 287–290.

Дополнительная информация / Additional Information

Короткий, И.А. Изменение теплофизических характеристик ягод облепихи при замораживании / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, В.В. Киреев // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 108–112.

Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Kireev V.V. The change of thermal and physical characteristics of sea buckthorn berries during freezing. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 108–112 (in Russ.).

Короткий Игорь Алексеевич

д-р техн. наук, профессор, декан заочного факультета, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 73-43-44, e-mail: krot69@mail.ru

Короткая Елена Валерьевна

д-р техн. наук, профессор кафедры аналитической химии и экологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-30, e-mail: lena_short@mail.ru

Киреев Владимир Васильевич

д-р техн. наук, профессор, генеральный директор, ООО «Тулунский мясной двор», 665268, Россия, г. Тулун, ул. Мясокомбинатская, 31

Igor' A. Korotkiy

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Dean of the Correspondence Faculty, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 73-43-44, e-mail: krot69@mail.ru

Elena V. Korotkaya

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Analytical Chemistry and Ecology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-30, e-mail: lena_short@mail.ru

Vladimir V. Kireev

Dr.Sci.(Eng.), Professor, General Director, LLC "Tulunskiy myasnoy dvor", 31, Myasokombinat'skaya Str., Tulun, 665268, Russia



РАЗРАБОТКА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СМЕСИ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГЕНТОВ

А.В. Усов*, О.В. Иваненко

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

*e-mail: usov-kemtip@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 18.03.2016

Дата принятия в печать: 30.04.2016

При проектировании холодильных установок с отношением давления конденсации к давлению кипения больше восьми рекомендуется применять двухступенчатое сжатие. Это приводит к усложнению схемы холодильной установки, увеличению капитальных и эксплуатационных затрат. Схема одноступенчатой холодильной установки, работающей на смеси холодильных агентов, позволяет получить низкую температуру кипения при высокой температуре конденсации. Для более эффективного способа получения низких температур предлагается модернизировать одноступенчатую холодильную установку. Для обеспечения бесперебойной работы подобран герметичный поршневой компрессор высокой надежности, изменена смесь заправляемых холодильных агентов, расширительная емкость и приборы автоматизации установки. С помощью низкотемпературной установки на смеси холодильных агентов можно достичь температуры в камере в диапазоне $-40...-65$ °С. Данная установка имеет хорошие эксплуатационные показатели: смазочное масло циркулирует в системе, не накапливаясь в приборах охлаждения, а всасываемый в компрессор пар имеет небольшой перегрев. Предложенная холодильная установка одноступенчатого сжатия на смеси холодильных агентов позволяет работать при больших отношениях давления конденсации и давления кипения. В результате можно получить более низкую температуру кипения при одноступенчатом сжатии, что позволяет уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты на холодильную установку в целом.

Низкотемпературная установка, смесь холодильных агентов, испаритель, конденсатор, пар, температура

Введение

Низкотемпературные холодильные установки включают в основном пароконденционные холодильные машины: одноступенчатые, двухступенчатые и каскадные. Диапазоны температур, получаемых с помощью холодильных машин, работающих на различных холодильных агентах и смесях (азеотропных и неазеотропных), различны [1, 2].

При проектировании холодильных установок с отношением давления конденсации к давлению кипения больше восьми рекомендуется применять двухступенчатое сжатие. Это приводит к усложнению схемы холодильной установки, увеличению капитальных и эксплуатационных затрат. При этом существует схема холодильных машин одноступенчатого сжатия, которая решает эту проблему. Схема холодильной установки, работающей на смеси холодильных агентов, позволяет получить низкую температуру кипения при высокой температуре конденсации.

Применение неазеотропных смесей холодильных агентов позволяет повысить термодинамическую эффективность и понизить температурную границу использования одноступенчатых холодильных машин без усложнения схемы до минус 70 °С. В неазеотропных смесях используют в качестве низкотемпературного компонента R13, R13B1, R14, а в качестве высокотемпературного – R11, R12, R22, R114. Чем выше массовая концентрация низкотемпературного компонента и ниже температура конденсации, тем более низкая температура может быть достигнута. Одноступенчатая холо-

дильная установка с традиционным набором элементов на смеси R13/R12 при двухступенчатой конденсации смеси (в конденсаторе, а затем в теплообменнике) позволяет в испарителе получить температуру -63 °С [3].

В России в ближайшее время будут востребованы низкотемпературные камеры с пароконденционными холодильными машинами на многокомпонентных смесях хладагентов [4]. При разработке и производстве современного холодильного оборудования требуется применение альтернативных озонобезопасных хладагентов [5].

Целью работы является разработка одноступенчатой низкотемпературной холодильной установки, работающей на смеси холодильных агентов, для достижения температуры в камере в диапазоне $-40...-65$ °С.

Объекты и методы исследований

Теоритическая одноступенчатая холодильная установка, работающая на смеси холодильных агентов, состоит из следующих элементов: поршневой компрессорный агрегат; конденсатор с водяным или воздушным охлаждением; линейный ресивер; терморегулирующий вентиль или капиллярная трубка; воздухоохладитель с относительно небольшой длиной трубок; отделитель жидкости; регенеративный теплообменник и расширительный сосуд. На жидкостном трубопроводе устанавливается фильтр-осушитель.

Для более эффективного способа получения низких температур предлагается модернизировать

одноступенчатую холодильную установку, схема которой представлена на рис. 1 [1]. Компрессор 4 нагнетает пары смеси холодильных агентов в конденсатор 5, в котором конденсируется в основном высокотемпературный компонент. Смесь жидкой и паровой фаз выходит из конденсатора и поступает в отделитель жидкости 2, где фазы разделяются. Отделенная жидкость высокотемпературного компонента дросселируется в дроссельном устройстве 1' до давления всасывания, смешивается с потоком паров, поступающих из испарителя 1, и направляется в конденсатор-испаритель 3 для охлаждения и конденсации паровой фазы смеси низкотемпературного компонента, поступающей из отделителя жидкости. Из теплообменника пары всасываются в компрессор. Пары низкотемпературного компонента

из отделителя жидкости направляются в конденсатор-испаритель 3, где конденсируются. Далее жидкость низкотемпературного компонента дросселируется в дроссельном устройстве 2' и поступает в воздухоохладитель, где кипит и забирает тепло от источника теплоты с низкой температурой.

После испарителя 1 пар низкотемпературного компонента смешивается с высокотемпературным компонентом, идущим от дроссельного устройства 1', и поступает в конденсатор-испаритель 3. В конденсаторе-испарителе 3 смесь перегревается, в ней выкипает высокотемпературный компонент за счет парообразного низкотемпературного компонента, идущего из отделителя жидкости 2. Затем парообразная смесь поступает на всасывание в компрессор 4.

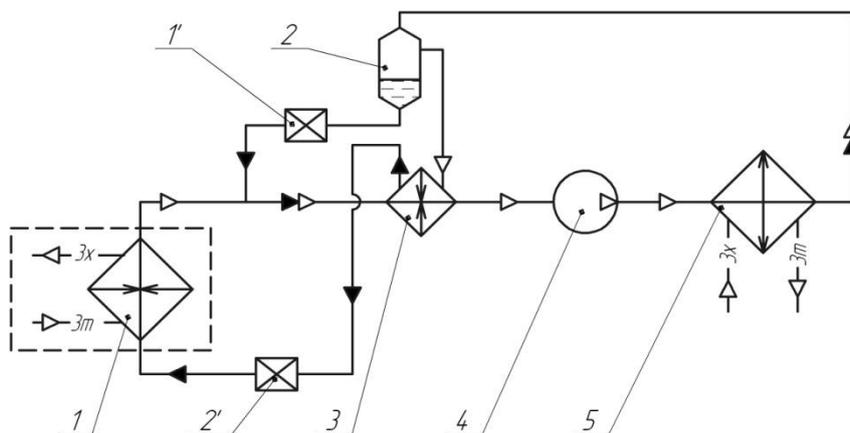


Рис. 1. Схема одноступенчатой холодильной установки на смеси хладагентов:
1 – испаритель; 2 – отделитель жидкости; 3 – конденсатор-испаритель; 4 – компрессор; 5 – конденсатор;
1', 2' – дроссельные устройства

Проверку работоспособности предлагаемой схемы проводили в реальных процессах низкотемпературной обработки. В качестве объекта замораживания выбирался сыр «Радонежский». Из него изготавливали образец в форме цилиндра диаметром 30 мм, длиной 60 мм, масса продукта 28 г.

Холодильная установка выводилась на заданный температурный режим по достижении температуры в камере $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Замеры температуры в камере производились при помощи электронного термометра, установленного в центре камеры. Температурные датчики помещали таким образом, чтобы рабочий спай одной термопары находился в геометрическом центре образца, другой – непосредственно под наружной поверхностью образца, третий – на расстоянии «X» (рис. 2). Для равномерного распределения температур продукт размещался в центре камеры на подставке.

Место размещения термопары на расстоянии «X», мм, вычисляется по формуле [6]:

$$X = l \cdot \Psi^{1/n} = 15 \cdot 0,5^{1/2} = 10,6,$$

где l – половина определяющего размера продукта (для цилиндра $\Psi = 1/2$), мм; Ψ – коэффициент, определяемый формой тела; n – коэффициент, за-

висящий от метода замораживания (при воздушном замораживании $n = 2$).

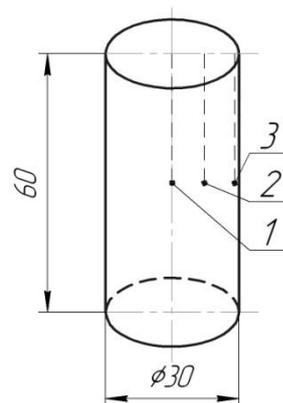


Рис. 2. Размещение температурных датчиков в цилиндре:
1 – термопара в геометрическом центре;
2 – термопара под наружной поверхностью;
3 – термопара на расстоянии «X»

Результаты и их обсуждение

В состав низкотемпературных установок должно входить оборудование, отличающееся от базового материалами и конструкцией некоторых узлов. Данные условия связаны с влиянием низ-

кой температуры на свойства материалов и рабочие процессы холодильных машин. Например, поршневые компрессоры должны иметь небольшое вредное пространство, смазываться маслом, обеспечивающим гидродинамический режим смазки. Материал деталей оборудования и арма-

туры, трубопроводы должны сохранять необходимую прочность и другие нужные свойства при низкой температуре.

На основе схемы (рис. 1) на смеси хладагентов спроектирована и смонтирована низкотемпературная холодильная установка, представленная на рис. 3.

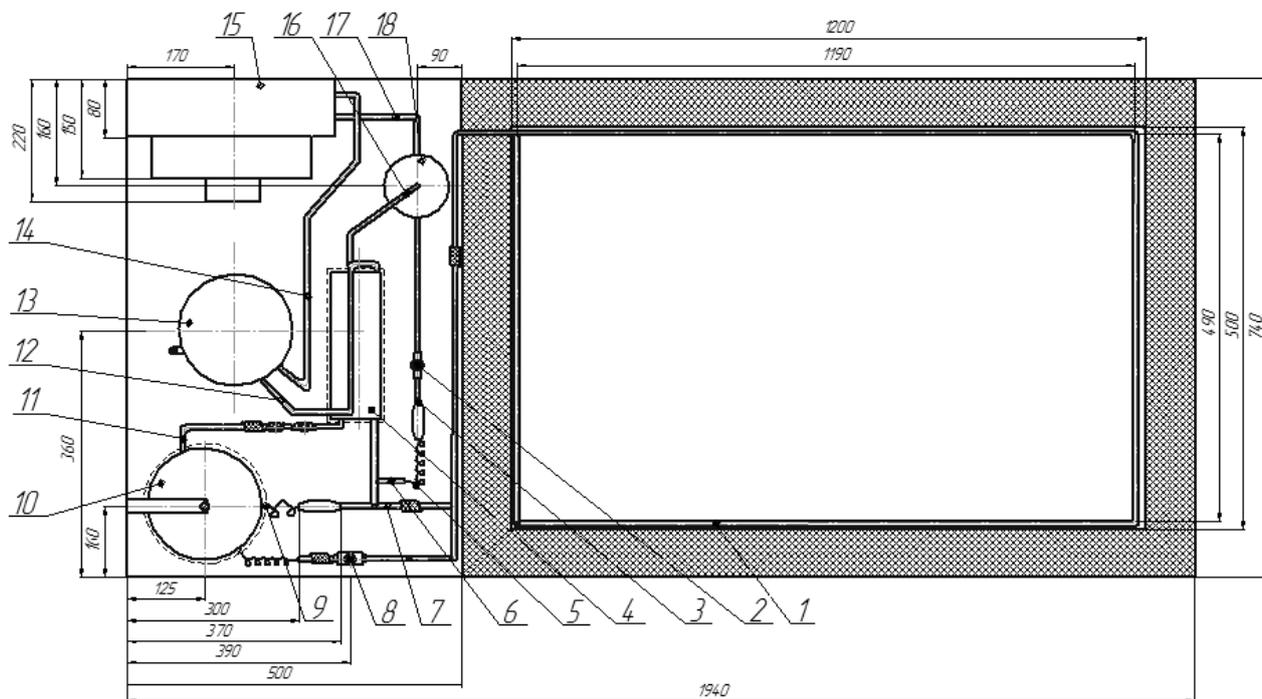


Рис. 3. Чертеж низкотемпературной одноступенчатой холодильной установки на смеси хладагентов:

1 – испаритель; 2 – смотровое окно; 3 – фильтр-осушитель; 4 – конденсатор-испаритель; 5 – капиллярная трубка хладагента R134a и R23; 6 – штуцер шредера; 7 – всасывающий трубопровод R23; 8 – запорная арматура; 9 – капиллярная трубка; 10 – расширительная емкость; 11 – жидкостный трубопровод хладагента R23; 12 – всасывающий трубопровод смеси хладагентов R134a и R23; 13 – поршневой компрессор; 14 – паровой нагнетательный трубопровод смеси хладагентов R134a и R23; 15 – воздушный конденсатор; 16 – паровой трубопровод хладагента R23; 17 – парожидкостный трубопровод смеси хладагентов R134a и R23; 18 – отделитель жидкости

Для обеспечения бесперебойной работы холодильной установки подобран герметичный поршневой компрессор Cubigel GX18TB. Компрессоры серии X обладают высокой надежностью и предназначены для работы в тяжелых низкотемпературных условиях [7]. Изменена смесь управляемых холодильных агентов, добавлены линейные компоненты, расширительная емкость и приборы автоматизации установки.

Смотровые стекла в установке устанавливаются в жидкостные трубопроводы после отделителя жидкости на линии с газом R134a и после конденсатора-испарителя на трубопроводе с R23. Стекла впаяются перед фильтром-осушителем и позволяют визуально контролировать состояние течения холодильных агентов. Смотровые стекла Danfoss SGN/H оснащены индикатором влажности, меняющим цвет в зависимости от содержания влаги, содержащейся в хладагенте.

В установке, работающей на смеси двух хладагентов, фильтр-осушитель устанавливается на жидкостных линиях непосредственно перед дросселирующим устройством. Основная функция фильтра-осушителя – это осушение хладагента от воды и очистка от механических загрязнений. Один

фильтр устанавливается после отделителя жидкости (после смотрового стекла), второй фильтр перед капиллярной трубкой с R23, третий фильтр, работающий в обоих направлениях, перед капиллярной трубкой, идущей к расширительной емкости.

Запорные вентили Danfoss типа GBC монтируются на линии движения потока хладагента R23 после регенеративного теплообменника. Один из вентиля монтируется между смотровым стеклом и фильтром-осушителем, другой устанавливается между капиллярной трубкой и испарителем.

Основной функцией установки запорных вентилях на данном участке является отсечение фильтра-осушителя (с целью замены), а также для подбора длины капиллярной трубки и сбора хладагента R23.

В качестве трубопроводов использовали медную трубу диаметрами 8 и 6 мм. На стороне всасывания использовали трубу диаметром 8 мм. На стороне нагнетания используем трубу диаметром 6 мм. Для соединения заправочных шлангов в установленных точках используем штуцеры Шредера и тройники под пайку.

Габаритные размеры холодильной камеры: 1200x500x600 мм, внутренний объем 360 л. Для

испарителя использована труба диаметром 8 мм, длиной 23 м. Объем испарителя составляет 0,29 л.

Измеритель-регулятор микропроцессорный 2ТРМ1 совместно с первичными преобразователями (датчиками) предназначен для измерения и регулирования температуры и других физических параметров, значение которых внешним датчиком может быть преобразовано в сигналы постоянного тока или напряжения.

Холодильная установка оснащена конденсатором воздушного охлаждения. Теплоотдача в нем осуществляется вследствие принудительной подачи большого количества воздуха с помощью осевого или центробежного вентилятора через конденсатор холодильного агрегата. Конденсаторы воздушного охлаждения для малых холодильных установок легко монтируются, недороги в обслуживании, надежно работают при низкой наружной температуре воздуха. Однако для их работы необходимо достаточно большое количество воздуха, при этом работа вентилятора создает шумовой эффект.

Отделитель жидкости в одноступенчатой холодильной установке, работающей на смеси холодильных агентов, предназначен для разделения фаз сконденсированного хладагента R134a и газообразного R23.

Конденсатор-испаритель в данной установке предназначен для конденсации холодильного агента R23 за счет кипения хладагента R134a. При проектировании компоновки холодильной установки было принято решение изготовить конденсатор-испаритель змеевикового типа.

Холодильная установка на смеси холодильных агентов (рис. 3) работает следующим образом.

Из теплообменника пары R134a+R23 всасываются в компрессор. Поршневой компрессор 13 нагнетает пары в конденсатор 15, в котором конденсируется высокотемпературный компонент R134a, а R23 не конденсируется. Смесь жидкой и паровой фаз выходит из конденсатора и попадает в отделитель жидкости 18, где фазы разделяются. Отделенная жидкость R134a дросселируется в

дроссельном устройстве 5 до давления кипения, смешивается с потоком паров R23, поступающих из испарителя 1, и направляется в конденсатор-испаритель 4 для охлаждения и конденсации паровой фазы R23, поступающей из отделителя жидкости. Пары R23 из отделителя жидкости 10 направляются в конденсатор-испаритель 4 и конденсируются в нем. Далее жидкость дросселируется в дроссельном устройстве 5 и поступает в испаритель 1. В испарителе R23 кипит, забирая тепло от источника теплоты с низкой температурой, испаряется и на выходе из испарителя 1 перед конденсатором-испарителем 4 смешивается с R134a. В конденсаторе-испарителе 4 смесь перегревается и поступает на всасывание в компрессор.

Расширительная емкость 10 необходима для защиты холодильной машины от повышения давления при остановке. Во время стоянки холодильной машины давление начинает повышаться и газ высокого давления перетекает в расширительную емкость 10. При запуске компрессора 13 хладагент R23 сначала отсасывается из расширительной емкости 10, а затем из испарителя 1.

Установка имеет хорошие эксплуатационные показатели: смазочное масло циркулирует в системе, не накапливаясь в приборах охлаждения, а всасываемый в компрессор пар имеет небольшой перегрев.

На рис. 4 приведена термограмма вывода холодильной установки на заданный температурный режим в камере $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Из термограммы следует, что на режим установка вышла через два часа после включения, дальнейшее колебание температуры свидетельствует о включении и выключении холодильной машины. Температура в охлаждаемом объеме камеры менялась в диапазоне $-38\text{...}-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ из-за теплопритоков из окружающей среды.

Для апробации работоспособности разработанной установки проводилась серия экспериментальных исследований замораживания сыра. На рис. 5 представлена термограмма процесса замораживания.

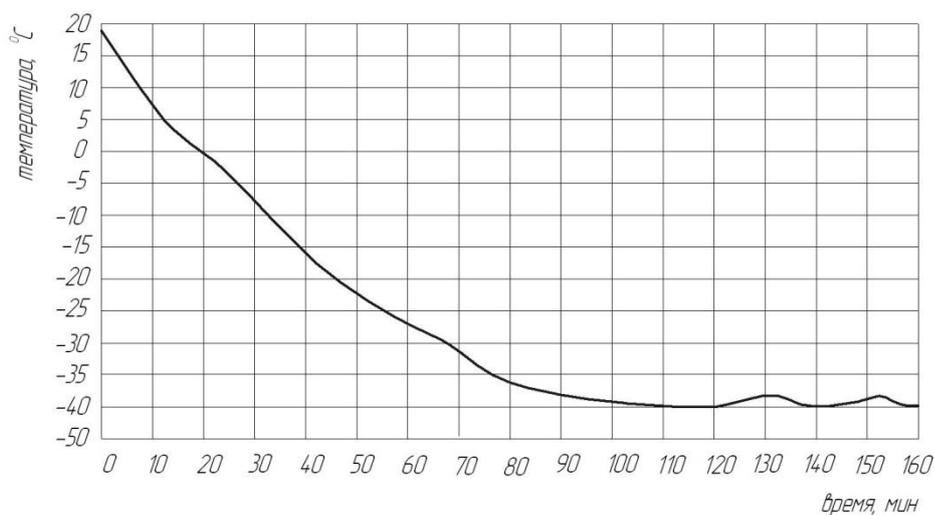


Рис. 4. Термограмма вывода установки на режим

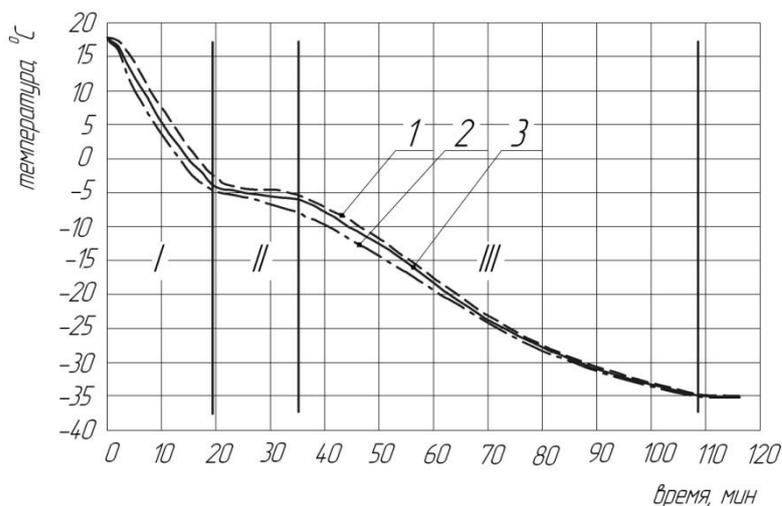


Рис. 5. Термограмма процесса замораживания продукта:
1 – в геометрическом центре; 2 – под наружной поверхностью; 3 – на расстоянии «X»;
I – зона охлаждения; II – зона кристаллизации; III – зона замораживания

Анализ экспериментальных данных показывает, что в первый период происходит быстрое снижение температуры во всех слоях. Чем ближе слой находился от поверхности, тем скорее в нем понижалась температура. На втором этапе при достижении температуры минус 4,5 °С снижение замедлилось. Третья фаза замораживания выглядит рельефной, особенно в слоях, расположенных ближе поверхности цилиндра. Время замораживания продукта составило 118 минут с начальной температурой продукта 17,8 °С до конечной -35 °С. Температура кристаллизации продукта составила минус 4,5 °С. На 110 минуте при температуре сыра минус 35 °С процесс заморозки продукта остановился. Расчетная скорость замораживания сыра составила 21 мм/ч.

С помощью одноступенчатой холодильной установки на смеси холодильных агентов можно

достичь температуры в камере в диапазоне -40...-65 °С. Такие установки применяют для длительного хранения и замораживания медикаментов и биологических объектов; проведения исследований по заморозке пищевых продуктов; изучения термодинамических свойств теплоизоляционных и строительных материалов; испытания изделий электротехнической, машиностроительной промышленности.

Таким образом, предложенная холодильная установка одноступенчатого сжатия на смеси холодильных агентов позволяет работать при больших отношениях давления конденсации и давления кипения. В результате можно получить более низкую температуру кипения при одноступенчатом сжатии, что позволяет уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты на холодильную установку в целом.

Список литературы

1. Курылев, Е.С. Холодильные установки / Е.С. Курылев, В.В. Оносовский, Ю.Д. Румянцев. – СПб.: Политехника, 2004. – 576 с.
2. Ultralow-temperature refrigeration [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.mandtsystems.com/documents/ASHRAE_R02_39SI.pdf (Дата обращения 20 февраля 2016).
3. Курылев, Е.С. Низкотемпературные холодильные установки испытательных камер. Ч. 2 / Е.С. Курылев, Ю.Д. Румянцев // Интернет-газета Холодильщик.ru. – 2008. – № 2 (38) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_2_2008_Test_cameras.htm (Дата обращения 15 марта 2016).
4. Кротов, А.С. Исследование динамических характеристик парокомпрессионных холодильных машин на многокомпонентных смесях хладагентов: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.03. – М., 2011. – 178 с.
5. Бабакин, Б.С. Альтернативные хладагенты и сервис холодильных систем на их основе / Б.С. Бабакин, В.И. Стефанчук, Е.Е. Ковтунов. – М.: Колос, 2000. – 160 с.: ил.
6. Усов, А.В. Определение скорости замораживания некоторых видов натуральных сыров / А.В. Усов, И.А. Короткий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 1. – С. 11–12.
7. Короткий, И.А. Машины низкотемпературной техники. Ч. I / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2004. – 127 с.

DEVELOPMENT OF LOW-TEMPERATURE REFRIGERATION UNIT OPERATING ON MIXTURE OF REFRIGERANTS

A.V. Usov*, O.V. Ivanenko

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

* e-mail: usov-kemtip@rambler.ru

Received: 18.03.2016

Accepted: 30.04.2016

When designing refrigeration units with condensing pressure relative to the boiling pressure for more than eight, it is recommended to use a two-stage compression. This complicates the refrigeration unit circuit, increases capital and operating costs. The one-stage refrigeration unit circuit operating on a mixture of refrigerants allows obtaining low boiling point at high temperature condensation. For a more effective method of obtaining low temperatures, it is proposed to upgrade the one-stage refrigeration system. To ensure trouble-free operation hermetic reciprocating compressor of high reliability is chosen, mixture of refrigerants to be fueled, expansion tank and unit automation devices are changed. By means of low-temperature unit, operating on mixture of refrigerants it is possible to reach temperature in a chamber in the range of $-40 \dots -65^{\circ}\text{C}$. This unit has good performance: the lubricating oil is circulated in the system without accumulating in the cooling devices, and vapor sucked into the compressor has small overheat. The proposed one-stage compression refrigeration unit operating on mixture of refrigerants allows operating at high rates of condensing and evaporating pressure. The result is a lower boiling point in a one-stage compression, thereby reducing the capital and operating costs of the refrigeration unit as a whole.

Low-temperature unit, mixture of refrigerants, evaporator, condenser, steam, temperature

References

1. Kurylev V.S., Onosovskiy V.V., Rumyantsev Yu.D. *Kholodil'nye ustanovki* [Refrigeration units]. St. Petersburg, Politehnika Publ., 2004. 576 p.
2. *Ultralow-temperature refrigeration*. Available at: www.mandtsystems.com/documents/ASHRAE_R02_39SI.pdf. (accessed 20 February 2016).
3. Kurylev E.S., Rumyantsev Yu.D. Nizkotemperaturnye kholodil'nye ustanovki ispytatel'nykh kamer. Chast' 2 [Low-temperature refrigeration units of test chambers. Part 2]. *Internet-gazeta Kholodil'shchik.ru* [Online newspaper Holodilshchik.ru], 2008, no. 2 (38). Available at: http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_2_2008_Test_cameras.htm. (accessed 15 March 2016).
4. Krotov A.S. *Issledovanie dinamicheskikh kharakteristik parokompressionnykh kholodil'nykh mashin na mnogokomponentnykh smesyakh khladagentov*. Diss. kand. tekhn. nauk [Research of dynamic characteristics of vapor-compression refrigerators on multicomponent mixes coolants. Cand. eng. sci. diss.]. Moscow, 2011. 178 p.
5. Babakin B.S., Stefanchuk V.I., Kovtunov E.E. *Al'ternativnye khladagenty i servis kholodil'nykh sistem na ikh osnove* [Alternative coolants and service of refrigerating systems on their basis]. Moscow, Kolos Publ., 2000. 160 p.
6. Usov A.V., Korotkiy I.A. *Opreделение skorosti zamorazhivaniya nekotorykh vidov natural'nykh syrov* [Determination of speed of freezing of some types of natural cheeses]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2003, no. 1, pp. 11–12.
7. Korotkiy I.A. *Mashiny nizkotemperaturnoy tekhniki. Chast' I* [Machines of low-temperature equipment. Part I]. Kemerovo, KemIFST Publ., 2004. 127 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Усов, А.В. Разработка низкотемпературной холодильной установки, работающей на смеси холодильных агентов / А.В. Усов, О.В. Иваненко // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 113–118.

Usov A.V., Ivanenko O.V. Development of low-temperature refrigeration unit operating on mixture of refrigerants. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 113–118 (in Russ.).

Усов Андрей Васильевич

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой теплохладотехники, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-50, e-mail: usov-kemtip@rambler.ru

Иваненко Олег Васильевич

канд. техн. наук, доцент кафедры теплохладотехники, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-50, e-mail: ivanenkooleg@mail.ru

Andrey V. Usov

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of HVAC, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-50, e-mail: usov-kemtip@rambler.ru

Oleg V. Ivanenko

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of HVAC, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-50, e-mail: ivanenkooleg@mail.ru

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ СОКОВ В КОНВЕКЦИОННОМ АППАРАТЕ С ЗАКРУЧЕННЫМ ПОТОКОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

В.В. Харьков*, А.Н. Николаев

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»,
420015, Россия, г. Казань, К. Маркса, 68

*e-mail: office@kstu.ru

Дата поступления в редакцию: 25.02.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Для теплового концентрирования фруктовых и овощных натуральных соков в «щадящем» режиме, обеспечивающем сохранение биологически активных веществ и высокое вкусовое качество продукта при восстановлении, предложено новое высокоэффективное технологическое оборудование вихревого типа. Расчет конвекционного аппарата с тангенциально-лопаточным завихрителем при концентрировании продукта с известными свойствами основывается на материальном и тепловом балансах, а также на условии, что необходимое время процесса испарения, обусловленное кинетикой процесса, должно обеспечиваться конструкцией камеры и завихрителя, определяемых гидроаэродинамическими закономерностями в аппарате и особенностями тепло- и массообмена. Необходимым условием окончания процесса концентрирования является достижение требуемой массовой доли растворимых сухих веществ в конечном продукте. Представлена математическая модель, описывающая поведение испаряющейся капли в закрученном потоке газа в широком диапазоне расчетных параметров и режимов работы вихревой камеры, и выполнено численное исследование. В результате численного расчета показано, что с увеличением кратности циркуляции по концентрируемой жидкости от 0 до 5 время испарения капель разного диаметра снижается в среднем в 8,8 раза. Установлено, что уменьшение относительной высоты рабочей зоны аппарата наблюдается при росте среднерасходной скорости газа в живом сечении завихрителя, при уменьшении угла наклона профилированных лопастей завихрителя и соотношения массовых расходов жидкости и газа для разных начальных диаметров капель жидкости. Проведенный численный эксперимент показывает, что сужение кольцевого вращающегося капельного слоя жидкости при увеличении кратности циркуляции требует обеспечения начальной тангенциальной составляющей скорости капель, близкой к тангенциальной скорости газового потока, для более «плавного» выхода на равновесную траекторию. Согласно проведенному расчету температура паровоздушной среды в пределах (105 ± 25) °C при кратности циркуляции более двух не оказывает существенного влияния на траекторию капель.

Концентрат, сок, вихревая камера, испарение, капля, траектория, тангенциальный завихритель

Введение

В настоящее время концентраты фруктовых и овощных соков, будучи основой производства как восстановленных соков, так и многих продуктов питания и безалкогольных напитков, пользуются широким спросом. Среди существующих способов получения концентрированных соков самым распространенным является выпаривание, которое всегда приводит к негативным сложным физико-химическим изменениям исходного сока, что является причиной непрерывного поиска принципиально новых технологий и оборудования, обеспечивающих высокие вкусовые качества и биологическую активность конечного продукта.

Одним из видов такого перспективного и высокоэффективного технологического оборудования для концентрирования жидкостей рассматривается конвекционный аппарат с тангенциально-лопаточным завихрителем потока газа. Обзор классических и современных работ, посвященных исследованию динамического взаимодействия частиц дисперсной фазы с несущей средой в двухфазных системах, представленные в работах [1–4], показал, что использование закрученных потоков в технических устройствах ограничено отсутствием надежных экспериментальных и расчетных данных о ха-

рактеристиках течения и тепломассообмене в таких потоках.

Аппарат для концентрирования фруктовых и овощных соков в закрученном газовом потоке работает следующим образом (рис. 1). Греющий газ, представляющий собой паровоздушную смесь, предварительно нагретый в калорифере, подается через осевой патрубок газораспределительного устройства в вихревую камеру. Проходя через тангенциально-лопаточный завихритель, газ закручивается, и в рабочей зоне камеры образуется вращающийся газовый поток. Подвод сока осуществляется через патрубки в кольцевой трубчатый ороситель, расположенный вблизи крышки внутри рабочей камеры. Жидкий продукт дробится высокоскоростным потоком газа на капли, образуя вращающийся газожидкостный слой. Такое взаимодействие обеспечивает высокую тепломассообменную эффективность процесса испарения воды с поверхности капель, что способствует интенсификации процесса концентрирования. Насыщенный влагой газ удаляется через центральный выходной патрубок. В выходном патрубке капли жидкости отделяются от газового потока, жидкость через щелевой отсекающий попадает в сливной стакан, откуда самооттеком выводится из камеры. Чтобы предотвратить

разложение витаминов и других полезных веществ, а также пригорание продукта и карамелизацию сахаров, стенка выходного патрубка постоянно охлаждается.

При работе вихревой камеры без рециркуляции жидкости вся жидкая фаза с начальной концентрацией сухих веществ однократно взаимодействует с газом и выводится из камеры с требуемой конечной концентрацией. При работе камеры с рециркуляцией жидкости прошедшая через рабочую зону камеры жидкость попадает в циркуляционный контур и, смешиваясь со свежей исходной жидкостью, вновь поступает в аппарат. Согласно рециркуляционной схеме содержание сухих веществ в поступающей жидкости выше, чем без рециркуляции. При помощи рециркуляции можно интенсифицировать процесс концентрирования в камере и увеличить конечную концентрацию сухих веществ.

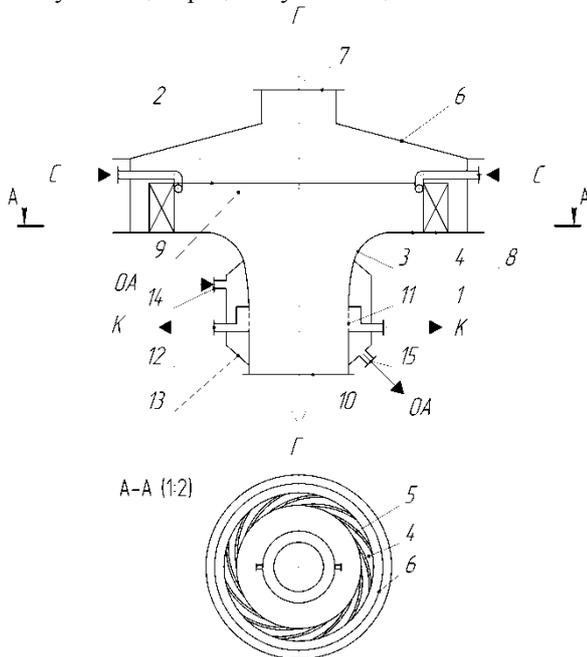


Рис. 1. Конвекционный аппарат для концентрирования соков:

С – сок; Г – газ; ОА – охлаждающий агент; К – концентрированный сок; 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – днище; 4 – тангенциальный завихритель; 5 – лопасти; 6 – газораспределительное устройство; 7 – патрубок ввода газа; 8 – патрубок ввода жидкости; 9 – трубчатый ороситель; 10 – патрубок выхода газа; 11 – щелевой отсекающий; 12 – патрубок выхода концентрата; 13 – охлаждающая рубашка; 14, 15 – технологические патрубки

При проектировании вихревого оборудования необходим расчет параметров аппарата и эффективности, основанные на реальной гидроаэродинамической обстановке в рабочей зоне и особенно-стей тепло- и массообмена. В работе [5] приведена математическая модель движения испаряющейся капли жидкости в закрученном потоке теплоносителя в конвекционном аппарате.

Целью работы является численное исследование процесса с использованием разработанной математической модели и выбор рабочих конструктивных и режимных параметров аппарата.

Объекты и методы исследований

Моделирование проводилось при следующих допущениях:

- активные силы, в решающей степени определяющие движение капли в несущем газовом потоке, – сила аэродинамического сопротивления и сила тяжести;
- не учитываются циркуляционные течения внутри капель, их взаимодействие между собой, дробление и коалесценция;
- тепломассоперенос осуществляется на поверхности капли;
- теплофизические параметры паровоздушной смеси в пределах пограничного слоя рассчитываются при среднеарифметической температуре и концентрации водяного пара;
- принимается полное смешение газа по толщине капельного слоя;
- все сухие вещества сока рассматриваются как один компонент с заданными теплофизическими свойствами;
- жидкость в начальный момент времени находится при температуре фазового перехода.

Движение капли жидкости в неподвижной цилиндрической системе координат в вихревой камере описывалось системой уравнений

$$\begin{aligned} \frac{dV_r}{d\tau} &= \frac{V_\varphi^2}{r} + \frac{3\rho_\Gamma}{4\rho_{жк}} c_a \frac{V_{отн}}{a} W_r - V_r \\ \frac{dV_\varphi}{d\tau} &= -\frac{V_r V_\varphi}{r} + \frac{3\rho_\Gamma}{4\rho_{жк}} c_a \frac{V_{отн}}{a} W_\varphi - V_\varphi \\ \frac{dV_z}{d\tau} &= g + \frac{3\rho_\Gamma}{4\rho_{жк}} c_a \frac{V_{отн}}{a} W_z - V_z, \quad (1) \\ \frac{dr}{d\tau} &= V_r; \quad \frac{d\varphi}{d\tau} = \frac{V_\varphi}{r}; \quad \frac{dz}{d\tau} = V_z \\ \frac{da}{d\tau} &= -2 \frac{\beta_y}{\rho_{жк}} y_s - y. \end{aligned}$$

где r, φ, z – цилиндрические координаты; V_r, V_φ, V_z – компоненты вектора абсолютной скорости капли; W_r, W_φ, W_z – компоненты вектора скорости газа; $\rho_\Gamma, \rho_{жк}$ – плотность газа и жидкости; $c_a = 24 \text{ Re}_k + 4 \text{ Re}_k^{1/3}$ – коэффициент лобового сопротивления

капли; Re_k – число Рейнольдса капли; τ – время; a – диаметр капли;

$V_{отн} = \sqrt{W_r - V_r^2 + W_\varphi - V_\varphi^2 + W_z - V_z^2}$ – скорость капли относительно газа; β_y – коэффициент массоотдачи; y_s, y – концентрация пара воды в паровоздушной смеси на поверхности капли и вне пограничного слоя соответственно.

Численное решение системы уравнений (1) получено четырехшаговым методом Рунге-Кутты с начальными условиями

$$\tau = 0, r = r_1, \varphi = 0, z = z_1, V_r = V_{r_1}, V_\varphi = V_{\varphi_1}, V_z = 0, a = a_1, \quad (2)$$

где r_1 – начальный радиус ввода жидкости (радиус оросителя); z_1 – расстояние от крышки камеры (высота ввода жидкости); V_1 – скорость истечения

жидкости из оросителя; a_1 – начальный диаметр капли.

Характерными элементами алгоритма сформированного расчета являются:

1) определение температуры на поверхности испаряющихся капель t_s методом последовательных приближений из условия термодинамического равновесия на межфазной поверхности

$$\beta_y r_s y_s - y = \alpha (t - t_s), \quad (3)$$

где r_s – удельная теплота парообразования на поверхности капли; t – температура газа на удалении от капли;

2) влагосодержание X и температура t паровоздушной среды корректируются в ходе расчета по выражениям

$$X = X_1 + \Lambda \frac{1 + X_1}{1 - \frac{\rho_{ж2}}{\rho_{ж1}} \delta^3}, \quad (4)$$

$$t = \frac{t_1 c_p' + X_1 c_p'' - \Lambda(1 + X_1)(1 - \delta^3 \frac{\rho_{ж2}}{\rho_{ж1}})(r_s - c_p t_s)}{\Lambda \frac{1 + X_1}{1 - \delta^3 \frac{\rho_{ж2}}{\rho_{ж1}}} c_p + c_p' + X_1 c_p''}, \quad (5)$$

где X_1 , t_1 – влагосодержание и температура газа на входе; Λ – отношение массовых расходов жидкости и газа на входе в камеру; $\rho_{ж2}$, $\rho_{ж1}$ – отношение конечной и начальной плотности капли; $\delta = a_2/a_1$ – отношение конечного и начального диаметра капли; c_p , c_p' , c_p'' – средняя изобарная теплоемкость паровоздушной смеси, сухого воздуха и водяного пара соответственно.

Расчеты проводились для газожидкостной системы паровоздушная смесь–яблочный сок (Г-Ж). Необходимым условием окончания процесса концентрирования является достижение требуемого конечного содержания сухих веществ в продукте, которому соответствует конечный диаметр капли a_2 .

Результаты и их обсуждение

В ходе расчетов определялось поведение испаряющихся капель по времени в зависимости от диаметра капель, кратности циркуляции жидкости, начальной скорости дисперсной фазы и температуры воздушной среды.

Расчет траекторий капель в конвекционном аппарате радиусом R , работающем по принципу принудительной циркуляции концентрируемой жидкости, показал, что достаточная высота цилиндрической части камеры H и требуемый диаметр выходного патрубка R_0 определяются кратностью циркуляции жидкой фазы $K_{ж}$. Капли с увеличением кратности циркуляции имеют большую массовую долю сухих веществ на входе и для достижения нужной степени концентрирования проходят более короткий путь, сокращая время пребывания продукта в камере.

Результаты расчета времени испарения капель до конечного диаметра в камере при разных значениях кратности циркуляции жидкости представлены на рис. 2. При отсутствии циркуляционного контура ($K_{ж} = 0$) время пребывания капель диаметром 0,25 м в аппарате с радиусом 0,35 м составляет 3,56 с, а с циркуляцией $K_{ж}$ от 0 до 5 время снижается в 7,91 раза; капель диаметром 0,30 м в аппарате с радиусом 0,46 м – в 9,07 раза и капель диаметром 0,37 м в аппарате с радиусом 0,65 м – в 9,37 раза.

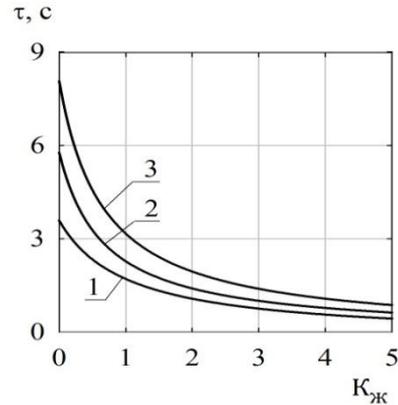


Рис. 2. Время достижения каплей заданного конечного содержания сухих веществ в зависимости от кратности циркуляции. Расчетные параметры: $\alpha = 35^\circ$; $n = 12$ шт.; $W_{вх} = 13$ м/с; $L/G = 0,2$; a_1 , мм: 1 – 0,25; 2 – 0,30; 3 – 0,37

Во время расчета движения испаряющихся капель были изучены следующие параметры, варьирование которыми оказывает непосредственное влияние на траекторию капель: среднерасходная скорость газа в живом сечении завихрителя изменялась от 10 до 20 м/с (рис. 3), угол наклона профилированных лопастей тангенциального завихрителя α – от 25 до 45 градусов (рис. 4) и соотношение массовых расходов жидкости и газа L/G – от 0,1 до 0,5 (рис. 5) для начальных диаметров капель $a_1 = 0,25$; 0,30 и 0,37 мм и при $K_{ж} = 3$ при степени концентрирования 70 % значения $a_2 = 0,225$, 0,27 и 0,333 мм соответственно.

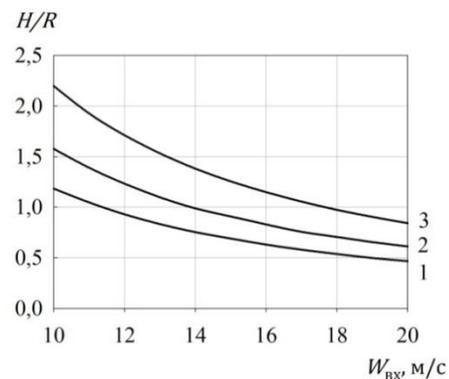


Рис. 3. Зависимость высоты камеры от скорости газа в живом сечении завихрителя: $K_{ж} = 3$; $\alpha = 35^\circ$; $n = 12$ шт.; $L/G = 0,2$; a_1 , мм: 1 – 0,25; 2 – 0,30; 3 – 0,37

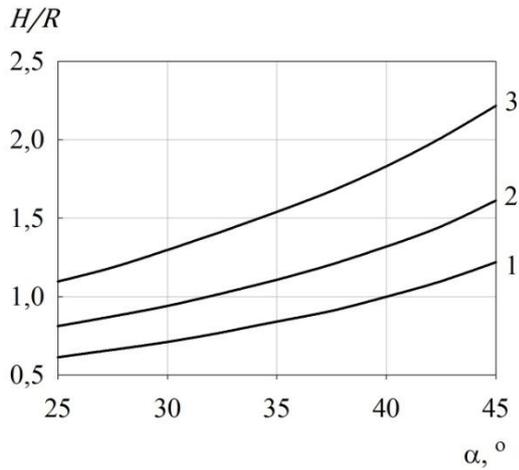


Рис. 4. Зависимость высоты камеры от угла наклона лопастей тангенциального завихрителя: $K_{ж} = 3$; $n = 12$ шт.; $L/G = 0,2$; $W_{вх} = 15$ м/с; a_1 , мм: 1 – 0,25; 2 – 0,30; 3 – 0,37

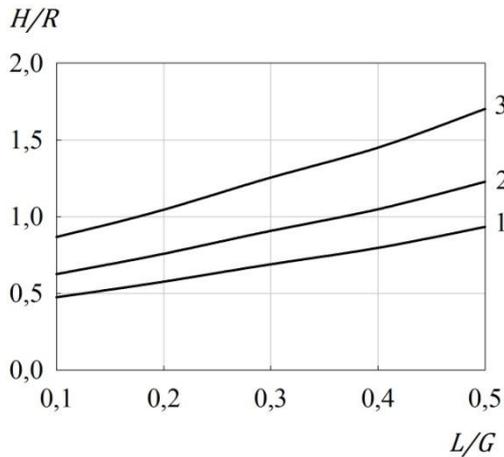


Рис. 5. Зависимость высоты камеры от отношения массовых расходов жидкой и газовой фаз: $K_{ж} = 3$; $\alpha = 35^\circ$; $n = 12$ шт.; $W_{вх} = 15$ м/с; a_1 , мм: 1 – 0,25; 2 – 0,30; 3 – 0,37

Анализ рассчитанных траекторий капель дисперсной жидкой фазы на входе в аппараты с тангенциальным завихрителем разного диаметра показал, что не соблюдается подобие траекторий капель при равных значениях режимных параметров. В общем это связано с различной степенью влияния следующих определяющих факторов: начальных условий движения, источника и положения потока дисперсной фазы, направления истечения дисперсной фазы.

Расчеты при разных кратностях циркуляционного контура показали, что величина начальной тангенциальной компоненты скорости капель V_{φ_1} определяется толщиной кольцевого слоя $(R - R_0)$, который сужается при увеличении $K_{ж}$ и требует значение V_{φ_1} , близкое к тангенциальной составляющей скорости газового потока на входе в завихритель. Высокий уровень тангенциальной скорости практически предопределяет мгновенный выход капель на равновесную траекторию, что крайне

необходимо при высоких значениях кратности циркуляции (рис. 6).

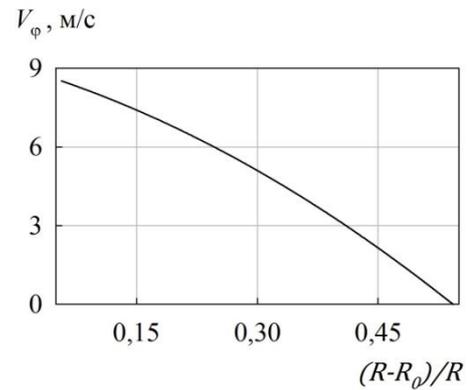


Рис. 6. Зависимость начальной тангенциальной скорости капли от ширины относительного кольцевого слоя: $R = 0,48$ м; $\alpha = 35^\circ$; $n = 12$ шт.; $W_{вх} = 13$ м/с; $L/G = 0,2$; $a = 0,25$ мм

На рис. 7 представлены результаты расчета относительной высоты вихревой камеры при изменении температуры греющего газа для различных случаев циркуляции жидкой фазы. Для капель диаметром 0,25 мм с увеличением температуры газа в пределах от 80 до 130 °С величина H/R уменьшается. Вместе с тем при $K_{ж} = 0$ и $K_{ж} = 1$ наблюдается более значительное влияние температуры среды на относительную высоту камеры, чем при кратности циркуляции $K_{ж} = 2, 3, 4$ и 5.

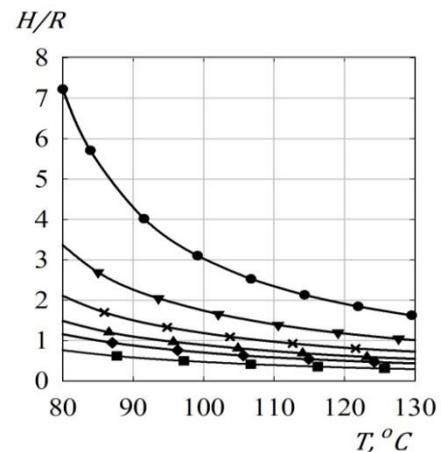


Рис. 7. Зависимость геометрии камеры от температуры газа: $R = 0,35$ м; $\alpha = 35^\circ$; $n = 12$ шт.; $W_{вх} = 15$ м/с; $L/G = 0,2$; $a = 0,25$ мм; $K_{ж}$: ● – 0; ▼ – 1; × – 2; ▲ – 3; ◆ – 4; ■ – 5

В целом по результатам проведенного численного эксперимента движения капель сока при испарении в конвекционном аппарате с тангенциальнолопаточным завихрителем можно сделать следующие выводы:

1) с увеличением кратности циркуляции по концентрируемой жидкости от 0 до 5 время испарения капель разного диаметра снижается в среднем в 8,8 раза;

2) уменьшение относительной высоты рабочей зоны аппарата наблюдается при росте среднерасходной скорости газа в живом сечении завихрителя, при уменьшении угла наклона профилированных лопастей завихрителя и соотношения массовых расходов жидкости и газа для разных начальных диаметров капель жидкости;

3) сужение кольцевого вращающегося капельного слоя жидкости при увеличении кратности

циркуляции требует обеспечения начальной тангенциальной составляющей скорости капель, близкой к тангенциальной скорости газового потока, для более «плавного» выхода на равновесную траекторию;

4) температура паровоздушной среды в пределах (105 ± 25) °С при кратности циркуляции $K_{\text{ж}} \geq 2$ не оказывает существенного влияния на геометрию камеры.

Список литературы

1. Бусройд, Р. Течение газа со взвешенными частицами / Р. Бусройд; перевод с англ. под ред. З.Р. Горбиса. – М.: Мир, 1975. – 380 с.
2. Чепкасов, В.М. Влияние структуры газового потока на движение дисперсной фазы в вихревом сепараторе / В.М. Чепкасов, А.А. Овчинников, Н.А. Николаев // Изв. вузов. Химия и хим. технол. – 1981. – Т. 24. – № 5. – С. 639–642.
3. Sikalo, S. Hydrodynamics and heat transfer investigation of air–water dispersed flow / S. Sikalo, N. Delalic, E. N. Ganic // Intern. J. Exp. Thermal Fluid Sci. – 2002. – V. 25. – № 7. – P. 511–521.
4. Лаптев, С.А. Закономерности поведения двухфазного газожидкостного потока в вихревых аппаратах / С.А. Лаптев // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 23. – С. 116–118.
5. Харьков, В.В. Моделирование тепло- и массообмена при концентрировании соков в вихревой камере / В.В. Харьков // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – № 1. – С. 37–44.

NUMERICAL STUDY OF JUICE CONCENTRATION IN THE CONVECTION APPARATUS WITH SWIRLING HEAT-TRANSFER AGENT FLOW

V.V. Kharkov*, A.N. Nikolaev

Kazan National Research Technological University,
68, Karl Marx Str., Kazan, 420015, Russia

*e-mail: office@kstu.ru

Received: 25.02.2016

Accepted: 15.04.2016

The paper presents a highly potent vortex apparatus for fruit and vegetable juice concentration in the “gentle” regime ensuring the preservation of biologically active substances and high flavor quality of the product. Calculation of the convection apparatus with air tangent vortex generator with the concentrate’s known properties is based on the material and heat balances, together with condition that necessary evaporation time, induced by the process kinetics, should be provided by the chamber and vortex generator constructions, determined by hydro- aerodynamic laws and heat- and mass transfer distinctive features in the apparatus. The main requirement for the concentration termination is to achieve necessary mass content of soluble solids in the product. The designed mathematical model allows us to describe the behavior of an evaporating drop in a swirling gas flow over the wide range of calculated parameters and operating regimes for the vortex camera. Numerical calculation shows that average evaporation time for various drop diameters decreases 8.8 times with circulation ratio increasing from 0 to 5 in the concentrate liquid. The fact of the relative apparatus height reduction under the rise of the average consumed gas velocity in a vortex generator with decreasing blades’ inclination of the vortex generator and a liquid-gas ratio in various cases of the initial liquid drop diameter has been established. The numerical calculation indicates that the narrowing of annular rotating drop layer of liquid on increasing the circulation ratio for “smooth” entering of a drop onto its trajectory needs observance of the principle of equality between the initial drop tangential velocity and gas tangential velocity. According to the calculation, the gas temperature within 105 ± 25 °C with liquid circulation ratio over two does not influence significantly the drop trajectory.

Concentrate, juice, vortex camera, évaporation, drop, trajectory, air tangent vortex generator

References

1. Boothroyd R. *Flowing gas–solids suspensions*. London, Chapman and Hall, 1971. (Russ. ed.: Busroyd R. *Techenie gaza so vzveshennymi chastitsami*. Moscow, Mir Publ., 1975. 380 p.).
2. Chepkasov V.M., Ovchinnikov A.A., Nikolaev N.A. Vliyanie struktury gazovogo potoka na dvizhenie dispersnoy fazy v vikhrevom separatore [Effect of gas flow patterns on the motion of the dispersed phase in the vortex separator]. *Izv. Vuzov. Khimiya i khim. tekhnol.* [Chemistry and Chemical Technology], 1981, no. 5, pp. 46–49.
3. Sikalo S., Delalic N., Ganic E. N. Hydrodynamics and heat transfer investigation of air–water dispersed flow. *Intern. J. Exp. Thermal Fluid Sci.*, 2002, no. 7, pp. 511–521.
4. Laptev S.A. Zakonomernosti povedeniya dvukhfaznogo gazozhidkostnogo potoka v vikhrevykh apparatakh [Regularities of behavior of the two-phase gas–liquid flow in vortex apparatuses]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Herald of Technological University], 2015, no. 23, pp. 116–118.

5. Kharkov V.V. Modelirovanie teplo- i massoobmena pri kontsentrirovanii sokov v vikhrevoy kamere [Heat-and-mass transfer simulation of juice concentration in the vortex camera]. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Volga region Bulletin], 2016, no. 1, pp. 37–44.

Дополнительная информация / Additional Information

Харьков, В.В. Численное исследование процесса концентрирования соков в конвекционном аппарате с закрученным потоком теплоносителя / В.В. Харьков, А.Н. Николаев // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 119–124.

Kharkov V.V., Nikolaev A.N. Numerical study of juice concentration in the convection apparatus with swirling heat-transfer agent flow. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 119–124 (in Russ.).

Харьков Виталий Викторович

ассистент кафедры оборудования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», 420015, Россия, г. Казань, К. Маркса, 68, тел.: +7 (843) 238-56-94, e-mail: office@kstu.ru

Vitaliy V. Kharkov

Assistant of the Department of Food Production Equipment, Kazan National Research Technological University, 68, Karl Marx Str., Kazan, 420015, Russia, phone: +7 (843) 238-56-94, e-mail: office@kstu.ru

Николаев Андрей Николаевич

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой оборудования пищевых производств, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», 420015, Россия, г. Казань, К. Маркса, 68

Andrey N. Nikolaev

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Food Production Equipment, Kazan National Research Technological University, 68, Karl Marx Str., Kazan, 420015, Russia



УДК 633.491:635

УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

А.В. Бутов¹, А.А. Мандрова^{2,*}

¹ФГБОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,
399770, Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28

²Совет депутатов города Ельца Липецкой области,
399740, Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Октябрьская, 127

*e-mail: annaelets@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 10.03.2016

Дата принятия в печать: 25.04.2016

В Центрально-Черноземном регионе РФ в полевых опытах установлены оптимальные дозы и соотношения минеральных удобрений под картофель при капельном орошении, позволяющие получать высокий урожай картофеля с лучшими пищевыми качествами. С повышением доз удобрений от нуля до максимальной $N_{150}P_{210}K_{180}$ урожайность картофеля возрастала с 23,4 до 43,7 т/га, а содержание нитратов с 15,7 до 234,8 мг/кг сырых клубней. На вариантах $N_{90-120}P_{150-180}K_{120-150}$ урожай составил 37,8–41,5 ц/га, накопление нитратов – 107,1–165,4 мг/кг при ПДК 250 мг/кг. Небольшие и умеренные дозы удобрений повышали биологическую ценность белка (БЦБ) до 80,6–81,2 % против 80,0 % на контроле. На фоне повышенных доз удобрений $N_{90-120}P_{150-180}K_{150-180}$ БЦБ составила 80,1–79,4 %. При максимальном уровне удобрений $N_{150}P_{210}K_{180}$ содержание БЦБ переходит в депрессию, выраженную достаточно резко. Потемнение мякоти клубней от механических повреждений увеличивалось при максимальной дозе удобрений и одностороннем усиленном азотном и азотно-калийном питании. Лучшие кулинарные показатели вареных клубней картофеля в опытах были на вариантах с небольшими и умеренными дозами удобрений $N_{30-60}P_{90-120}K_{60-90}$ – сумма баллов 77,0–75,6, вкус 4,6–4,4 против 76,2 и 4,5 балла на контроле без удобрений. Вполне хорошими данные показатели были на вариантах $N_{90-120}P_{150-180}K_{120-150}$ с соотношением N:P:K, равным 1:1,5–1,7:1,3, – сумма баллов составила 73,8–70,0, вкус 4,2–3,9. Максимальная доза удобрений $N_{150}P_{210}K_{180}$ и одностороннее усиленное азотное или азотно-калийное питание в целом значительно снижали пищевые качества клубней. В условиях капельного орошения в ЦЧР целесообразно вносить под картофель $N_{90-120}P_{150-180}K_{120-150}$, не допускать одностороннего усиленного азотного или азотно-калийного питания и не превышать доз азота свыше 120 кг/га д.в.

Картофель, удобрение, капельное орошение, урожай, пищевые качества клубней

Введение

Картофель – стратегически важная продовольственная культура, без которой жители нашей страны не представляют своего существования. Особое значение в питании населения эта культура может приобрести в условиях нынешнего кризиса в государстве. Клубни картофеля по вкусовым и биохимическим достоинствам являются ценнейшим продуктом питания и сравнительно недорогими по рыночным ценам. Одной из важных особенностей данного продукта для человека заключается и в том, что картофель не «приедается» даже при длительном ежедневном его употреблении в пищу. Вместе с тем Россия, занимая третье место по валовому сбору картофеля после Китая и Индии, остается одной из последних стран в мире по урожайности и пищевым достоинствам получаемой продукции. Выращенный урожай этой культуры в нашей стране к тому же ежегодно теряется до 23–50 % и более от вредоносных болезней в период хранения. Поэтому картофель России приходится импортировать из-за границы [1, 2].

В Центрально-Черноземном регионе РФ (ЦЧР), зоне недостаточного и неустойчивого

увлажнения, одна из главных причин низкой урожайности картофеля (наряду с разрушенной системой семеноводства) – это недостаток выпадающих осадков в период образования клубней и накопления их урожая. Водные ресурсы региона (реки, пруды) для орошения сельскохозяйственных культур путем дождевания весьма ограничены. Чтобы повысить урожай картофеля и окупаемость затрат на его возделывание, в ЦЧР ряд агрофирм и фермерских хозяйств при наличии естественного водного источника переходят на капельное орошение. При таком орошении вода из источника по проводящей системе подается дозированно непосредственно под каждое растение. Расход воды на полив картофеля при капельном орошении уменьшается в несколько раз в сравнении с дождеванием [2]. По такому пути пошли и в агрофирме «Аненское», где мы проводили полевые опыты по изучению различных доз и соотношений минеральных удобрений под картофель в условиях капельного орошения, так как данная проблема в регионе не изучена. Опыты проводили по заданию и финансовой поддержке генерального директора агрофирмы.

Применяемые технологические приемы в производстве по повышению урожая картофеля и снижению затрат на его возделывание могут отрицательно сказываться на качестве получаемой продукции. В первую очередь это касается применения удобрений, пестицидов и механизированной (комбайновой) уборки. Оценка качества полученного урожая картофеля только по содержанию крахмала не дает полноценной его характеристики как продукта питания. Необходимо определять вкусовые качества клубней, биологическую ценность белка (БЦБ), потемнение мякоти, содержание нитратов, остаточные количества пестицидов и другие показатели [3].

Одним из главных показателей пищевых качеств клубней является их вкус. В последние годы в мире усилился интерес к всесторонней оценке качества пищевых продуктов, включающей такие органолептические свойства, как вкус и запах. В литературе получил распространение новый термин «flavor», который совмещает три ощущения, вызываемые обычно одновременно: вкус, текстуру ткани и запах. Изучение вкуса и запаха клубней идет по нескольким направлениям. С помощью метода газовой хроматографии исследуются летучие вещества, химический состав продукта до и после приготовления, изучаются так называемые потенциаторы вкуса, искусственно моделируются вкус и запах продуктов [4].

Клубни картофеля ценны не только крахмалом, сахарами, но и наличием азотистых соединений, главным образом белков и свободных аминокислот. В клубнях картофеля сырого протеина обычно содержится около 2 % веса сырой массы, или 8–10 % веса сухого вещества. Белок картофеля обладает высокой биологической ценностью, так как в нем содержится довольно много незаменимых аминокислот. По биологической ценности белок картофеля стоит выше белков многих других растений благодаря оптимальному соотношению незаменимых аминокислот. Если биологическую питательную ценность белка куриного яйца принять за 100 %, то ценность белка пшеницы составит 64 %, а белка картофеля 85 %. В определенной мере процессы синтеза аминокислот зависят от доз, соотношений, видов и форм вносимых удобрений [4].

При механизированной (комбайновой) уборке и дальнейших разгрузочных, транспортных, перевалочных работах клубни картофеля травмируются. В местах ушибов клубней мякоть под кожурой темнеет, при их очистке и варке проявляется весьма неприятный вид, а затем при употреблении и вкус продукта. Кроме того, в период осенне-зимнего хранения в местах ушибов создаются очаги для проникновения инфекции и увеличению количества отходов из-за больших клубней. Причина потемнения мякоти механически поврежденных клубней, проявляющаяся при их очистке, – ферментативная. Приемами возделывания культуры можно значительно уменьшить и даже свести к минимуму такие негативные явления [5]. Одним из таких факторов является правильное и сбалансированное удобрение картофеля в условиях капельного

орошения [2]. В этой связи целью наших исследований было разработать систему удобрения картофеля для условий капельного орошения, позволяющую получать высокий урожай клубней с лучшими пищевыми качествами.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в полевых опытах в 2011–2013 гг. в агрофирме «ЗАО Аненское» Верхнехавского района Воронежской области, относящегося к лесостепной подзоне. Почва – выщелоченный чернозем, содержание гумуса в пахотном слое повышенное – 7,6 %. Полный комплект оборудования для проведения капельного орошения был закуплен из расчета на площадь посадок картофеля 100 гектаров. Забор воды для капельного орошения осуществлялся из прилегающего рядом крупного пруда с площадью зеркала поверхности воды в пределах 5 гектаров. Общий запас воды в пруду составлял не менее 130 тыс. м³. Это достаточно масштабное сооружение, с инженерными коммуникациями в плотине для сброса талой воды, построенное в 1981–1983 гг. за счет средств бюджета Воронежской области.

Полевые опыты располагали в общем массиве орошаемого картофеля. Площадь опытной делянки – 54 м², повторность вариантов в опыте – 4-кратная. Сорт картофеля – среднепоздний Пикассо. Междурядья картофеля на 75 см, густота посадки клубней 55 тыс/га. После разбивки опытов весной минеральные удобрения вносили в соответствии со схемой исследований вручную под предпосадочную обработку почвы. При возделывании культуры использовали элементы голландской технологии и немецкую технику. В период вегетации картофеля капельным поливом поддерживали влажность почвы под растениями на уровне 72–75 % от предельной полевой влагоемкости (ППВ). Установленная нами на орошаемом поле ППВ составляет 32,4 %.

Вкусовые качества картофеля определяли сразу после уборки. Общую оценку вкусовых качеств клубней давали по методике, предложенной [6]. В соответствии с этой методикой сумма показателей первой категории умножается на 4, а сумма второй на 2, затем результаты первой и второй категорий складываются и определяется общее количество баллов.

Содержание аминокислот в клубнях определяли на аминокислотном анализаторе НД-1200Е после гидролиза 6N раствором HCl, БЦБ клубней – с учетом содержания в белках незаменимых 8 аминокислот: валин, лизин, фенилаланин, триптофан, лейцин, изолейцин, метионин, треонин. Расчеты проводили по формуле Карпаца, Ландера и Варга [7]. Нитраты определяли по методике [8] с помощью прибора рН-метр-иономер «Эксперт-001» анализатор жидкости.

Потемнение мякоти клубней от механических повреждений определяли по методике [7]. Для нанесения ударов по клубням использовали прибор динамической прочности ПДП-1. Вес бойка 100 г, диаметр сферического ударника 20 мм, высота падения бойка 250 мм. Внутреннее повреждение

клубней (потемнение мякоти) определяли после 10-дневного хранения. Клубни для анализов отбирали в период уборки. Математическая обработка данных по урожаю и нитратам проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [9].

Результаты и их обсуждение

В наших опытах последовательное увеличение доз минеральных удобрений со сбалансированным соотношением элементов питания на фоне капельного орошения растений в период вегетации приводило к устойчивому повышению урожайности картофеля (табл. 1). Урожайность возрастала с 23,4 т/га на контрольном варианте без удобрений до 43,7 т/га при максимальной их дозе – $N_{150}P_{210}K_{180}$. Однако при такой дозе удобрений наблюдалось уже существенное затухание роста прибавки урожая, которая была близка к ошибке опыта ($НСР_{05} = 1,9$ т/га) в сравнении с предыдущим уровнем – $N_{120}P_{180}K_{150}$. Поэтому более эффективными дозами удобрений в условиях капельного орошения по прибавке урожая оказались варианты $N_{90-120}P_{150-180}K_{120-150}$ кг/га д.в. Урожайность картофеля при таких дозах удобрений составила 37,8–41,5 т/га против 23,4 т/га на контроле.

Что касается вариантов с изучением в полном минеральном удобрении различных соотношений азота, фосфора и калия, то больший урожай картофеля получен при усиленном азотно-фосфорном питании. Данные табл. 1 также свидетельствуют, что исходя из оценки различных соотношений N:P:K путем проведенных расчетов раздельного действия их 1 кг действующего вещества на величину прибавки урожая на первом месте по эффективности стоят азотные удобрения, на втором – фосфорные и на третьем – калийные. Однако калий играет важную роль в повышении устойчивости растений картофеля к болезням и улучшении сохранности клубней [3, 4]. Поэтому вносить калийные удобрения под картофель необходимо, к тому же они более дешевые, чем азотные и фосфорные.

Потемнение мякоти сырых клубней, связанное в основном с механическими повреждениями при уборке, ухудшает их товарные, а впоследствии при варке и кулинарные качества.

Чувствительность клубней к повреждениям и, следовательно, к потемнению мякоти в значительной мере зависит от условий выращивания. По данным [4], уменьшают повреждаемость клубней и потемнение мякоти минеральные удобрения и навоз в умеренных дозах. Важная роль в предупреждении повреждений принадлежит калийным и фосфорным удобрениям, которые ускоряют созревание клубней, повышают плотность клубней и прочность кожуры [5].

Потемнение мякоти клубней, образующееся после нанесения ударов на приборе ПДП-1, в

наших опытах находилось в существенной зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений, применяемых в условиях капельного орошения и погодных условий вегетационного периода.

Так, в 2013 г., в более жарких условиях в период накопления урожая клубней, отмечено 28–60 % клубней с потемнением мякоти в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений при капельном орошении, а в относительно прохладном 2012 г. – от 58 до 84 %.

Существенного увеличения потемнения мякоти клубней при внесении минеральных удобрений в оптимальных соотношениях N:P:K не наблюдалось в сравнении с контролем до уровня $N_{90}P_{150}K_{120}$ (табл. 1). Удовлетворительными показателями потемнения мякоти были на варианте $N_{120}P_{180}K_{150}$. Лишь дальнейшее повышение доз удобрений до $N_{150}P_{210}K_{180}$ увеличило потемнение мякоти на существенную величину – на 14 % в сравнении с неудобренным контролем.

В нашем опыте обнаружена зависимость потемнения мякоти от соотношений элементов питания в полном минеральном удобрении. Например, одностороннее увеличение дозы азота в полном минеральном удобрении при капельном орошении (вар. $N_{120}P_{90}K_{60}$) увеличивало количество поврежденных клубней в среднем за 2 года до 72 % против 53 % на контроле. На этом же варианте выявлено большое число клубней с повреждением на глубину более 3 мм – 32 % против 18 % на контроле.

Одностороннее усиленное азотно-калийное питание неблагоприятно сказывалось на степени потемнения мякоти, хотя и в меньшей степени, чем в варианте $N_{120}P_{90}K_{60}$. Так, по $N_{120}P_{90}K_{150}$ обнаружено 71 % клубней с потемнением мякоти, из них 29 % на глубину более 3 мм. Эти варианты имели самый большой средний балл потемнения – 3,00–3,08 против 2,42 на контроле.

Повышение дозы фосфора или калия в полном минеральном удобрении существенно снижало степень потемнения мякоти клубней от ударных нагрузок. В вариантах $N_{30}P_{180}K_{60}$ и $N_{30}P_{90}K_{150}$ отмечено большое количество клубней без повреждений (50 %) и небольшой средний балл потемнения, соответственно 2,32 и 2,30 балла. Кроме того, в этих вариантах было всего 15–16 % клубней с потемнением мякоти на глубину более 3 мм против 32 % в варианте с усиленным азотным питанием.

Лучшие показатели сопротивляемости клубней к механическим повреждениям отмечены при одновременном усиленном фосфорно-калийном питании (вар. $N_{30}P_{180}K_{150}$). Количество клубней с потемнением мякоти в этом варианте составило 43 %, из них на глубину более 3 мм всего 10 %, а средний балл потемнения – 2,06 против 53 %, 18 % и 2,42 балла соответственно на контроле.

Урожайность картофеля и потемнение мякоти сырых клубней при воздействии ударных нагрузок в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений при капельном орошении, 2011–2013 гг.

Вариант N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (кг/га д.в.)	Урожай карто- феля, т/га	Средний балл по- темнения	% клубней без потемнения мякоти	% клубней с потемне- нием мякоти	В том числе	
					на глубину более 3 мм	на глубину до 3 мм
0-0-0 (без удобрений)	23,4	2,42	47	53	18	35
30-90-60	28,2	2,30	51	49	16	33
60-120-90	34,1	2,46	46	54	19	35
90-150-120	37,8	2,54	43	57	20	37
120-180-150	41,5	2,68	38	62	22	40
150-210-180	43,7	2,90	33	67	28	39
120-90-60	36,4	3,08	28	72	32	40
30-180-60	33,9	2,32	50	50	16	34
30-90-150	29,9	2,30	50	50	15	35
120-180-60	38,5	2,74	37	63	24	39
120-90-150	37,2	3,00	29	71	29	42
30-180-150	35,2	2,06	57	43	10	33
НСП _{0,5} , т/га	1,9					

Таким образом, в условиях возделывания картофеля при капельном орошении регулированием соотношений элементов минерального питания в полном минеральном удобрении можно существенно повысить устойчивость клубней к потемнению мякоти от механических повреждений. Для этого в полном минеральном удобрении необходимо поддерживать соотношение азота, фосфора и калия не менее как N:P:K, равным 1:1,5–1,7:1,3, и не вносить дозы азотных удобрений свыше 120 кг/га д.в.

Важность улучшения аминокислотного состава биологической ценности белков (БЦБ) определяется тем, что около 90 % общей потребности человека в пищевом белке обеспечивается за счет употребления растительной пищи. Понятие БЦБ получило количественное содержание, основанное на точных определениях уровней 8 незаменимых аминокислот, сопоставимых с уровнем тех же аминокислот в стандартном полноценном белке куриного яйца. Таким путем вводится индекс незаменимых аминокислот по Озеру.

Он представляет собой среднее геометрическое соотношение между показателями содержания данных аминокислот исследуемого белка и показателями содержания тех же аминокислот в полном объеме куриного яйца, принимаемыми за 100 [4, 7].

В наших опытах ставилась цель – выявить оптимальный уровень повышенных доз минеральных удобрений при капельном орошении с целью получения не только высокого урожая, но и клубней с лучшей БЦБ. Исследования проводили на 6 базовых вариантах со сбалансированным соотношением элементов питания, включая контроль без удобрений.

Биологическая ценность белка картофеля в наших исследованиях улучшалась при небольших и умеренных дозах удобрений (табл. 2). Так, на вариантах N₃₀P₉₀K₆₀ и N₆₀P₁₂₀K₉₀ БЦБ клубней составила 80,6–81,2 % против 80 % на контроле без удобрений. На вариантах с повышенными дозами удобрений N₉₀₋₁₂₀P₁₅₀₋₁₈₀K₁₂₀₋₁₅₀ показатели БЦБ были на хорошем уровне, т.е. близкими контролю – 80,1–79,4 %.

Таблица 2

Содержание аминокислот в клубнях, биологическая ценность белка и накопление нитратов в зависимости от уровня минерального питания, 2012–2013 гг.

Вариант N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	Общая сумма аминокислот	Сумма незаменимых аминокислот	БЦБ, %	Содержа- ние нитра- тов, мг/кг
	мг % на сухое вещество			
0-0-0	4949	1619	80,0	15,7
N ₃₀ P ₉₀ K ₆₀	6196	1884	80,6	21,3
N ₆₀ P ₁₂₀ K ₉₀	6611	2146	81,2	48,2
N ₉₀ P ₁₅₀ K ₁₂₀	7019	2272	80,1	107,1
N ₁₂₀ P ₁₈₀ K ₁₅₀	8232	2743	79,4	165,4
N ₁₅₀ P ₂₁₀ K ₁₈₀	7814	2356	76,5	234,8
НСП _{0,5} мг/кг				11,4

Однако при дальнейшем увеличении доз минеральных удобрений до уровня N₁₅₀P₂₁₀K₁₈₀ содержание БЦБ переходит в депрессию, выраженную достаточно резко. Иными словами, разумно подобранными дозами и соотношениями элементов питания в полном удобрении можно не только удержать клубни от

ухудшения БЦБ, но и улучшить качество продукции по сравнению с неудобренным фоном.

Содержание нитратов в клубнях картофеля на контрольном варианте без удобрений составило 15,7 мг на килограмм сырых клубней (табл. 2). При небольших дозах азота – от 30 до 60 кг/га д., но с

преобладанием фосфорного питания в полном минеральном удобрении их содержание составило всего 21,3–48,2 мг/кг. Такая величина нитратов отвечает даже жестким нормативам ПДК для продукции картофеля, предназначенного для детского и лечебного питания [10]. Увеличение доз удобрений до уровня $N_{90}P_{150}K_{120}$ и $N_{120}P_{180}K_{150}$ с соотношением N:P:K, равным 1:1,5–1,7:1,2, привело к возрастанию нитратов до 107,1 и 165,4 мг/кг соответственно. Однако это увеличение было на приемлемом уровне по отношению к установленным ПДК в 250 мг/кг [10, 11]. При внесении под картофель максимальной в опытах дозы удобрений $N_{150}P_{210}K_{180}$ накопление нитратов возросло до 234,8 мг/кг и приблизилось вплотную к установленным ПДК (250 мг/кг). Это в целом свидетельствует о неприемлемом ухудшении ряда показателей пищевых качеств, которые выявлены в клубнях картофеля при максимальной дозе удобрений. С

учетом значительно ухудшающегося качества продукции нецелесообразно в ЦЧР при капельном орошении увеличивать дозу азота в полном минеральном удобрении свыше 120 кг/га д.в.

Нашими исследованиями установлено, что лучшие кулинарные показатели вареных клубней картофеля обеспечивают небольшие и умеренные дозы минеральных удобрений порядка азота 30–60, фосфора 90–120 и калия 60–90 кг/га д.в. Сумма баллов при таких дозах составила 77,0–75,6, вкус 4,6–4,4 против 76,2 и 4,5 балла на контроле без удобрений. Вполне хорошими кулинарными показателями обладали клубни при повышенных дозах удобрений до уровня азота 90–120, фосфора 150–180, калия 120–150 кг/га, с соотношением N:P:K, равным 1:1,5–1,7:1,3. Сумма баллов составила 73,8–70,0, вкус 4,2–3,9 против 76,2 и 4,5 балла на контроле (табл. 3).

Таблица 3

Кулинарные качества вареных клубней при различных дозах и соотношениях минеральных удобрений на фоне капельного орошения, 2011–2012 гг.

Вариант N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (кг/га д.в.)	I категория (x4)				II категория (x2)				сумма баллов I и II катего- рии
	водя- нистость	вкус	муч- нистость	итого баллов	разва- ри- мость	консистен- ция	запах	итого баллов	
0-0-0	5,0	4,5	4,9	57,6	3,3	3,0	3,0	18,6	76,2
30-90-60	5,0	4,6	5,0	58,4	3,3	3,0	3,0	18,6	77,0
60-120-90	4,9	4,4	4,7	56,0	3,8	3,0	3,0	19,6	75,6
90-150-120	4,7	4,2	4,5	53,6	4,2	2,9	3,0	20,2	73,8
120-180-150	4,5	3,9	4,0	49,6	4,5	2,7	3,0	20,4	70,0
150-210-180	4,1	3,7	3,6	45,6	4,9	2,5	2,8	20,4	66,0
120-90-60	3,9	3,6	3,5	44,0	5,0	2,4	2,8	20,4	64,4
30-180-60	5,0	4,6	5,0	58,4	3,5	3,0	3,0	19,0	77,4
30-90-150	5,0	4,1	4,7	55,2	3,9	2,7	3,0	19,2	74,4
120-180-60	4,6	4,0	4,1	50,8	4,2	2,7	3,0	19,8	70,6
120-90-150	3,7	3,4	3,4	42,0	5,0	2,1	2,6	19,4	61,4
30-180-150	5,0	4,2	4,8	56,0	4,0	2,9	3,0	19,8	75,8

Применение более высокой дозы минеральных удобрений даже и при сбалансированном соотношении элементов питания – $N_{150}P_{210}K_{180}$ существенно ухудшало кулинарные качества клубней. Вкус здесь составил 3,7, а сумма баллов по 1 и 2 категориям 66 против 4,5 и 76,2 балла на контроле.

Ухудшение кулинарных качеств происходило не только за счет ухудшения вкуса, но и за счет снижения мучнистости и повышения водянистости клубней. В целом с увеличением доз минеральных удобрений снижался вкус, разваримость и мучнистость клубней, увеличивалась водянистость.

Из наших опытов следует, что для поддержания высоких кулинарных качеств картофеля важно соблюдать правильное соотношение между основными элементами минерального питания растений. В Центрально-Черноземном регионе РФ на выщелоченных черноземах положительное влияние на показатели кулинарных качеств оказывал фосфор. Так, значительное преобладание дозы фосфора в полном минеральном удобрении

над азотом способствовало получению клубней картофеля с наилучшей мучнистостью и вкусом, а также приятным запахом. Сумма баллов на варианте с усиленным фосфорным питанием ($N_{30}P_{180}K_{60}$) составила 77,4, а вкус 4,6 балла против 76,2 и 4,5 на неудобренном контроле.

Одностороннее увеличение доз азота в полном минеральном удобрении приводило к резкому ухудшению кулинарных качеств клубней. Еще более отрицательное действие на кулинарные качества оказывало усиленное азотно-калийное удобрение в хлорном виде. При этом ухудшение вкусовых качеств было даже большим, чем в варианте с более высокими дозами удобрений ($N_{150}P_{210}K_{180}$). Так, в вариантах $N_{120}P_{90}K_{60}$ и $N_{120}P_{90}K_{150}$ сумма баллов соответственно составила лишь 64,4 и 61,4 против 66,0 по $N_{150}P_{210}K_{180}$ и 76,2 на контроле.

Усиленное азотное и азотно-калийное питание сильно увеличивало водянистость клубней (3,9–3,7 балла против 5 на контроле), кроме того, они имели неприятный привкус и запах.

Одностороннее повышение доз калийных удобрений в хлорном виде в полном минеральном удобрении (вар. $N_{30}P_{90}K_{150}$) несколько снижало кулинарные качества – на 1,8 балла в сравнении с контролем и на 2,6 балла против варианта $N_{30}P_{90}K_{60}$.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что на кулинарные показатели клубней картофеля в условиях удобрения его при капельном орошении можно целенаправленно воздействовать путем правильного регулирования элементов питания.

По нашим данным, для получения клубней картофеля с высокими кулинарными показателями не следует допускать систем удобрения с усиленным азотным или азотно-калийным питанием, а использовать такие соотношения элементов питания, в которых фосфор преобладает над азотом в 1,5–1,7 раза. Увеличение доз азота в полном минеральном удобрении свыше 120 кг/га д.в. ведет к более существенному ухудшению кулинарных показателей.

Выводы

В наших исследованиях установлено и доказано, что для получения высоких урожаев картофеля с хорошими пищевыми качествами и экологически безопасным содержанием нитратов, отвечающих требованиям и реалиям современного общества, необходима строгая оптимизация применения доз и соотношений минеральных удобрений.

В технологии возделывания картофеля в условиях черноземной лесостепи, включающей капельное орошение, для получения высокого урожая клубней (37,8–41,5 т/га) с хорошими пищевыми качествами следует вносить с минеральными удобрениями: азота 90–120, фосфора 150–180, калия 120–150 кг/га действующего вещества с соотношением N:P:K не менее как 1:1,5–1,7:1,3. Для поддержания высоких пищевых качеств клубней картофеля, выращенных в условиях капельного орошения, не допускать в полном минеральном удобрении одностороннего усиленного азотного или азотно-калийного питания и не превышать доз азота свыше 120 кг/га д.в.

Список литературы

1. Тульчев, В.В. Мировой рынок картофеля / В.В. Тульчев, О.М. Ягфоров // АПК: Экономика и управление. – 2014. – № 5. – С. 57–64.
2. Бутов, А.В. Ресурсосберегающая технология возделывания картофеля. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2009. – 447 с.
3. Шпаар, Д. Картофель: выращивание, уборка и хранение. – М.: ДЛВ Агродело, 2007. – 434 с.
4. Картофель России: монография / под ред. А.В. Коршунова. – М., 2003. – Т. 2. – 472 с.
5. Симаков, Е.А. Индустрия картофеля / Е.А. Симаков, В.И. Старовойтов, Б.В. Анисимов. – М.: НПФ АгроНиф, 2013. – 273 с.
6. Веселовский, И.А. Химический состав и вкус картофеля / И.А. Веселовский, Е.С. Бойкова // Картофель и овощи. – 1972. – № 6. – С. 15–16.
7. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. – М.: НИИКХ, 1989. – 142 с.
8. Практикум по агрохимии // Ионметрический метод определения нитратов / под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2011. – С. 388–394.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 (ред. от 10.06.2014, № 91) «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [Электронный ресурс]: официальный сайт информационно-правового портала «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70106650/>.
11. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

FOOD QUALITY IN THE POTATO FERTILIZERS IN A DRIP IRRIGATION

A.V. Butov¹, A.A. Mandrova^{2,*}

¹Bunin Yelets State University,
28, Communards Str., Yelets,
Lipetsk Region, 399770, Russia

²Board of Deputies
of the City Yelets of Lipetsk Region,
127, Oktyabrskaya Str., Yelets,
Lipetsk Region, 399740, Russia

*e-mail: annalets@yandex.ru

Received: 10.03.2016

Accepted: 25.04.2016

During field experiments in the Central Black Earth region of Russia, the optimum doses and ratios of fertilizers for potato under drip irrigation, allowing obtaining a high yield of potatoes with the best edibility characteristics have been established. With increasing doses of fertilizers from zero to maximum $N_{150}P_{210}K_{180}$ the potato yield increased from 23.4 to 43.7 t/ha, and the concentration of nitrates from 15.7 to 234.8 mg/kg of raw tubers. In options $N_{90-120}P_{150-180}K_{120-150}$ the harvest was 37.8–41.5 c/ha, the accumulation of nitrates – 107.1–165.4 mg/kg at maximum concentration limit equal to 250 mg/kg. Small and moderate doses of fertilizers increase the biological value of protein (CCR) up to 80.6–81.2%, against 80.0% in the control group. Against the background of high doses of

fertilizers $N_{90-120}P_{150-180}K_{150-180}$, CCR was 80.1–79.4%. At the maximum level of fertilizers $N_{150}P_{210}K_{180}$ CCR content becomes depressed, this state being expressed quite strongly. The darkening of the tubers caused by mechanical damage increased at the highest dose of fertilizer and unilaterally enhanced nitrogen and nitrogen-potassium supply. Best culinary characteristics of boiled potato in our experiments were found in samples with small and moderate doses of fertilizers $N_{30-60}P_{90-120}K_{60-90}$ - score 77.0–75.6 taste 4.6–4.4, against 76.2 and 4.5 points in fertilizer control ones. These figures were quite good in $N_{90-120}P_{150-180}K_{120-150}$ options, with a ratio of N : P : K equal to 1 : 1.5–1.7 : 1.3 - the score was 73.8–70.0 taste 4.2–3.9. In general, the maximum dose of $N_{150}P_{210}K_{180}$ fertilizers and unilaterally increased nitrogen or nitrogen-and-potassium supply significantly reduces edibility characteristics of the tubers. Under the conditions of drip irrigation in the Central Black Earth region it is expedient to supply the potato with $N_{90-120}P_{150-180}K_{120-150}$, and avoid unilateral enhanced nitrogen or nitrogen-and-potassium supply and not exceed the nitrogen doses in excess of 120 kg/ha of ai.

Potatoes, fertilizer, drip irrigation, crop, edibility characteristics of tubers

References

1. Tul'cheev V.V., Yagforov O.M. Mirovoy rynek kartofelya [World market Potatoes]. *APK: Ekonomika i upravlenie* [AIC: Economy and management], 2014, no. 5, pp. 57-64.
2. Butov A.V. *Resursosberegayushchaya tekhnologiya vozdeleyvaniya kartofelya* [Resource-saving technology of cultivation of potatoes]. Yelets, YSU. BUNIN Publ., 2009. 447 p.
3. Diter Shpaar. *Kartofel': vyrashchivanie, uborka i khranenie* [Potatoes: cultivation, cleaning and storage]. Moscow, Agrodello Publ., 2007. 434 p.
4. Korshunov A.V. (ed.) *Kartofel' Rossii. Tom 2: Tekhnologiya vozdeleyvaniya* [Russian Potato. Vol. 2: Technology of cultivation]. Moscow, Dostizheniya nauki i tekhniki APK Publ., 2003. 472 p.
5. Simakov E.A., Starovoytov V.I., Anisimov B.V. *Industriya kartofelya* [Industry of potatoes]. Moscow, NPF AgroNif Publ., 2013. 273 p.
6. Veselovskiy I.A., Boykova E.S. *Khimicheskiy sostav i vkus kartofelya* [The chemical composition and taste of potatoes]. *Kartofel' i ovoshchi* [Potatoes and vegetables], 1972, no. 6, pp. 15–16.
7. *Metodika fiziologo – biokhimicheskikh issledovaniy kartofelya* [The physiologist's technique – biochemical researches of potatoes]. Moscow, NIICKh Publ., 1989. 142 p.
8. Mineev V.G. (ed.) *Praktikum po agrokhemii* [Workshop on of Agrochemistry]. Moscow, MGU Publ., 2011. 689 p.
9. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 351 p.
10. *Reshenie Komissii Tamozhennogo soyuza ot 09.12.2011 № 880 (red. ot 10.06.2014) «O prinyatii tekhnicheskogo reglamenta Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishchevoy produkttsii»* [Commission Decision of the Customs Union on 09.12.2011 no. 880 (ed. by 10.06.2014) "On the adoption of technical regulations of the Customs Union" On food safety "]. Available at: <http://base.garant.ru/70106650/> (accessed 7 February 2015).
11. *Sanitarno-epidemiologicheskkiye pravila i normativy «Gigienicheskie trebovaniya k bezopasnosti i pishchevoy tsennosti pishchevykh produktov. SanPin 2.3.2.1078-01»*. Glavnyy Gosudarstvennyy sanitarnyy vrach Rossiyskoy Federatsii. Postanovlenie ot 14 noyabrya 2001 g, № 36 «O vvedenii v deystvie sanitarnykh pravil (s izmeneniyami na 6 iyulya 2011 goda)». Rossiyskaya gazeta, № 165, 29.07.2011. (In Russ.).

Дополнительная информация / Additional Information

Бутов, А.В. Урожай и качество картофеля при различных дозах удобрений в условиях капельного орошения / А.В. Бутов, А.А. Мандрова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 125–131.

Butov A.V., Mandrova A.A. Food quality in the potato fertilizers in a drip irrigation. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 125–131 (in Russ.).

Бутов Алексей Владимирович

д-р с.-х. наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 399770, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, 28, тел.: +7 (47467) 2-21-93, e-mail: butov.a.v@yandex.ru

Мандрова Анна Алексеевна

главный специалист-эксперт по экономике и финансам Совета депутатов города Ельца Липецкой области, 399740, Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Октябрьская, 127, тел.: +7 (47467) 2-70-64, e-mail: annaelets@yandex.ru

Alexey V. Butov

Dr.Sci.(Agr.), Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Agricultural Products, Bunin Yelets State University, 28, Communards Str., Yelets, Lipetsk Region, 399770, Russia, phone: +7 (47467) 2-21-93, e-mail: butov.a.v@yandex.ru

Anna A. Mandrova

Chief Expert by Economy and Finances of the Board of Deputies of the city Yelets Lipetsk Region, 127, Oktyabrskaya Str., Yelets, Lipetsk Region, 399740, Russia, phone: +7 (47467) 2-70-64, e-mail: annaelets@yandex.ru



ВЛИЯНИЕ КЛАСТЕРНОГО СЕРЕБРА НА ПАТОГЕННУЮ МИКРОФЛОРУ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

А.И. Пискаева*, А.С. Дышлюк, Ю.Ю. Сидорин

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

*e-mail: a_piskaeva@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 22.01.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

Известно, что применение серебросодержащих препаратов в качестве антипатогенных агентов активно используется во многих отраслях промышленности. В статье изучен отечественный и зарубежный опыт применения кластерного серебра в целях борьбы с патогенной и условно-патогенной микрофлорой, обитающей в органических отходах сельского хозяйства. Представлены основные механизмы воздействия стабильных кластеров серебра на бактериальные клетки и происходящие вследствие этого изменения. Целью настоящего исследования являлось изучение биоцидных свойств кластерного серебра в отношении патогенных и условно-патогенных тест-культур: *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* Б-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, представляющих естественную микрофлору органических отходов агропромышленного комплекса. Представлены результаты сравнения эффективности применения кластерного серебра и таких антибиотиков, как амоксициллин, тетрациклин, стрептомицин, левомицетин, для ингибирования роста *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* Б-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Установлено, что кластерное серебро в концентрации 50 мкг/мл и выше способно ингибировать рост тест-культур в 1,5–2 раза сильнее антибиотиков. Определена способность кластерного серебра в различных концентрациях подавлять рост и развитие бактерий в искусственно контаминированных субстратах на примере куриного помета. Установлено бактериостатическое действие кластерного серебра в отношении грамотрицательных *Escherichia coli* Б-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315 и *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 при концентрации 80 мкг/мл и выше.

Кластерное серебро, микрофлора отходов, утилизация отходов, антипатогенные свойства, обеззараживание

Введение

Сельское хозяйство остается одной из отраслей с наиболее низкой наукоемкостью, что определяет отставание агропродовольственного комплекса России в развитии и внедрении био- и нанотехнологий, использование которых в современных условиях способно обеспечить устойчивое развитие агропродовольственного комплекса, решение проблем продовольственной безопасности страны, получение высококачественных и экологически чистых продуктов питания, переработку отходов сельскохозяйственного производства, а также восстановление плодородия почв [1]. Биотехнологии представляют собой развитие и расширение набора технологических приемов, корни которых появились тысячи лет назад [2]. Нанотехнологию можно определить как набор технологий или методик, основанных на манипуляциях с отдельными атомами и молекулами, т.е. регулирования структуры и состава вещества. К наночастицам или наноструктурам относятся объекты размером от 1 до 100 нм [3].

Одной из главных проблем сельского хозяйства была и остается утилизация отходов. Разнообразность состава, наличие органических и неорганических компонентов осложняются высоким уровнем обсеменения, наличием цист простейших, семян сорных растений и различных загрязняющих веществ. Обеспечение норм безопасности сырья и продукции животного происхождения, а также экологической безопасности производства пищевой

продукции делает актуальным поиск безопасных биоцидов, не наносящих вреда животным, человеку и окружающей среде [4].

Использование серебра в качестве эффективно-го антипатогенного агента пролонгированного действия не ново и активно используется в фармацевтической, косметической и пищевой отраслях промышленности, где находит применение в качестве антимикробных и антигрибковых добавок. Однако использование серебра в перерабатывающей промышленности не распространено, в то время как контаминация отходов предприятий зачастую превышает допустимые нормы. Установлено, что в одном литре помета или навоза может находиться до 100 видов возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний. Показатели заболеваемости работников птицефабрик, зооферм, хозяйств крупного рогатого скота и т.д. в 6 раз выше среднего, а уровень заболеваемости населения в районах, близких к крупным сельскохозяйственным предприятиям, – в 1,5. В то же время количество подобных отходов ежегодно увеличивается на 7–13 %.

В связи с вышеизложенным объединение достижений био- и нанотехнологий для эффективной утилизации органических отходов предприятий агропромышленного комплекса является актуальной и востребованной задачей.

Об антибактериальных свойствах серебра известно давно, однако научное обоснование появилось только в 1800 г. [5, 6]. В 1940 г. после ряда экс-

периментов группой американских исследователей установлено, что лечебным свойством обладают ионы серебра, которые выделяются из металла естественным путем за счет дефектов кристаллической решетки, хотя и в ничтожно малом количестве [7].

Известный ученый Джим Пауэлл в марте 1978 г. опубликовал в журнале *Science Digest* статью «Наш наиболее мощный бактерицид». Автор отметил, что один антибиотик может убить не более 10 разнообразных болезнетворных микроорганизмов, в то время как серебро убивает около 650, не вызывает привыкания бактерий, а также не токсично [8].

При сравнении антибактериальных свойств серебра и других препаратов обнаружено, что его бактерицидный эффект в 1750 раз превышает таковой карболовой кислоты и в 3,5 раза – сулемы и хлорной извести. Так, авторы [9, 10] выявили, что серебро обладает более мощным антибактериальным эффектом, чем пенициллин, биомицин и другие антибиотики, и оказывает губительное действие на антибиотикоустойчивые штаммы бактерий. На золотистый стафилококк, палочку протей, синегнойную и кишечную палочки ионы серебра оказывают различное действие – от бактериостатического (способность препятствовать размножению микробов) до бактерицидного (способность убивать микробы).

Авторами [11] установлено, что наночастицы серебра в невысоких концентрациях частично разрушают клеточную стенку бактерий, препятствуют нормальному делению клеток, инициируют процессы гетероморфизма. При этом популяция остается жизнеспособной, хотя ее развитие несколько замедляется. Попав в благоприятную среду такие популяции полностью восстанавливают свои морфологические свойства и возможность роста. В высоких концентрациях (40 мг/л) растворы коллоидного серебра вызывают столь стремительную гибель клеток в популяции, что возможностей сканирующей электронной микроскопии не хватает для того, чтобы зафиксировать происходящие морфологические изменения в популяции в виде разрушения покровов, мембранных структур или возникновения гетероморфных форм. Было сделано заключение, что бактерицидный эффект растворов серебра напрямую зависит от концентрации в них наночастиц. Чем она выше, тем глубже поражение клеточных структур, а следовательно, выше дезинфицирующий эффект применяемого препарата.

Исследования, проведенные авторами ранее, показывают, что влияние растворов коллоидного серебра на популяции клеток листерий также вызывает бактериостатический эффект, характеризующийся образованием в популяции гетероморфных форм на различных стадиях L-трансформации [12].

Бактерицидное действие кластерного серебра в отношении бактерий, вызывающих сальмонеллез, описано в работе Е.П. Савиновой [13].

Антибактериальная активность известных российских препаратов на основе кластерного серебра, таких как «Фрактал-М», проверена А.В. Артемовым [4]. Исследования проводились в отношении штаммов *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*,

Proteus vulgaris, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, выращенных на мясопептонном агаре (МПА). Препараты кластерного серебра оказывали бактерицидное действие в отношении *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa* при концентрации 20 мг/л, а также бактериостатическое действие при концентрации 10 мг/л. В отношении *Proteus vulgaris* отмечено бактериостатическое действие серебра в концентрации 20 мг/л. Концентрация, оказывающая бактериостатическое действие для *Staphylococcus aureus*, составляла от 20 до 40 мг/л. Препарат обладал бактерицидной активностью в отношении *Escherichia coli* при содержании кластерного серебра 20 и 40 мг/л. В отношении *Salmonella typhimurium* препарат продемонстрировал бактерицидную активность при концентрации кластерного серебра 40 мг/л и бактериостатическую при 20 и 10 мг/л. Ингибирование роста *Staphylococcus aureus*, рекомендованного в соответствии с методическими указаниями в качестве модельной тест-культуры для вирусов, свидетельствует о возможности применения кластерного серебра в качестве биоцида для возбудителей вирусной природы.

Однако в настоящее время недостаточно изучено избирательное действие кластерного серебра в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий. Как показывают большинство проведенных исследований, грамположительные бактерии гораздо устойчивее к высоким концентрациям серебра по сравнению с грамотрицательными. Многие из них обладают способностью накапливать частицы серебра на своей поверхности или в цитоплазме. Например, *Bacillus cereus* эффективно осаждает серебро в виде дискретных коллоидных агрегатов на поверхности клетки, а иногда и в цитоплазме, таким образом, организм снижает до 89 % от общего количества Ag^+ и удаляет его из раствора [14]. Аналогично были показаны способности к накоплению наночастиц серебра определенной формы и размера в цитоплазме у *Bacillus licheniformis* [15, 17], *Bacillus cereus* PGN1 [16], *Bacillus subtilis* [15].

Внутри клетки токсичные эффекты тяжелых металлов проявляются в образовании неспецифического внутриклеточного комплекса с особо уязвимыми тиоловыми группами.

Предыдущие исследования показывают, что некоторые тяжелые металлы токсичны для клеточных процессов. В грамотрицательных бактериях ионы тяжелых металлов могут связываться с глутатионом, а конечные продукты реакции имеют тенденцию реагировать с молекулярным кислородом с образованием окисленного бис-глутатиона, при этом выпуская катион металла и перекиси водорода. Некоторые ионы металлов структурно имитируют физиологически важные молекулы. Некоторые металлы влияют на внутриклеточные ферментативные и неферментативные реакции. Этот процесс может привести к повреждению многих клеточных компонентов, включая ДНК и белки. Кроме того, воздействие тяжелых металлов влияет на активность оксидазы, образование биопленок, по-

движность или ассимиляцию серы в различных микроорганизмах [18].

Некоторые ученые предполагают, что от размера частиц серебра зависят изменения в бактериальной клетке, как внутриклеточные, так и происходящие вне ее [19, 20, 21].

Наночастицы серебра размером до 80 нм, как было показано в работе [20], имеют возможность проникать во внутреннюю и внешнюю бактериальную клеточную мембрану. Частицы диаметром менее 10 нм способны просачиваться в цитоплазму путем формирования пор на клеточной стенке бактерий, при этом не влияя на внеклеточные белки и нуклеиновые кислоты [23].

В исследовании [24] был представлен противовирусный эффект наночастиц серебра. Учеными было установлено, что действие серебра происходит через взаимодействие с вирусным белком и/или вирусными нуклеиновыми кислотами.

Более глубокие исследования – транскриптомный ответ на воздействие кластерного серебра – были проведены индийскими учеными [14]. Они анализировали штамм *Bacillus cereus* ATCC 14579 на способность к продуцированию наночастиц серебра из водного раствора нитрата серебра. В ходе исследований было установлено, что бактерии могут активировать различные клеточные и обменные адаптационные механизмы, чтобы уменьшить токсичность и осадок наноразмерных частиц серебра.

По предварительному анализу данных было доказано, что ряд микроорганизмов способен производить наночастицы серебра из водного раствора нитрата серебра (~ 1 мм).

Сканирующая электронная микроскопия *Bacillus cereus* ATCC 14579 наряду с рентгеновским дисперсионным анализом показали накопление наночастиц серебра в клеточной стенке. Было установлено, что избыток серебра индуцирует экспрессию генов, участвующих в регуляции осмотического давления, транспортных элементов и реакции детоксикации, а также, возможно, способствует ослаблению защитных механизмов. Интересно, что наблюдалось влияние наночастиц серебра и на подвижность клеток – она значительно сокращалась.

Обобщая опыт изучения воздействия частиц серебра на патогенную микрофлору, следует отметить, что вопрос о механизме действия наночастиц серебра на вирусы, бактерии и клетки до настоящего времени остается окончательно не выясненным и требует дополнительных исследований [25].

Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования выполнены в лаборатории Научно-исследовательского института биотехнологии (НИИ биотехнологии) при ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)». Работа с микроорганизмами II и III групп патогенности проводилась на базе бактериологической лаборатории МУЗ ЦРБ Гурьевского района.

В качестве тест-культур для определения антагонистической активности кластерного серебра в отношении патогенной и условно-патогенной мик-

рофлоры органических отходов использовали штаммы, представляющие естественную микрофлору куриного помета: *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* B-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Штаммы выращивали на скошенной питательной среде МПА при (37±2) °С в течение 24 ч, затем проводили смывы стерильной водой и устанавливали концентрацию 10⁹ микробных клеток на мл, используя стандарт мутности.

Подготавливали серии разведений культур в стерильной воде до 10⁶ микробных клеток на мл. Засевали стерильные чашки Петри путем смешивания 1 мл каждой культуры с 10–15 мл питательной среды МПА. После застывания агара на поверхность питательной среды помещали диски диаметром 8 мм, пропитанные раствором кластерного серебра. Концентрацию серебра варьировали от 10 до 100 мкг/мл с шагом 10. В качестве контроля использовали чашки с дисками, пропитанными стерильной водой.

Для сравнения биоцидного эффекта кластерного серебра и антибиотиков (амоксцицилина, тетрациклина, стрептомицина, левомицетина) использовали диски, пропитанные растворами антибиотиков в концентрации 0,4 %. Эксперимент проводили в трех повторностях. Анализ результатов вели путем измерения радиуса зон ингибирования роста бактерий (R), включая диаметр самого диска, после 24–48-часового инкубирования при (37±2) °С.

Для подтверждения результатов проводились опыты на искусственно загрязненных субстратах (куриный помет). Для этого в 4 стерильных контейнера с навесками субстрата массой 100 г вносили по 1 мл суточных культур *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* B-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 в концентрации 10⁶ микробных клеток на мл. Спустя 24 ч инкубирования загрязненных субстратов при температуре (37±2) °С в каждый контейнер путем распыливания вносили по 1 мл препарата кластерного серебра в концентрации от 40 до 100 мкг/мл с шагом 20 (концентрацию растворов кластерного серебра выбирали в соответствии с результатами предыдущих экспериментов).

Для оценки результатов эксперимента и времени воздействия кластерного серебра на патогенную и условно-патогенную микрофлору отбирались пробы субстратов массой 1 г (через 24, 48, 72, 96 ч), с последующим десятикратным разведением материала стерильной водой для определения наличия микроорганизмов.

Для определения *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 и *Escherichia coli* B-5 использовали петрифильмы (Petrifilm™ корпорации 3М). Проводили автоматический учет количества выросших на петрифильме колоний с использованием Петрифильм-Ридера (Petrifilm™ Plate Reader) [27].

Для выявления микроорганизмов рода *Salmonella* использовали лактозный агар Дригальского (BD Drigalski Lactose Agar). Выросшие колонии имеют сизо-голубой цвет с зеленоватым центром. Учет выросших колоний проводили после 18–24 ч культивирования при (35±2) °С в аэробной атмосфере.

Для выявления *Proteus* и *Pseudomonas* использовали агар бессолевого лактозной питательной среды с цистином (BD CLED Agar). Выросшие колонии *Proteus* бесцветные или синие. *Pseudomonas* – зеленые колонии с обычной матовой поверхностью и грубой границей периметра. Продолжительность культивирования 24–48 ч при температуре окружающей среды (35±2) °С.

В течение эксперимента совместно с высевом на петрифилмы и диагностические среды проводились микроскопические исследования на микроскопе AxioVert.A1 (Carl Zeiss AG) путем пригото-

вления мазков и окрашивания по Граму. Эксперимент ставили в трех повторностях.

Результаты исследований

Результаты исследования биоцидного эффекта кластерного серебра в отношении штаммов *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* B-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 представлены в табл. 1.

На рис. 1 показано сравнение зон ингибирования роста *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 при воздействии антибиотика амоксициллина и кластерного серебра в концентрации 80 и 100 мкг/мл.

Антибиотическая устойчивость штаммов к амоксициллину, тетрациклину, стрептомицину и левомицетину представлена в табл. 2.

Таблица 1

Изменение размеров зон ингибирования роста от концентрации кластерного серебра

Штамм	Концентрация кластерного серебра, мкг/мл									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Радиус зоны ингибирования роста (R)*, мм									
<i>Salmonella typhimurium</i>	11,0±2,5	14,0±1,4	16,0±0,4	18,0±2,2	19,0±0,2	19,0±2,7	20,0±1,9	21,0±1,5	22,0±1,0	22,0±0,5
<i>Salmonella pullorum</i>	9,0±3,3	13,0±2,3	15,0±1,5	17,0±0,9	19,0±0,1	19,0±2,9	20,0±1,9	22,0±1,3	22,0±1,4	22,0±0,3
<i>Staphylococcus aureus</i>	11,0±1,3	15,0±1,9	16,0±0,9	18,0±2,9	20,0±1,6	21,0±0,6	21,0±1,6	22,0±1,9	23,0±0,6	23,0±0,1
<i>Escherichia coli</i>	10,0±1,9	13,0±1,5	17,0±0,7	18,0±0,2	19,0±2,2	20,0±0,1	20,0±2,4	21,0±2,1	22,0±1,3	23,0±0,3
<i>Proteus vulgaris</i>	13,0±1,9	16,0±2,8	19,0±1,8	20,0±1,5	21,0±1,4	22,0±1,2	23,0±1,9	24,0±1,8	24,0±1,9	24,0±0,2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	12,0±1,7	17,0±2,3	20,0±1,9	22,0±2,2	24,0±0,2	24,0±2,2	25,0±2,7	26,0±2,1	26,0±2,9	26,0±0,9

*Среднее значение трех наблюдений, P<0.05.

Таблица 2

Антибиотическая устойчивость штаммов

Штамм	Антибиотик			
	амоксициллин	тетрациклин	стрептомицин	левомицетин
	Радиус зоны ингибирования роста (R)*, мм			
<i>Salmonella typhimurium</i>	12,0±0,4	13,0±2,2	15,0±2,5	14,0±1,4
<i>Salmonella pullorum</i>	14,0±1,5	19,0±0,9	18,0±3,3	17,0±2,3
<i>Staphylococcus aureus</i>	10,0±0,9	11,0±2,9	13,0±1,3	15,0±1,9
<i>Escherichia coli</i>	14,0±0,7	18,0±0,2	17,0±1,9	18,0±1,5
<i>Proteus vulgaris</i>	12,0±1,8	10,0±1,5	13,0±1,9	15,0±2,8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	13,0±1,9	10,0±2,2	12,0±1,7	12,0±2,3

*Среднее значение трех наблюдений, P<0.05.

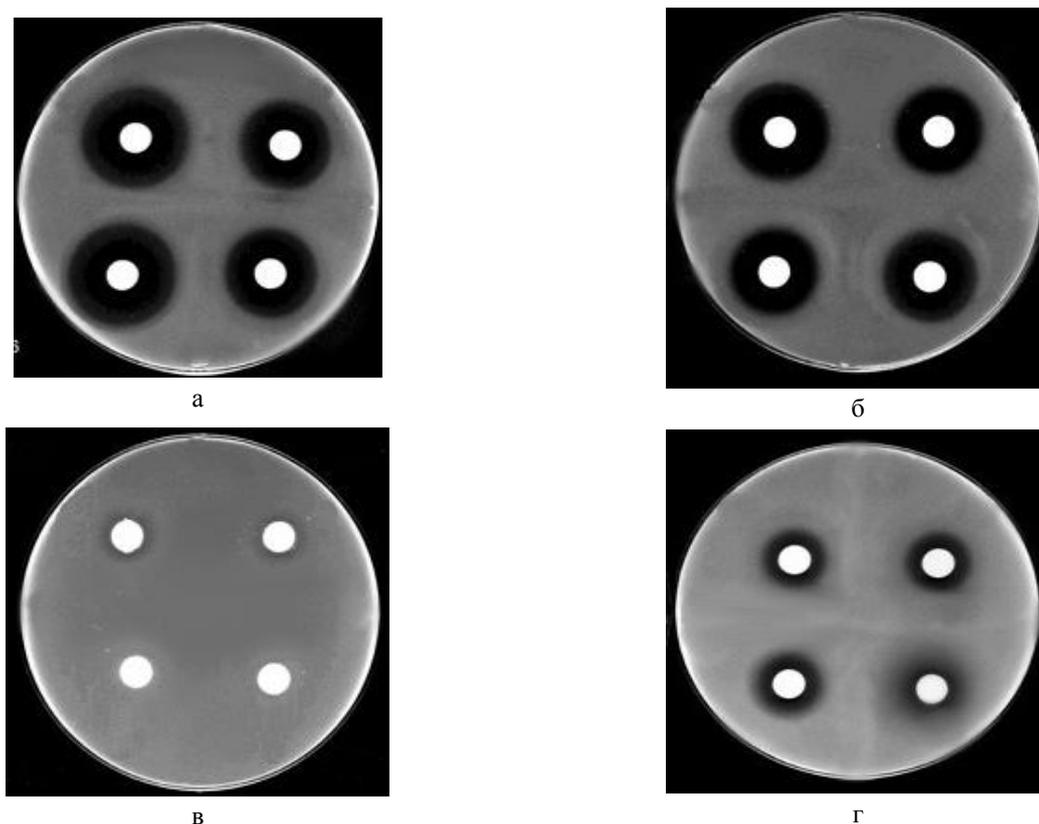


Рис. 1. Зоны ингибирования роста *Pseudomonas aeruginos* ATCC 27853:
а – 80 мкг/мл кластерное серебро; б – 100 мкг/мл кластерное серебро; в – контроль; г – 0,4 % амоксициллин

Из данных, представленных в табл. 1 и 2 и на рис. 1, следует вывод о том, что кластерное серебро обладает выраженными антипатогенными свойствами. Ингибирующий эффект проявляется уже при концентрации 10 мкг/мл для всех исследуемых штаммов. При концентрации 50 мкг/мл и выше серебро ингибирует рост *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* Б-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 в 1,5–2 раза сильнее антибиотиков.

Интересно отметить, что при сравнении результатов теста на ингибирование роста кластерным серебром полученные через 24, 48 и 72 ч зоны не меняли своих размеров, в то время как в тесте с антибиотиками отмечалось зарастание зон, образованных после 24 ч, на 0,5–0,7 мм у штаммов *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 и *Proteus vulgaris* ATCC 13315. Это можно объяснить накопительным эффектом ионов серебра в среде, что делает его действие пролонгированным.

Результаты исследований, проведенных на контаминированных субстратах, представлены на рис. 2.

Согласно с кривыми гибели тест-культур в ис-

кусственно контаминированном субстрате установлено биоцидное действие кластерного серебра в отношении грамотрицательных *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* и *Pseudomonas aeruginosa* при концентрации 80 мкг/мл и выше и продолжительности культивирования от 72 ч. Отмечено двукратное уменьшение числа выросших колоний для штаммов *Salmonella typhimurium*, *Salmonella pullorum* и *Staphylococcus aureus* после 72 ч культивирования, предположительно, это связано со способностью данных штаммов осаждать серебро на клеточной стенке и внутри цитоплазмы. Причиной относительно медленного воздействия на грамположительный *Staphylococcus aureus* может служить толстая клеточная стенка бактерий.

Интенсивное подавление роста колоний всех штаммов отмечалось при сравнении результатов, полученных при концентрации кластерного серебра 60 и 80 мкг/мл. Разница между показателем 80 и 100 мкг/мл не являлась значительной.

Результаты предыдущих исследований [26], где в качестве модельного микроорганизма исследовался патогенный серовариант *E. coli*, подтверждают выбор концентрации кластерного серебра 80 мкг/мл как достаточной для обеспечения обеззараживания субстратов.

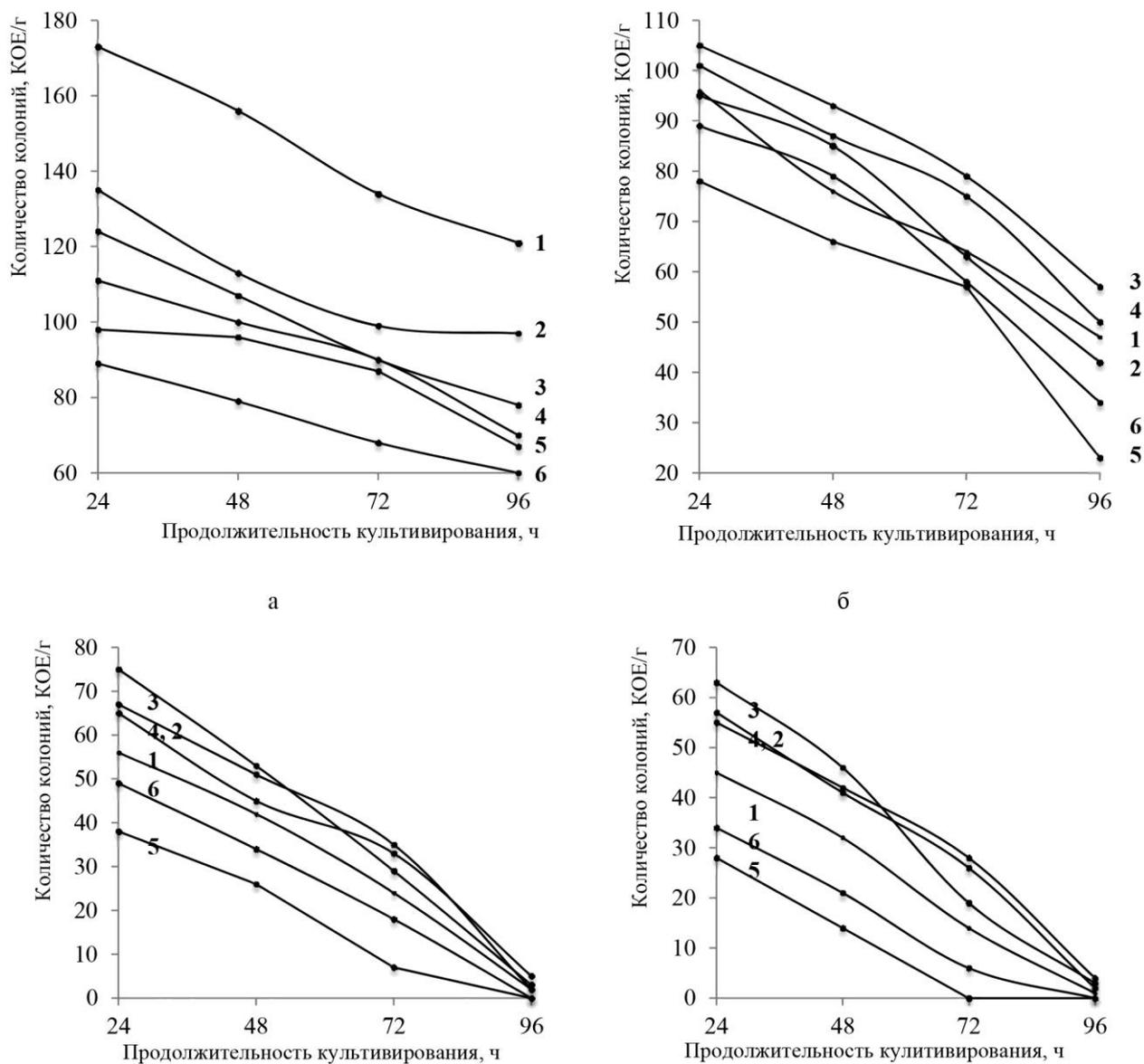


Рис. 2. Кривые гибели тест-культур бактерий в зависимости от концентрации серебра и времени воздействия: 1 – *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853; 2 – *Salmonella typhimurium* ATCC 1353; 3 – *Salmonella pullorum* ATCC 19945; 4 – *Staphylococcus aureus* ATCC 25923; 5 – *Escherichia coli* Б-5; 6 – *Proteus vulgaris* ATCC 13315; а – кластерное серебро 40 мкг/мл; б – кластерное серебро 60 мкг/мл; в – кластерное серебро 80 мкг/мл; г – кластерное серебро 100 мкг/мл

Выводы

Установлены биоцидные свойства кластерного серебра в отношении патогенных и условно-патогенных бактерий *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* Б-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, представляющих естественную микрофлору органических отходов агропромышленного комплекса.

Представлены результаты сравнения эффективности применения кластерного серебра и антибиотиков (амоксциллин, тетрациклин, стрептомицин, левомицетин) для ингибирования роста *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella*

pullorum ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* Б-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Установлено, что концентрация кластерного серебра 50 мкг/мл и выше ингибирует рост перечисленных бактерий в 1,5–2 раза сильнее антибиотиков.

Определена способность кластерного серебра в различных концентрациях подавлять рост и развитие бактерий в искусственно контаминированных субстратах. Установлено бактериостатическое действие кластерного серебра в отношении грамотрицательных *Escherichia coli* Б-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315 и *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 при концентрации 80 мкг/мл и выше.

Список литературы

1. Кадомцева, М.Е. Био- и нанотехнологии в агропродовольственном комплексе / М.Е. Кадомцева // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. – 2015. – № 1. – С. 74–82.
2. Просеков, А.Ю. Необходимость формирования знаний о принципах и возможностях биотехнологии / А.Ю. Просеков, О.В. Мудрикова // Международный журнал экспериментального образования. – 2011. – №7. – С. 75. URL: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=2008> (дата обращения: 12.12.2015).
3. Глебова, С.Ю. Молочный белок как наночастица с заданными свойствами / А.Ю. Просеков, С.Ю. Глебова, И.С. Разумникова // Молочная промышленность. – 2008. – №4. – С. 71–72.
4. Артемов, А.В. Биоцидные свойства кластерного серебра и перспективы его использования в ветеринарии / А.В. Артемов // Ветеринарная патология. – 2011. – № 3. – С. 117–119.
5. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
6. Савинова, Е.П. Бактерицидная и дезинфицирующая активность препаратов кластерного серебра / Е.П. Савинова // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2014. – № 11. – С. 44–48.
7. Goetz, A. Silver in Industry / A. Goetz, R. Tracey, F. Harris // Reinhold. – 1940. – pp. 401–429.
8. Powell, J. Our Mightiest Germ Fighter // Science Digest. – 1978. – pp. 57–60.
9. Изучение биоцидной активности дезинфицирующего препарата на основе нанокластеров серебра / К.И. Гурин, И.П. Погорельский, В.М. Бакулин, Д.А. Шаров // Дезинфекционное дело. – 2011. – № 4. – С. 30–31.
10. Родионов, П.П. Серебро в медицине, биологии и технике: сб. науч. трудов. – Новосибирск: Ин-т клинической иммунологии СО РАМН, 1996. – 224 с.
11. Банникова, Д.А. Изучение влияния коллоидного серебра на морфологию и развитие популяций клеток сальмонелл с применением метода сканирующей электронной микроскопии / Д.А. Банникова, А.Б. Кононенко, Е.П. Савинова // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2015. – № 1. – С. 81–87.
12. Pavlova, I.B. Vliyaniye rastvorov klasterного cerebra na vyzhivaemost i morfologiyu patogennykh bakterii / I.B. Pavlova, A.M. Smirnov, A.A. Vlasov // Vestnik RASKHN. – 2010. – № 5. – С. 63–66.
13. Савинова, Е.П. Оценка бактерицидной активности антимикробных средств в отношении возбудителей сальмонеллезов / Е.П. Савинова // Ветеринария и кормление. – 2013. – № 5. – С. 48–49.
14. Mullen, M.D. Bacterial sorption of heavy metals // M.D. Mullen, D.C. Wolf, F.G. Ferris, T.J. Beveridge, C.A. Flemming, G.W. Bailey / Appl Environ Microbiol. – 1989. – № 55. – pp. 3143–3149.
15. Beveridge, T.J. Major sites of metal binding in Bacillus licheniformis walls / T.J. Beveridge, C.W. Forsberg, R.J. Doyle // Bacteriol. – 1982. – № 150. – pp. 1438–1448.
16. Kalimuthu, K. Biosynthesis of silver nanocrystals by Bacillus licheniformis Coll. Surf. // K. Kalimuthu, R.S. Babu, D. Venkataraman, M. Bilal, S. Guranathan. – 2008. – № 65. – pp. 150–153.
17. Babu, G.M. Production and structural characterization of silver nanoparticles from Bacillus cereus PGN1 isolate. Coll surf B / G.M. Babu, P. Gunasekaran // Biointerface. – 2009. – № 74. – pp. 191–194.
18. Anuradha, P. Synthesis of AgNps By Bacillus cereus bacteria and their antimicrobial potential / P. Anuradha, S. Seema, A. Naheed, G. Ashok, S. Preety // Biomaterial Nanobiotech. – 2011. – № 2. – pp. 155–161.
19. Morones, J.R. The bactericidal effect of silver nanoparticles / J.R. Morones, J.L. Elechiguerra, A. Camacho, K. Holt, J.B. Kouri, J.T. Ramírez, M.J. Yacamán // Nanotechnology. – 2009. – № 16. – pp. 2346–2353.
20. Gogoi, S.K. Green uorescent protein-expressing Escherichia coli as a model system for investigating the antimicrobial activities of silver nanoparticles / S.K. Gogoi, P. Gopinath, A. Paul, A. Ramesh, S.S. Ghosh, A. Chattopadhyay // Langmuir. – 2006. – № 22. – pp. 9322–9328.
21. Banerjee, M. Heightened reactive oxygen species generation in the antimicrobial activity of a three component iodinated chitosan- silver nanoparticle composite / M. Banerjee, S. Mallick, A. Paul, A. Chattopadhyay, S.S. Ghosh // Langmuir. – 2010. – № 26. – pp. 5901–5908.
22. Xu, X.H. Real-time probing of membrane transport in living microbial cells using single nanoparticle optics and living cell imaging / X.H. Xu, W.J. Brownlow, S.V. Kyriacou, Q. Wan, J.J. Viola // Biochemistry, – 2004. – № 43. – pp. 10400–10413.
23. Gogoi, S.K. Green uorescent protein-expressing Escherichia coli as a model system for investigating the antimicrobial activities of silver nanoparticles / S.K. Gogoi, P. Gopinath, A. Paul, A. Ramesh, S.S. Ghosh, A. Chattopadhyay // Langmuir, – 2006. – № 22. – pp. 9322–9328.
24. Maillard, J.Y. Virus susceptibility to biocides: an understanding / J.Y. Maillard // Rev Med Microbiol. – 2001. – № 12. – pp. 63–74.
25. Применение серебра (обзор) / Л.Т. Денисова, Н.В. Белоусова, В.М. Денисов, В.В. Иванов // Журнал Сибирского федерального университета. – 2009. – № 3. – С. 25–27.
26. Piskaeva, A. I. Investigation of the influence of the cluster silver on microorganisms-destructors and bacteria Escherichia coli / A. I. Piskaeva, L.S. Dysluk, Y.Y. Sidorin, Y.V. Zhumaev, A.Y. Prosekov // Foods and Raw Materials. – 2013. – № 1. – pp. 62–66.
27. МУК 4.2.2884-11. Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов с использованием петрифильмов: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 24 с.

CLUSTER SILVER INFLUENCE ON PATHOGENIC MICROFLORA OF AGRO-INDUSTRIAL ORGANIC WASTE

A.I. Piskaeva*, L.S. Dyshlyuk, Yu.Yu. Sidorin

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

*e-mail: a_piskaeva@mail.ru

Received: 22.01.2016

Accepted: 15.04.2016

It is known that the use of silver-containing preparations as anti-pathogenic agents is widely applied in many industries. The paper deals with domestic and foreign experience of cluster silvers application against pathogenic and conventionally pathogenic microflora inhabiting the organic agricultural waste. The main mechanisms of stable cluster silver effect on bacterial cells and changes occurring in them are presented. The present study aims to evaluate the biocidal properties of cluster silver against pathogenic and conventionally pathogenic test cultures: *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* B-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, representing the natural microflora of organic agricultural waste. The results of comparing the effectiveness of cluster silver application and that of antibiotics (amoxicillin, tetracycline, streptomycin, chloramphenicol) to inhibit the growth of *Salmonella typhimurium* ATCC 1353, *Salmonella pullorum* ATCC 19945, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* B-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 are presented. It has been found that cluster silver with 50 ug / ml concentration and above is capable of inhibiting the growth of test cultures at 1.5–2.0 times stronger than antibiotics are. The ability of various concentrations of cluster silver to inhibit the growth and development of bacteria in artificially contaminated substrates by the example of chicken manure has been determined. The bacteriostatic effect of cluster silver against gram-negative *Escherichia coli* B-5, *Proteus vulgaris* ATCC 13315 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 at a concentration of 80 ug/ml and higher has been established.

Cluster silver, microflora of waste, waste recycling, antipathogenic properties, decontamination

References

1. Kadomtseva M.E. Bio- i nanotekhnologiya v agropromyshlennom komplekse [Bio- and nanotechnology in the agro-food complex]. *Vestnik PNIPU. Social'no-ekonomicheskie nauki* [Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Social and economic sciences.], 2015, no. 1, pp. 74–82.
2. Prosekov A.Yu., Mudrikova O.V. Neobkhodimost' formirovaniya znaniy o printsipakh i vozmozhnostyakh biotekhnologii [The necessity of formation of knowledge of the principles and possibilities of biotechnology]. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International Journal of Experimental Education], 2011, no. 7, pp. 75. Available at: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=2008>. (accessed 12 December 2015).
3. Glebova S.Yu., Prosekov A.Yu., Razumnikova I.S. Molochnyy belok kak nanochastitsa s zadannymi svoystvami [Milk protein as a nanoparticle with predetermined properties]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2008, no. 4, pp. 71–72.
4. Artemov A.V. Biocidniye svoystva klaster'nogo serebra i perspektivy ego ispol'zovaniya v veterenarii [Biocidal properties of the cluster of silver, and the prospects for its use in veterinary medicine]. *Veterinarnaya patologiya* [Veterinary Pathology], 2011, no. 3, pp. 117–119.
5. Gusev A.I. *Nanomaterialy, nanostructure, nanotekhnologii* [Nanomaterials, nanostructures, nanotechnology]. Moscow, FIZMATPIT Publ., 2007. 416 p.
6. Savinova E.P. Bakteritsidnaya i dezinfitsiruyushchaya aktivnost' preparatov klaster'nogo serebra [Bactericidal and disinfecting activity of the preparations of the cluster of silver]. *Problemy Veterinarnoi Sanitarii, Gigieny i Ekologii* [Problems on Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology], 2014, no. 11, pp. 44–48.
7. Goetz A., Tracey R., Harris F. Silver in Industry. *Reinhold*, 1940, pp. 401–429.
8. Powell J. Our Mightiest Germ Fighter. *Science Digest*, 1978, pp. 57–60.
9. Gurin K.I., Pogorel'skiy I.P., Bakulin V.M., Sharov D.A. Izuchenie biocidnoy aktivnosti dezenficiruyushchego preparata na osnove klaster'nogo serebra [Study of Biocide Activity of Disinfection Preparation Based on Silver Nanoclusters]. *Dezinfektsionnoe delo* [Disinfection Affairs], 2011, no. 4, pp. 30–31.
10. Rodionov P.P. *Serebro v medecine, biologii i tehnike* [Silver in medicine, biology and technology]. Novosibirsk, Institute of Clinical Immunology SB RAMS Publ., 1996. 224 p.
11. Bannikova D.A., Kononenko A.B., Savinova E.P. Izuchenie vliyaniya kolloidnogo serebra na morfologiy i razvitiye populyatsii kletok Salmonella s primeneniem metoda scaniryushei microscopii [Effect of colloid silver on morphology and development of Salmonella cells populations with using scanning electron microscopy]. *Problemy Veterinarnoi Sanitarii, Gigieny i Ekologii* [Problems on Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology], 2015, no. 1, pp. 81–87.
12. Pavlova I.B., Smirnov A.M., Vlasov A.A. Vliyaniye rastvorov klaster'nogo serebra na vyzhivaemost i morfologiyu patogennykh bakterii [Influence of cluster silver solution on survival and morphology of pathogenic bacteria populations]. *Vestnik RASKHN* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2010, no. 5, pp. 63–66.
13. Savinova E.P. Otsenka bakteritsidnoy aktivnosti antimikrobykh sredstv v otnoshenii vzbuditeley sal'monellezov [Assessment of bactericidal activity of antimicrobial drugs against Salmonellosis agents]. *Veterinaria I kormlenie*, 2013, no. 5, pp. 48–49.

14. Mullen M.D., Wolf D.C., Ferris F.G., Beveridge T.J., Flemming C.A., Bailey G.W. Bacterial sorption of heavy metals. *Appl. Environ Microbiol.*, 1989, no. 55, pp. 3143–3149.
15. Beveridge T.J., Forsberg C.W., Doyle R.J. Major sites of metal binding in *Bacillus licheniformis* walls. *Bacteriol.*, 1982, no. 150, pp. 1438–1448.
16. Kalimuthu K., Babu R.S., Venkataraman D., Bilal M., Gurunathan S. Biosynthesis of silver nanocrystals by *Bacillus licheniformis*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 2008, vol. 65, iss. 1, pp. 150–153.
17. Babu G.M., Gunasekaran P. P Production and structural characterization of crystalline silver nanoparticles from *Bacillus cereus* isolate. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 2009, vol. 74, iss. 1, pp. 191–194.
18. Anuradha P., Seema S., Naheed A., Ashok G., Preeti S. Synthesis of AgNPs By *Bacillus cereus* bacteria and their antimicrobial potential. *Biomaterial Nanobiotech.*, 2011, no. 2, pp. 155–161.
19. Morones J.R., Elechiguerra J.L., Camacho A., Holt K., Kouri J.B., Ramirez J.T., Yacaman M.J. The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology*, 2009, no. 16, pp. 2346–2353.
20. Gogoi S.K., Gopinath P., Paul A., Ramesh A., Ghosh S.S., Chattopadhyay A. Green uorescent protein-expressing *Escherichia coli* as a model system for investigating the antimicrobial activities of silver nanoparticles. *Langmuir.*, 2006, no. 22, pp. 9322–9328.
21. Banerjee M., Mallick S., Paul A., Chattopadhyay A., Ghosh S.S. Heightened reactive oxygen species generation in the antimicrobial activity of a three component iodinated chitosan- silver nanoparticle composite. *Langmuir.*, 2010, no. 26, pp. 5901–5908.
22. Xu X.H., Brownlow W.J., Kyriacou S.V., Wan Q., Viola J.J. Real-time probing of membrane transport in living microbial cells using single nanoparticle optics and living cell imaging. *Biochemistry*, 2004, no. 43, pp. 10400–10413.
23. Gogoi S.K., Gopinath P., Paul A., Ramesh A., Ghosh S.S., Chattopadhyay A. Green uorescent protein-expressing *Escherichia coli* as a model system for investigating the antimicrobial activities of silver nanoparticles. *Langmuir.*, 2006, no. 22, pp. 9322–9328.
24. Maillard J.Y. Virus susceptibility to biocides: an understanding. *Rev Med Microbiol.*, 2001, no. 12, pp. 63–74.
25. Denisova L.T., Belousova N.V., Denisov V.M., Ivanov V.V. Primenenie serebra (obzor) [The use of silver (Overview)]. *Zhurnal Sibirskogo Federal'nogo Universiteta* [Journal of Siberian Federal University], 2009, no. 3, pp. 25–27.
26. Piskaeva A.I., Dysluk L.S., Sidorin Yu.Yu., Zhumaev Yu.V., Prosekov A.Yu. Investigation of the influence of the cluster silver on microorganisms- destructors and bacteria *Escherichia coli*. *Foods and Raw Materials*, 2013, vol. 1, no. 1, pp. 62–66.
27. MUK 4.2.2884-11. *Metody mikrobiologicheskogo kontrolya s ispol'zovaniem petrifilm'ov* [Practical policies 4.2.2884-11. Methods of microbiological control of environmental projects and food products with the use of Petrifilms]. Moscow, Federal Center of Hygiene and Epidemiology, 2011. 24 p. (In Russ.).

Дополнительная информация / Additional Information

Пискаева, А.И. Влияние кластерного серебра на патогенную микрофлору органических отходов агро-промышленного комплекса / А.И. Пискаева, Л.С. Дышлюк, Ю.Ю. Сидорин // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 132–140.

Piskaeva A.I., Dyshlyuk L.S., Sidorin Yu.Yu. Cluster silver influence on pathogenic microflora of agro-industrial organic waste. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 132–140 (in Russ.).

Пискаева Анастасия Игоревна

аспирант кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: a_piskaeva@mail.ru

Дышлюк Любовь Сергеевна

канд. биол. наук, старший преподаватель кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-05-37, e-mail: soldatovals1984@mail.ru

Сидорин Юрий Юрьевич

канд. физ.-мат. наук, доцент, профессор-консультант научно-образовательного центра, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: sidorin99@mail.ru

Anastasia I. Piskaeva

Postgraduate student of the Department of Bionanotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: a_piskaeva@mail.ru

Lyubov S. Dyshlyuk

Cand.Sci.(Biol.), Senior Lecturer of the Department of Bionanotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-05-37, e-mail: soldatovals1984@mail.ru

Yuri Yu. Sidorin

Cand.Sci.(Phys.-Mathem.), Associate Professor, Professor-Consultant of the Center of Research and Education, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia



УДК 664.68:621.798.1

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРОДЛЕНИЯ СОХРАННОСТИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Т.А. Розалёнок

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

e-mail: rozalyonok@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 31.01.2016

Дата принятия в печать: 25.04.2016

Обсуждение проблемы порчи мучных кондитерских изделий является важным. Автором в качестве одного из способов продления сохранности мучных кондитерских изделий рассматривается пищевая упаковка, обработанная антимикробной (биоцидной) композицией на основе кластерного серебра. Осуществлено исследование влияния используемых биоцидных композиций на внутреннюю микрофлору упаковки. Проведен анализ смывов с внутренней поверхности обработанных упаковок по сравнению с необработанными образцами. Анализ проводился с использованием петрифильмов. Все опытные образцы упаковки, обработанные биоцидной композицией, оказали выраженное антибактериальное действие в отношении штаммов *Escherichia coli* и колиформных бактерий (БГКП), *Staphylococcus aureus*, а также мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных (КМАФАнМ). Определена зона ингибирования микроскопических грибов, взятых с поверхности контрольного образца мучных кондитерских изделий, под действием исследуемой биоцидной композиции и без нее. Исследуемая композиция на основе кластерного серебра подавляла развитие микроскопических грибов рода *Penicillium*. Основываясь на результатах исследования, можно сделать вывод, что использование разработанного способа повышения сохранности мучных кондитерских изделий посредством обработки картонной упаковки антимикробной (биоцидной) композицией на основе кластерного серебра является эффективным. Сроки сохранности продуктов возросли в два раза по сравнению с контрольными образцами. Такая упаковка предотвращает порчу хранящихся в ней пищевых продуктов, поскольку под действием биоцида подавляется развитие патогенных микроорганизмов, а также микроскопических грибов рода *Penicillium*. Применение данной упаковки позволяет в конечном итоге обеспечить сохранение качества и безопасности мучных кондитерских изделий в процессе транспортировки и хранения.

Упаковка, биоцидная композиция, порча, безопасность, сохранность, пищевые продукты, фунгицид, кластерное серебро

Введение

В современном мире усиливается интерес к поиску способов продления сохранности пищевых продуктов. Это вызвано прежде всего тем, что порча в процессе хранения – одна из проблем пищевой безопасности, поскольку продукт может вызывать заболевание потребителя [1].

Основной причиной порчи является развитие микроорганизмов, которые прекрасно адаптируются к изменяющимся условиям окружающей среды и, попадая в продукт или на его поверхность, находят благоприятную среду для интенсивного размножения [2].

Устойчивость спор микроскопических грибов и их широкое распространение в окружающей среде и сырье создают серьезные трудности для производителей кондитерской продукции.

Мучная кондитерская продукция подвержена микробиологической порче, в том числе образованию плесени, что вызвано в первую очередь повышенным содержанием влаги в ряде кондитерских изделий, а также несоблюдением температурного режима при осуществлении транспортировки и хранения.

Резкие перепады температуры оказывают отрицательное воздействие на продукт, поскольку это ускоряет физико-химические процессы, способ-

ствующие конденсации избыточной влаги на поверхности кондитерского изделия, под действием которой развиваются микроскопические грибы, а также другие микроорганизмы. В связи с этим у производителей возникают проблемы соответствия заявленного срока годности для мучных кондитерских изделий их реальному сроку хранения.

На сегодняшний день микробиологическое воздействие на упакованный пищевой продукт наносит значительный экономический ущерб производителям. Также стоит отметить, что в таком продукте за время его транспортировки, хранения и реализации будет происходить накопление токсинов, которые могут вызвать пищевое отравление при его употреблении [3].

Упаковочные материалы с биоцидными свойствами [4] представляют большой интерес у производителей пищевой продукции, в том числе мучной кондитерской продукции, так как способны значительно увеличивать сроки хранения упакованных в них товаров, обеспечивать асептические условия [5].

Использование данной упаковки особенно актуально для российского рынка, где транспортировка продукции производится на большие расстояния, и это требует увеличения сроков хранения и гарантии ее безопасности.

Целью работы являлось исследование и разработка способа повышения сохранности мучных кондитерских изделий. Данная цель достигалась посредством обработки картонной упаковки антимикробной (биоцидной) композицией на основе кластерного серебра. Вопрос исследования и разработки данной антимикробной композиции для пищевых упаковок подробно рассмотрен ранее в работе [3].

Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования выполнены в лаборатории научно-исследовательского института биотехнологии (НИИ биотехнологии) при ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)» (КемТИПП).

В качестве объектов исследования использовали:

- печенье сдобное «Неповторимое» с банановой начинкой – ТУ 9131-003-0090972899-2014. Печенье. Технические условия (срок годности 15 суток при температуре (18 ± 3) °С и относительной влажности воздуха не более 75%);

- пирожное бисквитное «Рулетики ассорти» – ТУ 9135-004-0090972899-2014. Пирожные. Технические условия (срок годности 10 суток при температуре (18 ± 3) °С и относительной влажности воздуха не более 75 %);

- биоцидная композиция, разработанная на основе кластерного серебра.

Для выращивания культур плесневых грибов использовался агар «Сабуро» – питательная среда для культивирования грибов сухая (ТУ 9385-024-39484474-2012) – производства ЗАО «Научно-исследовательский центр фармакологии» (НИЦФ), г. Санкт-Петербург. Состав питательной среды, г/л: пептон сухой ферментативный – 10,0; глюкоза – 40,0; агар микробиологический – 10,0.

На разных этапах исследования использовали следующие химические реактивы и оборудование:

- 3М Petrifilm Aerobic Count Plate (AC) (3М Health Care, США);

- 3М Petrifilm E. coli and Coliform Count Plate (EC) (3М Health Care, США);

- 3М Petrifilm Staph Express Count Plate (STX)+ 3М Petrifilm Staph Express Disk (3М Health Care, США);

- многорежимный ридер (GloMax Multi, Швейцария);

- автоклав DGM 80 (Pharma Apparate Handel AG, Швейцария);

- ламинар (Jacob Delafon, Франция);

- микроскоп прямой AxioScope A1 (Carl Zeiss AG, Германия);

- микроскоп инвертированный AxioVert A1 (Carl Zeiss AG, Германия);

- микробиологический шпатель (Аптаса, Россия);

- бактериологическая петля (ГОСТ 492-73);

- остальные использованные отечественные и импортные реактивы имели степень чистоты не ниже х.ч.

На первом этапе исследования изучали храненные рассматриваемых мучных кондитерских изде-

лий: печенье сдобное «Неповторимое» с банановой начинкой и пирожное бисквитное «Рулетики ассорти» - помещенных в упаковку, обработанную биоцидной композицией при температуре (18 ± 3) °С и относительной влажности воздуха не более 75 %.

На втором этапе исследования был проведен микробиологический контроль упаковок, пропитанных биоцидными композициями на основе кластерного серебра, с помощью петрифильмов. Анализ проводили в соответствии с МУК 4.2.2884-11 [6].

В ходе проведенного анализа смывов были использованы петрифильмы четырех различных типов:

- 3М Petrifilm Aerobic Count Plate (AC) – для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ);

- 3М Petrifilm E. coli and Coliform Count Plate (EC) – для выявления и определения количества *E. coli* и колиформных бактерий (БГКП);

- 3М Petrifilm Staph Express Count Plate (STX) + 3М Petrifilm Staph Express Disk – выявление и определение количества *Staphylococcus aureus*.

На третьем этапе для исследования фунгицидных свойств разработанной биоцидной композиции был использован диско-диффузионный метод. С его помощью определяли фунгицидную активность композиций, нанесенных на фильтровальную бумагу, вырезанную в форме диска диаметром 1,5 см. Затем бумажные диски пропитывали тестируемой биоцидной композицией на основе кластерного серебра и высушивали при комнатной температуре. Далее, используя методику поверхностного посева, приготовленную питательную среду «Сабуро» разливали в стерильные чашки Петри и после ее застывания проводили посев микробиологическим шпателем. В конце на свежезасеянный культурой грибов агар «Сабуро» наносили бумажные диски.

Для посева использовалась культура грибов, взятая с поверхности контрольных образцов исследуемых мучных кондитерских изделий.

Чашки Петри инкубировали при комнатной температуре (25 ± 3) °С в течение 72 часов. Через 72 часа производили замер зоны ингибирования (подавления роста) вокруг дисков на фоне сплошного газона.

Идентификацию грибов до рода проводили путем визуального изучения культуральных свойств выросших в чашках колоний и микроскопического исследования грибов в препаратах типа «раздавленная капля».

Микроскопирование осуществлялось с использованием прямого микроскопа AxioScope A1 Carl Zeiss AG и инвертированного микроскопа AxioVert A1 Carl Zeiss AG.

Результаты и их обсуждение

Исследование действия биоцидной композиции проводилось в процессе хранения печенья сдобного «Неповторимое» с банановой начинкой и пирожного бисквитное «Рулетики ассорти», помещенных в упаковку, обработанную биоцидной композицией.

В качестве экспериментальной упаковки использовались кондитерские лотки из картона, поскольку они являются одними из самых распространенных видов упаковки для кондитерских изделий. Наиболее популярный из них – кондитерский лоток типа «Телевизор». Такое название он получил из-за открытой верхней части, через которую можно визуально оценить продукцию. На рис. 1 приведен пример такого кондитерского лотка.

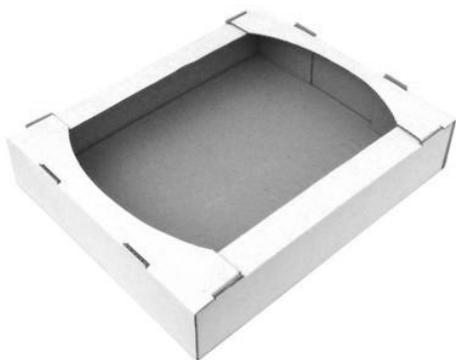


Рис. 1. Кондитерский лоток типа «Телевизор»

Сверху кондитерский лоток был запечатан пищевой пленкой для обеспечения герметичности упаковки, предохранения продукта от контаминации, а также для предотвращения преждевременного засыхания продукции.

Хранили образцы с упакованными продуктами при установленной температуре хранения (18 ± 3) °С для контрольных образцов без обработки и при комнатной температуре (25 ± 3) °С для упаковок, обработанных биоцидной композицией.

В ходе испытания фиксировали качественное состояние упакованных продуктов и степень их порчи в сравнении с образцами продуктов, упакованными в необработанную упаковку.

Проверка образцов осуществлялась постоянно с помощью органолептических методов контроля. Образование плесени сопровождалось изменением органолептических характеристик продукта: появлением характерного плесневого запаха, а также изменением структуры, поверхности и формы кондитерского изделия.

На рис. 2 представлены результаты хранения мучных кондитерских изделий – пирожное бисквитное «Рулетки ассорти» – через 10 суток со дня выработки. Отмечено отсутствие плесени на образце, который хранился в упаковке, обработанной биоцидной композицией, при комнатной температуре (25 ± 3) °С. В ходе эксперимента на контрольном образце, который хранился при установленной температуре хранения (18 ± 3) °С, появление плесени было зафиксировано через 10 суток со дня выработки, что соответствует установленному сроку годности.

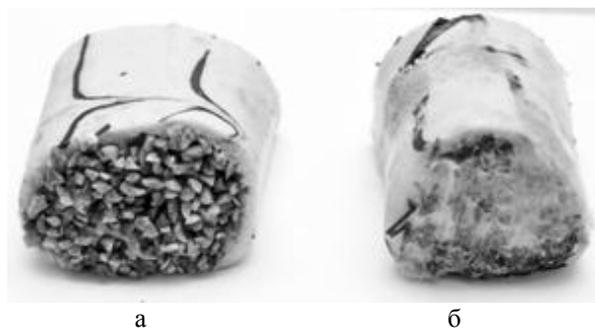


Рис. 2. Развитие плесени на поверхности пирожного бисквитного «Рулетки ассорти», хранимого в упаковке (через 10 суток со дня выработки): а – упаковка, обработанная биоцидной композицией, при комнатной температуре (25 ± 3) °С; б – упаковка без обработки при установленной температуре хранения (18 ± 3) °С

На рис. 3 представлены результаты хранения образцов мучных кондитерских изделий через 20 суток со дня выработки, когда было отмечено появление плесени на поверхности образца, хранимого в упаковке, обработанной биоцидной композицией, при комнатной температуре (25 ± 3) °С.

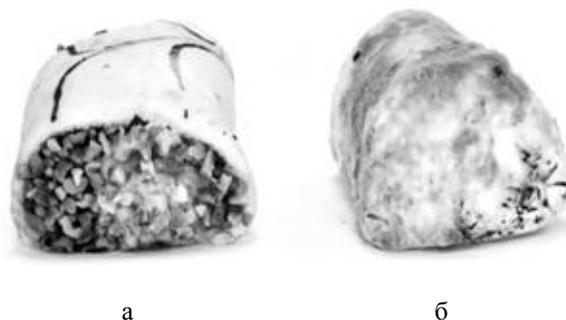


Рис. 3. Развитие плесени на поверхности пирожного бисквитного «Рулетки ассорти», хранимого в упаковке (через 20 суток со дня выработки): а – упаковка, обработанная биоцидной композицией, при комнатной температуре (25 ± 3) °С; б – упаковка без обработки при установленной температуре хранения (18 ± 3) °С

Также было проведено исследование хранения мучных кондитерских изделий – печенье сдобное «Неповторимое» с банановой начинкой – через 15 суток со дня выработки (рис. 4). Отмечено отсутствие плесени на образце, который хранился в обработанной упаковке, при комнатной температуре (25 ± 3) °С. Одновременно было зафиксировано появление плесени на контрольном образце, который хранили при установленной температуре хранения (18 ± 3) °С, что соответствует установленному сроку годности на данный вид продукции.



а

б

Рис. 4. Развитие плесени на поверхности печенья сдобного «Неповторимое» с банановой начинкой, хранимого в упаковке (через 15 суток со дня выработки): а – упаковка, обработанная биоцидной композицией, при комнатной температуре (25 ± 3) °С; б – упаковка без обработки при установленной температуре хранения (18 ± 3) °С

Через 30 суток со дня выработки было также отмечено появление плесени на образце, который хранился в обработанной упаковке, при комнатной температуре (25 ± 3) °С.

На рис. 5 представлены результаты хранения образцов мучных кондитерских изделий через 30 суток со дня выработки, когда было отмечено появление плесени на поверхности образца, хранимого в упаковке, обработанной биоцидной композицией, при комнатной температуре (25 ± 3) °С.



а

б

Рис. 5. Развитие плесени на поверхности печенья сдобного «Неповторимое» с банановой начинкой, хранимого в упаковке (через 30 суток со дня выработки): а – упаковка, обработанная биоцидной композицией, при комнатной температуре (25 ± 3) °С; б – упаковка без обработки при установленной температуре хранения (18 ± 3) °С

Таким образом, было наглядно продемонстрировано, что на образцах продукции, хранящейся в обработанной упаковке при комнатной температуре (25 ± 3) °С, поражение плесенью появилось в два раза позже, чем на контрольных образцах. Полученные результаты служат подтверждением того, что способ продления сохранности мучных кондитерских изделий с помощью обработки упаковки биоцидной композицией на основе кластерного серебра эффективен.

В ходе дальнейшего исследования для изучения влияния используемых биоцидных композиций на основе кластерного серебра на внутреннюю мик-

рофлору упаковки был проведен анализ смывов с внутренней поверхности обработанных упаковок по сравнению с необработанными образцами. Анализ проводился с использованием петрифилмов, которые являются самым простым и надежным из ныне существующих экспресс-тестов на патогенные микроорганизмы.

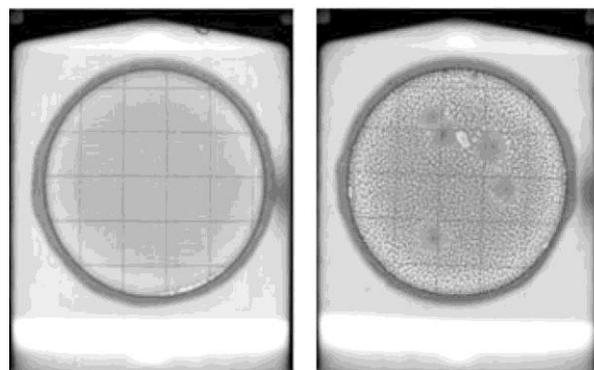
Посевы инкубировали в горизонтальном положении прозрачной стороной вверх при температуре и времени, оптимальном для культивирования определяемого вида микроорганизма и типа используемого петрифильма [6]: петрифильм типа 3М Petrifilm Aerobic Count Plate (AC) инкубировали (48 ± 3) ч при температуре (30 ± 1) °С; «М Petrifilm E. coli and Coliform Count Plate (EC) – (48 ± 4) ч при температуре (37 ± 1) °С; 3М Petrifilm Staph Express Count Plate + 3М Petrifilm Staph Express Disk – (24 ± 2) ч при температуре (37 ± 1) °С.

После инкубирования посевов осуществляли подсчет характерно окрашенных колоний с образованием газа и/или без газа визуальным или с помощью Петрифильм-Ридера.

Для выявления *E. coli* и колиформных бактерий (БГКП) среда петрифильма 3М Petrifilm E. coli and Coliform Count Plate (EC) содержит хромогенный субстрат для выявления *E. coli*, которые окрашиваются в синий цвет, и тетразолиевый индикатор, в результате чего колонии колиформных бактерий окрашиваются в красный цвет.

Оба смыва с упаковок, обработанных биоцидной композицией, на 3М Petrifilm E. coli and Coliform Count Plate (EC) показали одинаковые результаты, т.е. рост микроорганизмов не наблюдался.

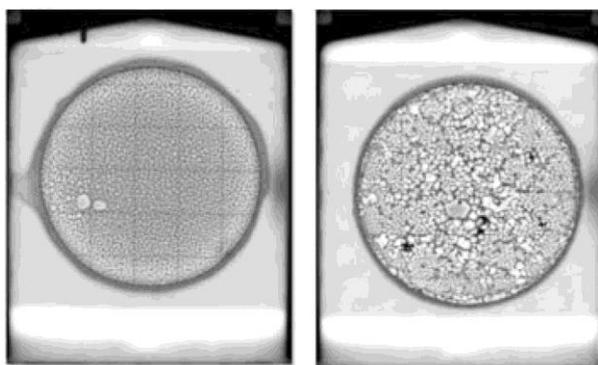
Снимки смывов с упаковок на 3М Petrifilm E. coli and Coliform Count Plate (EC) для образцов мучных кондитерских изделий: печенье сдобное «Неповторимое» с банановой начинкой, пирожное бисквитное «Рулетики ассорти» – представлены на рис. 6 и 7 соответственно.



а

б

Рис. 6. Снимки смывов с упаковок печенья сдобного «Неповторимое» с банановой начинкой на 3М Petrifilm E. coli and Coliform Count Plate (EC): а – образец, обработанный биоцидной композицией; б – контрольный образец



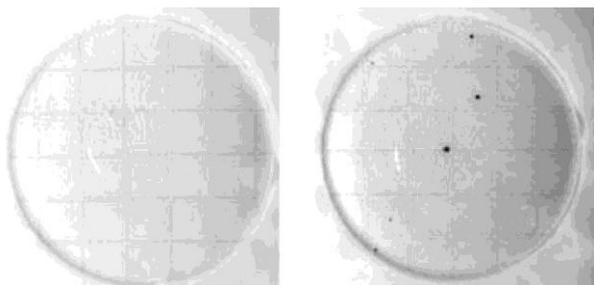
а б

Рис. 7. Снимки смывов с упаковок пирожного бисквитного «Рулетки ассорти» на 3М Petrifilm E. coli and Coliform Count Plate (EC): а – образец, обработанный биоцидной композицией; б – контрольный образец

На петрифилме 3М Petrifilm Staph Express Count Plate (STX) + 3М Petrifilm Staph Express Disk *Staphylococcus aureus* образуют колонии черного цвета.

Снимки смывов с упаковок на 3М Petrifilm Staph Express Count Plate (STX) + 3М Petrifilm Staph Express Disk для образцов мучных кондитерских изделий: печенье сдобное «Неповторимое» с банановой начинкой, пирожное бисквитное «Рулетки ассорти» – представлены на рис. 8 и 9 соответственно.

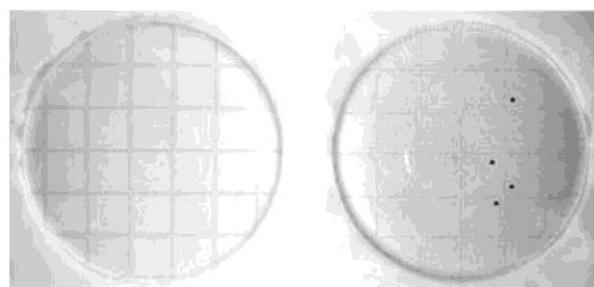
Как видно из представленных снимков, только на контрольных петрифилмах выявлены характерные колонии черного цвета. Оба смыва с упаковок, обработанных биоцидной композицией, показали одинаковые результаты – рост микроорганизмов не наблюдался.



а б

Рис. 8. Снимки смывов с упаковок печенья сдобного «Неповторимое» с банановой начинкой на 3М Petrifilm Staph Express Count Plate (STX) + 3М Petrifilm Staph Express Disk: а – образец, обработанный биоцидной композицией; б – контрольный образец

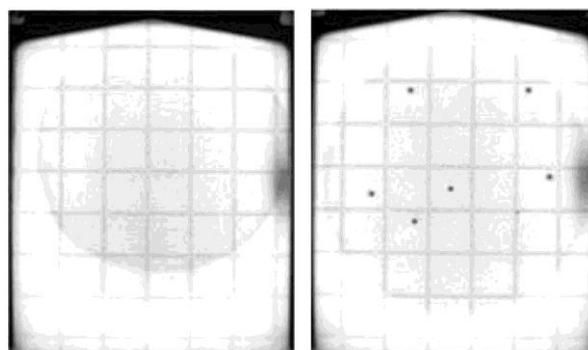
Для выявления колоний мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных (КМАФАнМ) микроорганизмов петрифилм 3М Petrifilm Aerobic Count Plate (AC) содержит тетразолиевый индикатор (ТТХ), окрашивающий колонии в красный цвет.



а б

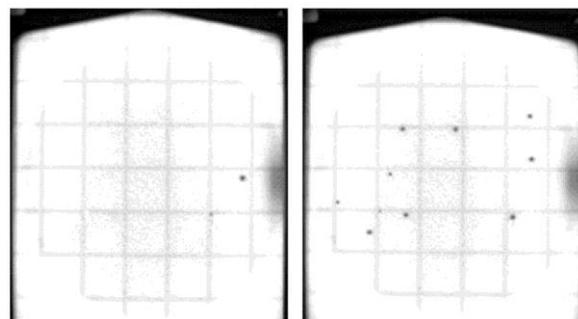
Рис. 9. Снимки смывов с упаковок пирожного бисквитного «Рулетки ассорти» на 3М Petrifilm Staph Express Count Plate (STX) + 3М Petrifilm Staph Express Disk: а – образец, обработанный биоцидной композицией; б – контрольный образец

Снимки смывов с упаковок на 3М Petrifilm Aerobic Count Plate (AC) для образцов мучных кондитерских изделий: печенье сдобное «Неповторимое» с банановой начинкой, пирожное бисквитное «Рулетки ассорти» – представлены на рис. 10 и 11 соответственно.



а б

Рис. 10. Снимки смывов с упаковок печенья сдобного «Неповторимое» с банановой начинкой на 3М Petrifilm Aerobic Count Plate (AC): а – образец, обработанный биоцидной композицией; б – контрольный образец

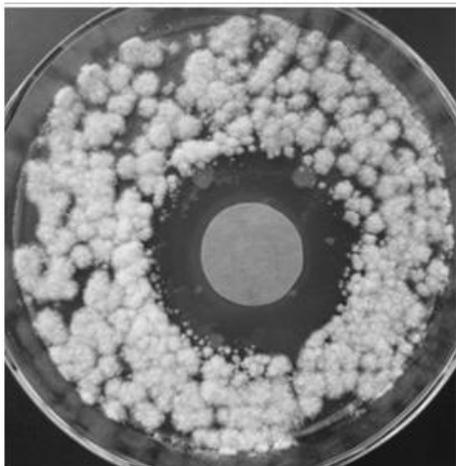


а б

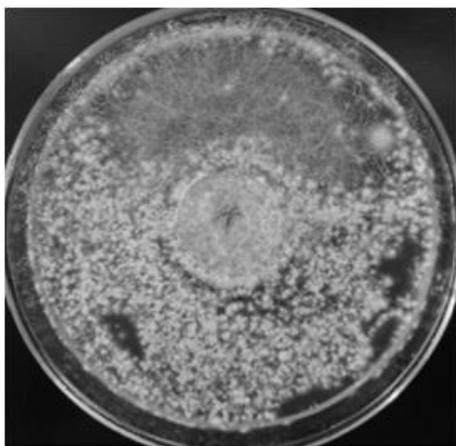
Рис. 11. Снимки смывов с упаковок пирожного бисквитного «Рулетки ассорти» на 3М Petrifilm Aerobic Count Plate (AC): а – образец, обработанный биоцидной композицией; б – контрольный образец

Из данных рисунков видно, что при использовании упаковки, пропитанной биоцидной композицией на основе кластерного серебра, не происходит такого роста бактерий, как на контрольной упаковке.

Однако на снимке смывов с упаковки пирожного бисквитного «Рулетики ассорти» с Петрифилм-Ридера (ЗМ Petrifilm Plate Reader) четко видна колония, окрашенная в красный цвет. По сравнению с контролем данный смыв имеет меньшее в десять раз количество колоний. Такое незначительное отклонение можно списать на погрешность эксперимента.



а



б

Рис. 12. Определение зоны ингибирования микроскопических грибов под действием исследуемой композиции и без нее: а – фильтр, пропитанный биоцидом; б – контрольный образец

Таким образом, можно сделать вывод, что все опытные образцы упаковки, обработанной биоцидной композицией на основе кластерного серебра, оказывают выраженное антибактериальное действие в отношении штаммов *Escherichia coli* и колиформные бактерии (БГКП), *Staphylococcus aureus*, а также мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных (КМАФАнМ).

Параллельно с этим проводили микробиологические исследования по определению зоны ингибирования микроскопических грибов, взятых с поверхности контрольных образцов мучных кондитерских изделий, под действием исследуемой биоцидной композиции на основе кластерного серебра и без нее. Исследования осуществлялись с помощью диско-диффузионного метода.

На рис. 12 представлены соответственные результаты определения зоны ингибирования микроскопических грибов под действием исследуемой биоцидной композиции и без нее.

При проведении идентификации грибов до рода путем визуального изучения культуральных свойств выросших в чашках колоний и микроскопического исследования грибов в препаратах типа «раздавленная капля» была установлена принадлежность грибов к роду *Penicillium*. Результаты микроскопирования приведены на рис. 13.

Анализируя полученные данные определения фунгицидных свойств исследуемой биоцидной композиции на основе кластерного серебра, можно сделать вывод, что разработанная композиция подавляет развитие микроскопических грибов рода *Penicillium*, взятых с поверхности контрольного образца мучных кондитерских изделий.

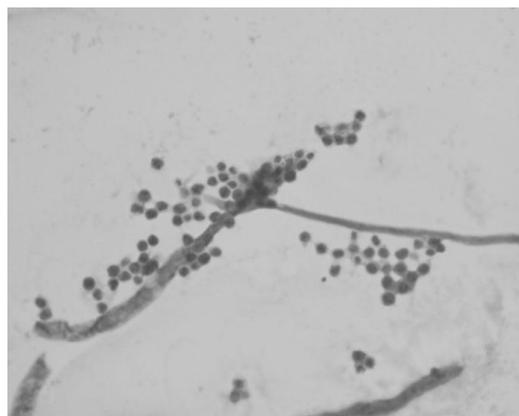


Рис. 13. Микроскопирование грибов, увеличение X100

Таким образом, основываясь на результатах исследования, можно сделать вывод, что использование разработанного способа увеличения сохранности мучных кондитерских изделий посредством обработки картонной упаковки антимикробной (биоцидной) композицией на основе кластерного серебра является эффективным. Такая обработанная биоцидной композицией упаковка предотвращает порчу хранящихся в ней пищевых продуктов, в том числе связанную с резкими перепадами температуры, поскольку под действием биоцида подавляется развитие микроскопических грибов, а также патогенных микроорганизмов. Применение данной упаковки позволяет в конечном итоге обеспечить сохранение качества и безопасности пищевых продуктов в процессе транспортировки и хранения при отклонении от установленной температуры хранения.

Список литературы

1. Surkov, I.V. Evaluation and preventing measures of technological risk of food production/ I.V. Surkov, A.Yu. Prosekov, E.O. Ermolaeva et al. // *Modern Applied Science*, 2015. – Vol. 9. – No. 4. – Pp. 45–52.
2. Просеков, А.Ю. Общая биология и микробиология: учебное пособие / А.Ю. Просеков, Л.С. Солдатова, И.С. Разумникова. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2011. – 380 с.
3. Розаленок, Т.А. Исследование и разработка антимикробной композиции для пищевых упаковок / Т.А. Розаленок, Ю.Ю. Сидорин // *Техника и технология пищевых производств*. – 2014. – № 2. – С. 130–134.
4. Taylor, M.R. Assuring the safety of nanomaterials in food packaging: the regulatory process and key issues/ M.R. Taylor. - Woodrow Wilson International Center for Scholars. Project on emerging nanotechnologies, 2008. - 100 p.
5. Karam, L. Study of surface interactions between peptides, materials and bacteria for setting up antimicrobial surfaces and active food packaging/ L. Karam, C. Jama, P. Dhulster, et al.// *J. Mater. Environ. Sci.*, 2013. - № 4 (5). - p. 798-821.
6. МУК 4.2.2884-11. Методы микробиологического контроля объектов окружающей среды и пищевых продуктов с использованием петрифильмов: метод. указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 24 с.

STUDY AND DEVELOPMENT OF METHOD FOR SHELF LIFE EXTENDING OF FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS

T.A. Rozalyonok

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

e-mail: rozalyonok@yandex.ru

Received: 31.01.2016

Accepted: 25.04.2016

Discussion of the problem on flour confectionery products damage is important. The author considers the food packaging treated with antimicrobial (biocidal) composition based on cluster silver as one of the means of extending the confectionery safety. The effect of biocidal compositions on the internal microflora of the package has been studied. The analysis of swabs from the inner surface of treated packaging compared to non-treated ones was conducted. The analysis was conducted using the petrifilms. It appeared that all packaging treated with a biocidal composition have a marked antibacterial activity against strains of *Escherichia coli* and coliform bacteria, *Staphylococcus aureus*, as well as mesophilic aerobic and facultative anaerobic. A zone of microscopic fungi inhibition taken from the surface of the test piece of pastry products has been defined under the action of the investigated biocide composition and without it. The research was carried out using a disk diffusion method. The investigated composition based on cluster silver inhibits the development of microscopic fungi *Penicillium spp.* Basing on the research results, it can be concluded that the developed method of enhancing the safety of pastry by treating cardboard packaging with antimicrobial (biocidal) composition on the basis of cluster silver is effective. The shelf life of products has increased twice in comparison with the control samples. Such packaging prevents damage of stored food products, because the development of pathogenic microorganisms and microscopic fungi of *Penicillium spp.* is inhibited under the action of the biocide. The use of this packaging makes it possible to ensure preservation of quality and safety of flour confectionery products during transportation and storage.

Packaging, biocide composition, spoilage, safety, preservation, food products, fungicide, cluster silver

References

1. Surkov I.V., Prosekov A.Yu., Ermolaeva E.O., et al. Evaluation and preventing measures of technological risk of food production. *Modern Applied Science*, 2015, vol. 9, no. 4, pp. 45–52.
2. Prosekov A.Yu., Soldatova L.S., Razumnikova I.S. *Obshchaya biologiya i mikrobiologiya* [General biology and microbiology]. Kemerovo, Kuzbassvuzizdat, 2011. 380 p.
3. Rozalyonok T.A., Sidorin Yu.Yu. Issledovanie i razrabotka antimikrobnoy kompozitsii dlya pishhevykh upakovok [Research and development of antimicrobial composition for food packaging]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 2, pp. 130–134.
4. Taylor M.R. *Assuring the safety of nanomaterials in food packaging: the regulatory process and key issues*. Woodrow Wilson International Center for Scholars. Project on emerging nanotechnologies, 2008. 100 p.
5. Karam L., Jama C., Dhulster P., et al. Study of surface interactions between peptides, materials and bacteria for setting up antimicrobial surfaces and active food packaging. *J. Mater. Environ. Sci.*, 2013, no. 4 (5), pp. 798–821.
6. МУК 4.2.2884-11. *Metody mikrobiologicheskogo kontrolya s ispol'zovaniem petrifil'mov* [Practical policies 4.2.2884-11. Methods of microbiological control of environmental projects and food products with the use of Petrifilms]. Moscow, Federal Center of Hygiene and Epidemiology, 2011. 24 p. (In Russ.).

Дополнительная информация / Additional Information

Розалёнок, Т.А. Исследование и разработка способа продления сохранности мучных кондитерских изделий / Т.А. Розаленок // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 141–148.

Rozalyonok T.A. Study and development of method for shelf life extending of flour confectionery products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 141–148 (in Russ.).

Розалёнок Татьяна Александровна

аспирант кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: rozalyonok@yandex.ru

Tat'yana A. Rozalyonok

Postgraduate of the Department of Biotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: rozalyonok@yandex.ru



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОБРАЗЦОВ МЕДА НАТУРАЛЬНОГО

И.А. Сельская, И.Ю. Резниченко, Е.Ю. Титоренко*, А.В. Пегушева

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

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

Дата поступления в редакцию: 02.03.2016

Дата принятия в печать: 15.04.2016

В рыночной экономике конкурентоспособность является решающим фактором коммерческого успеха товара. Современное и цивилизованное потребление пищевых продуктов должно предполагать свободу выбора предпочтительного по качеству товара. В основе выбора покупателя лежат не только показатели органолептических характеристик и цена продукта, а также вид и материал упаковки, доступность к полной информации о товаре, которая должна быть ему предоставлена производителем или продавцом, что в конечном итоге определяет уровень конкурентоспособности товара. На потребительском рынке товаров представлены различные фирмы-производители, борющиеся за внимание потребителя к своему товару, которое, по сути, является основой их успешности, роста и процветания. Цель исследования – выявление конкурентоспособного товара. В работе представлены данные по сравнительной оценке показателей качества пищевых продуктов на примере образцов меда натурального. На первом этапе провели визуальный осмотр упаковки образцов и оценку маркировки в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». На втором этапе исследовали органолептические и физико-химические показатели качества на соответствие требованиям ГОСТ Р 54644-2011. На следующем этапе определяли групповые потребительские критерии оценки конкурентоспособности исследуемых образцов. Произвели расчет единичных и комплексных потребительских критериев относительно образца-эталоны. На следующем этапе провели расчет показателя «известность торговой марки», экономического критерия, коэффициентов весомости первого порядка. На основании полученных данных определили уровень и класс конкурентоспособности образцов. Полученные данные позволили выявить конкурентоспособный образец меда натурального, дать рекомендации производителям по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции, сформировать ассортимент меда натурального в торговой организации с учетом удовлетворения потребительских требований.

Сравнительная оценка, качество, мед натуральный, конкурентоспособность, экспертная группа

Введение

Развитие рыночных отношений неразрывно связано с борьбой товаропроизводителей за более выгодные условия производства и сбыта товаров с поставленной задачей получения максимальной прибыли.

Современный ассортимент пищевой продукции разнообразен, и выбор качественных продуктов по приемлемой цене представляет собой сложнейшую задачу для потребителя. При равных стоимостных, количественных и качественных показателях одного вида продукта потребитель выбирает тот продукт, сведения о котором представлены в более доступном виде и удовлетворяют потребительский спрос на информацию о товаре. Но не всегда информация, указанная на упаковке товара, содержит достоверные данные о нем, в некоторых случаях, повышая конкурентоспособность товара путем указания искаженных сведений, информации рекламного характера, производитель не указывает основные данные, чем снижает информативность о продукте [1, 4].

Актуальность работы заключается в выявлении конкурентоспособности товара среди аналогов, способного удовлетворить потребительский спрос в отношении качества и информационной доступности, достаточности и достоверности. Актуальным представилось выявить конкурентоспособ-

ность товара на примере меда натурального, так как из-за его высокой стоимости этот продукт наиболее часто подвергается фальсификации.

Цель работы заключалась в сравнительной оценке качества образцов меда натурального разных производителей для выявления конкурентоспособного товара с целью формирования ассортимента.

Задачи исследования:

- проанализировать состояния упаковки и маркировки образцов;
- оценить органолептические показатели качества;
- исследовать физико-химические показатели качества;
- выявить конкурентоспособный образец.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись три образца меда натурального, реализуемые в ОАО «Кемеровский ЦУМ». Образец № 1 – мед (ПЗПО «Нива»), образец № 2 – мед натуральный цветочный (ООО «Медовый дом»), № 3 – мед натуральный «Горный» (ООО «Алтайский Пчелоцентр»).

В работе применяли общепринятые методы оценки качества меда натурального:

- оценку маркировки проводили согласно требованиям ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»;

- оценку упаковки, органолептических показателей – по ГОСТ Р 54644-2011 «Мед натуральный. Технические условия» [6];

- влажность определяли рефрактометрическим методом по ГОСТ Р 53126-2008 «Мед. Рефрактометрический метод определения воды»;

- диастазное число определяли по ГОСТ Р 54386-2011 «Мед. Методы определения активности сахаразы, диастазного числа, нерастворимого вещества».

Работу проводили согласно техническому заданию ОАО «ЦУМ» (г. Кемерово, ул. Кирова, 37), исследования проводили на базе лаборатории кафедры «Товароведение и управление качеством» Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета).

Результаты и их обсуждение

На первом этапе провели визуальный осмотр упаковки всех образцов меда натурального. Анализ упаковки показал, что второй образец меда (ООО «Медовый дом») упакован в пластиковую прозрачную трубу с плотно прилегающей крышкой, упаковка целостная, неповрежденная, герметичная. Применение пластика для упаковки пищевых продуктов снижает себестоимость продукта, но может представлять опасность для потребителя, а также повлечь негативные последствия для окружающей среды при утилизации. Первый (мед производителя ПЗПО «Нива») и третий образец (ООО «Алтайский Пчелоцентр») упакованы в прозрачные стеклянные банки с плотно закрытыми крышками типа твист-офф. Прозрачность упаковки позволяет потребителю рассмотреть продукт и оценить внешний вид. Образцы № 1 и 3 упакованы герметично, банки не повреждены.

Оценку маркировки образцов проводили в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», полученные данные представлены в табл. 1.

Исходя из данных таблицы можно сделать вывод, что маркировка образцов № 2 и 3 соответствует ТР ТС 022/2011. У образца № 1 информация неполная, так как нет сведений о виде меда, не указан вид медоноса, что затрудняет идентификацию меда по его виду. В соответствии с ГОСТ Р 54644-2011 натуральный мед бывает следующих видов: цветочный, падевый и смешанный. Также на маркировке образца № 1 нет указаний на натуральность продукта, отсутствуют сведения о пищевой и энергетической ценности меда.

На втором этапе проведены исследования образцов по физико-химическим показателям качества, данные представлены в табл. 2.

По физико-химическим показателям все три образца соответствуют требованиям ГОСТ Р 54644-2011. Самое высокое диастазное число у образца № 1 (ООО «Алтайский Пчелоцентр»), что свидетельствует о высоком качестве продукта.

На следующем этапе оценивали групповые потребительские критерии конкурентоспособности исследуемых образцов: органолептические, физико-химические, маркировку и упаковку с коэффициентами весомости 0,45, 0,12, 0,11 и 0,32 соответственно [2, 3]. Групповые критерии включают в себя следующие единичные показатели: вкус; аромат; внешний

вид, консистенция; массовая доля влаги; диастазное число; наличие базовой информации (в соответствии с требованиями нормативных документов и ТР ТС), а также информации о безопасности продукта; сохранность маркировки при наличии внешних воздействий; внешний вид упаковки [4].

Таблица 1

Оценка маркировки образцов

Наименование критерия по ТР ТС 022/2011	Характеристика образцов		
	№ 1	№ 2	№ 3
Наименование пищевой продукции	Мед	Мед натуральный цветочный, фасованный	Мед натуральный цветочный «Горный»
Количество пищевой продукции	300 г	150 г	200 г
Дата изготовления пищевой продукции	сбор – 22.07.15, фасовка – 21.09.15	28.06.15	01.07.15
Срок годности пищевой продукции	12 мес.	2 года	24 мес.
Условия хранения пищевой продукции	Хранить при температуре от 0 до 18 °С и ОВВ не выше 75 %	Хранить в защищенном от солнечных лучей месте при температуре не выше +20 °С	Хранить в защищенном от солнечных лучей месте при температуре не выше +20 °С
Наименование и место нахождения изготовителя пищевой продукции или фамилия, имя, отчество и место нахождения инд. предпр-ля – изготовителя пищевой продукции	ПЗПО «Нива», Россия, 653002, Кемеровская обл., г. Прокопьевск, ул. Грунтовая, 17	ООО «Медовый дом», Россия, 175012, Новгородская обл., Батецкий р-н, д. Мойка, ул. Зеленая, д. 26	ООО «Алтайский Пчелоцентр», Россия, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Коммунаров, 122а
Рекомендации и (или) ограничения по использованию	После вскрытия упаковку хранить в прохладном месте	-	-
Показатели пищевой ценности пищевой продукции	-	Белков – 1 г; жиров – 0 г; углеводов – 80 г; энергетическая ценность (калорийность) 320 ккал/1360 кДж	82 г углеводов, энергетическая ценность 328 ккал (1373 кДж)
Сведения о наличии в пищевой продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов	Отсутствует		
Единый знак обращения продукции на рынке государств	Присутствует		

Таблица 2

Физико-химические показатели качества образцов

Наименование показателя	Характеристика образцов			
	по ГОСТ	№ 1	№ 2	№ 3
Массовая доля влаги, %	Не более 20	18,6	17,4	18,6
Диастазное число, ед. Готе	Не менее 8	46	29,4	26,6

Таблица 3

Оценка меда натурального по потребительским критериям

Наименование показателя	Номер образца меда		
	№ 1	№ 2	№ 3
<i>1. Органолептические показатели (0,45)</i>			
1.1. Вкус	4,7+0,47	4,3+0,47	4,5+0,50
1.2. Аромат	5,0+0,00	4,2+0,37	4,7+0,47
1.3. Внешний вид, консистенция	4,7+0,47	3,8+0,37	4,5+0,50
<i>2. Физико-химические показатели (0,12)</i>			
2.1. Массовая доля влаги	5,0+0,00	5,0+0,00	5,0+0,00
2.2. Диастазное число	5,0+0,00	5,0+0,00	5,0+0,00
<i>3. Маркировка (0,11)</i>			
3.1. Наличие базовой информации (в соответствии с требованиями НД), а также информации о безопасности продукта	2,7+0,47	4,8+0,37	4,8+0,37
3.2. Сохраняемость маркировки	4,2+0,37	4,2+0,37	5,0+0,00
<i>4. Упаковка (0,32)</i>			
4.1. Внешний вид	5,00+0,00	4,5+0,50	5,0+0,00

Таблица 4

Оценка потребительских критериев образцов меда натурального по групповым критериям

Наименование показателя	Коэффициент весомости	Номер образца меда		
		№ 1	№ 2	№ 3
Органолептические показатели	0,45	4,80	4,10	4,56
Физико-химические показатели	0,12	5,00	5,00	5,00
Маркировка	0,11	3,45	4,5	4,90
Упаковка	0,32	5,00	4,5	5,00
Итого		4,74	4,39	4,79

Экспертная группа в количестве 6 человек выставила оценки по органолептическим, физико-химическим показателям, а также по упаковке и маркировке, используя балльную шкалу, в которой оценка «5 баллов» соответствует отличному уровню качества, «4 балла» – хорошему, «3 балла» – удовлетворительному и «2 балла» – неудовлетворительному уровню качества. Результаты оценки конкурентоспособности образцов меда натурально-го по потребительским критериям представлены в табл. 3.

Далее после определения среднего балла по каждой группе потребительских единичных критериев определяли баллы для каждой группы (табл. 4).

Таким образом, установили, что наибольшее количество баллов набрал образец № 3 (ООО «Алтайский Пчелоцентр») – 4,79; образец № 2 (ООО «Медовый дом») набрал наименьшее количество баллов – 4,39.

Для проведения дальнейшей оценки выбрали образец № 3 в качестве образца-эталона, так как в ходе оценки он получил более высокие баллы. Расчет единичных критериев g_i проводили по формуле

$$g_i = P_i/P_{i0}, \quad (1)$$

где P_i – величина i -го показателя анализируемого образца; P_{i0} – величина i -го показателя образца, принятого за эталон.

Результаты расчета единичных и комплексных потребительских критериев представлены в табл. 5.

Таблица 5

Единичные и комплексные потребительские критерии образцов

Наименование показателя	Коэффициент весомости	Номер образца меда		
		№ 1	№ 2	№ 3
Органолептические показатели	0,45	1,05	0,90	1,00
Физико-химические показатели	0,12	1,00	1,00	1,00
Маркировка	0,11	0,70	0,92	1,00
Упаковка	0,32	1,00	0,9	1,00
Комплексный критерий		0,98	0,92	1,00

Таким образом, по результатам проведенных расчетов установлено, что образцы меда натурального № 1 и 2 не конкурентоспособны по потребительским критериям (кроме образца-эталона), поскольку их результат < 1 . Образец № 2 снизил показатели конкурентоспособности из-за плохих органолептических показателей, а также вида упаковки. Образец № 1 – из-за оформления маркировки, не соответствующего стандартам, несмотря на его отличные органолептические показатели.

Следующим этапом стал расчет показателя «известность торговой марки», рассчитывается по формуле

$$I_m = P_{mi} P_{m0}, \quad (2)$$

где P_{mi} – единичный показатель «известности товара» исследуемого образца; P_{m0} – показатель образца, принятого за эталон.

Расчет показателя проводился с использованием разработанной балльной шкалы, за показатель образца-эталона принят показатель образца № 3.

«5» отлично (значение показателя Im 1,0–0,81) – хорошо известный бренд, наличие узнаваемой эмблемы, стилизованного рисунка или графического изображения в качественном исполнении, наличие отличительных особенностей в выборе цветового решения, написания текста, нанесения оформительных элементов по отношению с другими товарами однородной группы.

«4» хорошо (значение показателя Im 0,80–0,61) – известный, наличие узнаваемой эмблемы или рисунка, схожесть с другими торговыми марками товаров однородной группы в выборе цвета, способа написания, нанесения оформительных элементов, недостаточно хорошее исполнение стилизованного рисунка,

эмблемы, каких-либо других оформительных элементов.

«3» удовлетворительно (значение показателя Im 0,60 и менее) – отсутствие эмблемы торговой марки меда, не узнаваемая.

Экспертная группа в количестве 6 человек выставила оценки по показателю «известность товара», используя балльную шкалу (табл. 6). Результаты оценки образцов меда натурального следующие: образец № 1 – 3,00±0,00; образец № 2 – 3,67±0,47; образец № 3 – 4,5±0,50. Показатели соответственно: 0,67, 0,86, 1,00.

Таким образом, установили, что представленные образцы относительно образца № 3 являются хорошо узнаваемыми среди товаров однородной группы, конкурентоспособными по данному показателю.

Для расчета *экономического критерия* пользовались разработанной оценочной балльной шкалой с выделенными показателями и характеристиками экономической направленности, которые представлены в табл. 6.

Таблица 6

Единичные критерии для расчета экономического показателя конкурентоспособности товара

Наименование показателя	Характеристика и оценка		
	«5» отлично	«4» хорошо	«3» удовлетвор.
1. Использование упаковки, способствующей сохранению товара	Качественная, хорошо сохраняемая, не подверженная воздействию внешних факторов и самого продукта, защищенная дополнительными средствами (покрытие)	Качественная, хорошо сохраняемая, не подверженная воздействию внешних факторов и самого продукта, без дополнительного покрытия	Подверженная воздействиям внешних факторов и самого продукта
2. Художественная выразительность упаковки	Использование декоративных элементов, графических изображений, рисунков, яркое, красочное исполнение эмблемы или символа торговой марки товара (при наличии)	Использование декоративных элементов, графических изображений, без использования рисунков, недостаточно яркое исполнение эмблемы или символа торговой марки товара (при наличии)	Без использования декоративных элементов, графических изображений, рисунков
3. Соответствие размера этикетки упаковке продукта	Соответствующая размеру упаковки продукта, позволяющая разместить полную информацию в условиях абсолютной доступности и читаемости без дополнительных усилий	Не соответствующая размеру упаковки продукта, обеспечивающая доступность, но с уменьшением размера шрифта, затрудняющим читаемость	Не соответствующая размеру упаковки продукта, не позволяющая разместить соответствующую информацию надлежащим (различимым) размером шрифта, не читаемая
4. Соответствие цене товара и статусу	Соответствующий	Соответствующий статусу, но не соответствующий цене	Не соответствующий цене и статусу
5. Использование элементов рекламы	Красочное исполнение рекламных изображений и текста, выразительность и своеобразность исполнения	Наличие рекламного текста без использования изображений и графических элементов	Отсутствие элементов рекламы

Таблица 7

Коэффициенты весомости для расчета экономического критерия определяли экспертным методом. Экспертной группе в количестве 6 человек было предложено проранжировать единичные критерии, наиболее значимому критерию присваивается 1 ранг и далее по степени значимости до 5 ранга. Рассчитаны коэффициенты весомости для каждого показателя (табл. 7).

Оценку товара по экономическому критерию проводили по разработанной шкале [2, 3], за образец-эталон принят образец меда натурального № 3. Результаты представлены в табл. 7.

Результаты оценки меда натурального по экономическому показателю

Номер показателя	Коэфф. весомости	Номер образца меда		
		№ 1	№ 2	№ 3
1	0,36	5,0±0,00	4,67±0,47	5,0±0,00
2	0,34	3,0±0,00	4,33±0,75	4,67±0,75
3	0,8	4,0±0,00	4,67±0,74	4,67±0,47
4	0,12	4,0±0,00	4,33±0,47	4,33±0,75
5	0,10	3,33±0,47	4,0±0,00	4,0±0,00
<i>Ижк</i>		2,07	1,78	1,00

Таким образом, по результатам проведенных расчетов видно, что ни один из исследуемых образцов меда натурального не является конкурентоспособным, поскольку все полученные значения выше 1 (кроме образца-эталоны).

На следующем этапе проведено *определение коэффициентов весоности первого порядка* (коэффициентов весоности комплексных критериев) по формуле

$$IK = \frac{I_{nk} * k_{nk} * I_m * k_m}{I_{\text{ЭК}} * k_{\text{ЭК}}}, \quad (3)$$

где $K_{nk} = 0,57$, $K_m = 0,13$, $K_{\text{ЭК}} = 0,30$ – коэффициенты весоности первого порядка, характеризующие значимость комплексных критериев конкурентоспособности: потребительского, «известность товара», экономического соответственно.

Рассчитаны коэффициенты весоности комплексных критериев для образцов № 1, 2 и 3 – 0,054, 0,110, 0,247 соответственно.

Определили уровень и классы конкурентоспособности образцов. Уровень конкурентоспособности K исследуемых образцов рассчитывается по формуле

$$K = \frac{IK_i}{IK_0}, \quad (4)$$

где IK_i – значение интегрального показателя конкурентоспособности сравниваемого образца; IK_0 – максимальное значение интегрального показателя конкурентоспособности образца из исследуемой базы сравнения.

Выявили уровень конкурентоспособности образцов: для первого образца – 0,218, для второго – 0,445, для третьего, так как он был принят за образец-эталон, – 1,00.

Класс конкурентоспособности товара устанавливается на основании общепринятых характери-

стик. Для образца № 1 определен 4 класс конкурентоспособности, для образца № 2 – 3 класс.

На основании полученных данных к 1 классу конкурентоспособности отнесли образец № 3 – мед натуральный «Горный» (ООО «Алтайский Пчелоцентр»), так как он являлся образцом-эталонном.

Образцы № 1 и 2: мед (ПЗПО «Нива»), мед натуральный цветочный (ООО «Медовый дом»), были присвоены 4 и 3 классы конкурентоспособности. Данные образцы имели хорошие результаты по потребительскому критерию (0,98 и 0,92 соответственно). По показателю «известность товара» образцы получили следующие результаты – 0,67 и 0,86 соответственно, что говорит о том, что образец № 2 более известен среди покупателей.

Таким образом, по результатам исследований получены данные, учитывающие показатели качества и конкурентоспособности товара и позволяющие комплексно оценить характеристики товара с учетом потребительских критериев выбора, выявить лучший среди аналогов. Показана важность информации, вынесенной на маркировку товара для потребителя, торговой организации и производителя. Даны рекомендации производителю (предприятию ПЗПО «Нива», Россия, 653002, Кемеровская обл., г. Прокопьевск, ул. Грунтовая, 17) по улучшению информативности маркировки, предложена этикетка, отражающая необходимые сведения о товаре, и маркировка, соответствующая требованиям действующих нормативных документов. Предложенные рекомендации позволят повысить конкурентоспособность продукции.

Для обеспечения эффективности управления производством и реализацией товаров в соответствующем внешнеэкономическом и инновационном пространстве следует учитывать не только современные методы продвижения товара на рынке, но и методы оценки его конкурентоспособности с учетом комплексных показателей, отражающих потребительские критерии, что позволит сформировать ассортимент, удовлетворяющий покупательскому спросу.

Список литературы

1. Тихонова, О.Ю. Методы оценки показателей качества маркировки пищевых продуктов / О.Ю. Тихонова, И.Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 1 (36). – С. 118–126.
2. Тихонова, О.Ю. Практическое применение алгоритма оценки конкурентоспособности маркировки пищевых продуктов / О.Ю. Тихонова, И.Ю. Резниченко, В.М. Позняковский // Товаровед продовольственных товаров. – 2014. – № 3. – С. 61–67.
3. Сельская, И.Л. Основы механизма экономического роста и инновационного развития Кемеровской области // Вестник экономической интеграции. – 2009. – № 9. – С. 7–18.
4. Резниченко, И.Ю. Разработка алгоритма оценки конкурентоспособности маркировки пищевых продуктов / И.Ю. Резниченко, О.А. Рязанова, О.Ю. Тихонова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2014. – № 2 (25). – С. 81–92.
5. Тихонова, О.Ю. Алгоритм оценки конкурентоспособности маркировки пищевой продукции / О.Ю. Тихонова, И.Ю. Резниченко, В.М. Позняковский // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. – № 12. – С. 50–59.
6. ГОСТ Р 54644-2011. Мед натуральный. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.
7. Coser Cornel Competitiveness infrastructure assessment of moldova's agri-food export/ Cornel Coser// Economie si sociologie: revista teoretico-stiintifica. – 2014. – № 2. – P. 116–125.
8. Gorjanović S.Z., comparative analysis of antioxidant activity of honey of different floral sources using recently developed polarographic and various spectrophotometric assays/ S.Z. Gorjanović, L. Pezo, D.Z. Sužnjević, J.M. Alvarez-Suarez, M. Battino, M.M. Novaković, F.T. Pastor// Journal of food composition and analysis. – 2013. – № 1. – P. 13–18.

COMPARATIVE EVALUATION OF QUALITY AND COMPETITIVENESS OF NATURAL HONEY SAMPLES

I.L. Selskaya, I.Yu. Reznichenko, E.Yu. Titorenko*, A.V. Pegusheva

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

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

Received: 02.03.2016

Accepted: 15.04.2016

In the market economy, competitiveness is a decisive factor in the commercial success of a product. Modern and civilized food consumption should include the freedom to choose the product of preferable quality. The basis for the buyer choice is not only indices of organoleptic characteristics and product price, but also the type and material of packaging, availability to complete information about the product, which must be provided by the manufacturer or retailer that ultimately determines the level of competitiveness of the goods. Different manufacturers are presented in the consumer market. They fight for the consumer's attention to their goods, which, in fact, is the foundation of their success, growth and prosperity. The aim of this study is to identify competitive goods. The article presents data on the comparative assessment of food quality indices on the example of honey samples. At the first stage a visual examination of sample packaging and label assessment were conducted in accordance with the requirements of technical regulations of the Customs Union 022/2011 "Food products concerning its labeling". The second phase investigated the organoleptic, physical, and chemical indices of quality to meet the requirements of GOST 54644-2011. Group consumer criteria for assessing the competitiveness of the investigated samples were determined at the next stage. The calculation of single and comprehensive consumer criteria relative to the sample standard was carried out. Then, the calculation of "brand recognition", the economic criterion, and the weightiness factors of the first order was conducted. The level and class of the sample competitiveness were determined based on these data. The data obtained enabled to reveal a competitive honey pattern, to give recommendations to producers on improving the competitiveness of products, to form an assortment of honey to meet the consumer requirements.

Comparative assessment, quality, natural honey, competitiveness, the expert group

References

1. Tikhonova O.Yu., Reznichenko I.Yu. Metody otsenki pokazately kachestva markirovki pishchevyykh produktov [Methods for the assessment of quality indices of food labeling]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, vol. 36, no. 1, pp. 118–126.
2. Tikhonova O.Yu., Reznichenko I.Yu., Poznyakovskiy, V.M. Prakticheskoe primeneniye algoritma otsenki konkurentosposobnosti markirovki pishchevyykh produktov [Practical application of algorithm of an assessment of competitiveness of marking of foodstuff]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity expert of food products], 2014, no. 3, pp. 61–67.
3. Selskaya I.L. Osnovny mekhanizma ekonomicheskogo rosta i innovatsionnogo razvitiya Kemerovskoy oblasti [Bases of the mechanism of economic growth and innovative development of the Kemerovo region]. *Vestnik ekonomicheskoy integratsii* [Journal of economic integration], 2009, no. 9, pp. 7–18.
4. Reznichenko I.Yu., Ryazanova O.A., Tikhonova O.Yu. Razrabotka algoritma otsenki konkurentosposobnosti markirovki pishchevyykh produktov [Developing competitiveness estimation algorithm food labeling]. *Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevyykh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2014, no. 2 (25), pp. 81–92.
5. Tikhonova O.Yu., Reznichenko I.Yu., Poznyakovskiy, V.M. Algoritm otsenki konkurentosposobnosti markirovki pishchevoy produktsii [Algorithm of an assessment of competitiveness of marking of food products]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity expert of food products], 2013, no. 12, pp. 50–59.
6. GOST R 54644-2011. Med naturalnyy. Tehnicheskie usloviya [State Standard R 54644-2011. The natural honey. Technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 12 p.
7. Coser Cornel. Competitiveness infrastructure assessment of moldova's agri-food export. *Economie si sociologie: revista teoretico-stiintifica*, 2014, no. 2, pp. 116–125.
8. Gorjanović S.Z., Pezo L., Sužnjević D.Z., Alvarez-Suarez J.M., Battino M., Novaković M.M., Pastor F.T. Comparative analysis of antioxidant activity of honey of different floral sources using recently developed polarographic and various spectrophotometric assays. *Journal of food composition and analysis*, 2013, no. 1, pp. 13-18.

Дополнительная информация / Additional Information

Сравнительная оценка качества и конкурентоспособности образцов меда натурального / И.Л. Сельская, И.Ю. Резниченко, Е.Ю. Титоренко, А.В. Пегушева // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 149–155.

Selskaya I.L., Reznichenko I.Yu., Titorenko E.Yu., Pegusheva A.V. Comparative evaluation of quality and competitiveness of natural honey samples. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 149–155 (in Russ.).

Сельская Ирина Леонтьевна

канд. экон. наук, генеральный директор, ОАО «Кемеровский ЦУМ», 650993, Россия, г. Кемерово, ул. Кирова, 37, тел.: +7 (3842) 36-51-29, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Резниченко Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: Irina.reznichenko@gmail.com

Титоренко Елена Юрьевна

аспирант кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Пегушева Анна Владимировна

магистрант кафедры товароведения и управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Irina L. Selskaya

Cand.Sci.(Econ.), General Director, Public Limited Company “Kemerovskiy TsUM”, 37, Kirova Str., Kemerovo, 650993, Russia, phone: +7 (3842) 36-51-29, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Irina Yu. Reznichenko

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Commodity and Quality Management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: Irina.reznichenko@gmail.com

Elena Yu. Titorenko

Postgraduate student of the Department of Commodity and Quality Management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Anna V. Pegusheva

Master Student of the Department of Commodity and Quality Management, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru



ИНФОРМАЦИОННАЯ АСИММЕТРИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПОВЕДЕНИЯ НА РЫНКЕ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Н.И. Усенко¹, Л.А. Яковлева², Ю.С. Отмахова³

¹ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2

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

³ФГБУН «Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук», 630090, Россия, г. Новосибирск, п. Ак. Лаврентьева, 17

e-mail: nat_usenko@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 30.03.2016

Дата принятия в печать: 30.04.2016

В статье представлен анализ факторов и условий, влияющих на возникновение асимметрии информации на рынке молочной продукции, и исследование особенностей потребительского поведения отдельных групп населения г. Кемерово относительно выбора молочных продуктов. Для этих целей было раскрыто содержание понятия «информационная асимметрия» применительно к рынку молочной продукции. Акцентируется внимание на существующем противоречии между требованиями организации эффективного бизнеса со стороны производителей и требованиями потребителей, предъявляемыми к продуктам питания. Отмечается, что использование импортного сухого молока и тропических масел в промышленном производстве молочной продукции скрывает серьезные проблемы в состоянии отрасли молочного животноводства и негативно влияет на качество молочных продуктов питания. В процессе исследования были сформированы различные типологические группы респондентов, объединенных особенностями характера потребительского поведения. По результатам исследования были выявлены три основных типа потребительского поведения по выбору молочных продуктов по отношению к степени натуральности молочных продуктов, маркировке, частоте потребления и новым видам продукции.

Рынок молочных продуктов, потребительское поведение, асимметрия информации, продовольственная безопасность

Введение

Молоко и молочные продукты имеют высокую пищевую и биологическую ценность, они традиционно занимают одно из ведущих мест в пищевом рационе населения России. В молоке содержится более 100 важных биологических компонентов, в том числе аминокислоты, жирные кислоты, минеральные вещества, витамины и десятки ферментов. Молочные продукты относятся к социально значимым товарам и являются экономически доступными для широких масс населения. В ряде публикаций отмечается, что современное товарное предложение на рынке молока характеризуется увеличением доли продукции ненадлежащего качества: как фальсификатов, так и продукции, рецептурный состав и технология производства которых не соответствуют принципам рационального питания [1, 2]. Происходит это на фоне роста информационной асимметрии на рынке молока.

Асимметрия информации – есть неравномерное распределение между участниками рынка информации об условиях осуществления рыночной сделки и намерениях друг друга [3]. Термин «информационная асимметрия» введен американскими учеными. В 2001 году Нобелевская премия по эконо-

мике была вручена американским ученым Дж. Акерлофу, М. Спенсу и Дж. Стиглицу за анализ рынков с «асимметричной информацией», т.е. рынков, на которых одни игроки (в широком смысле) обладают большей информацией, чем другие. Факт присуждения Нобелевской премии подчеркивает исключительную важность проблемы информационной асимметрии. На любом рынке информационная асимметрия характеризуется своей спецификой, анализ которой помогает понять особенности процесса решений его субъектами. Отечественными исследователями рассматриваются вопросы асимметрии на различных рынках и, в частности, на рынке продовольствия [4]. В связи с внедрением в область промышленного производства пищевой продукции новых технологий и сырьевых ингредиентов в настоящее время отмечается тенденция перехода продуктов питания в разряд доверительных благ, что неизбежно сопровождается ростом информационной асимметрии и проблемой ухудшающегося отбора (снижение качества), отмечаемого рядом исследователей [5]. Выявление особенностей асимметрии информации и путей ее преодоления на продовольственном рынке, и на рынке молока в частности, может способствовать

улучшению качественных и структурных характеристик товарного предложения, обеспечивая тем самым достижение показателей продовольственной безопасности не только по количественным, но и по качественным параметрам.

Целью работы явилось исследование особенностей потребительского поведения в условиях информационной асимметрии. В рамках представленного исследования предусматривалось решение таких задач, как выявление особенностей современного состояния российского рынка молочной продукции, влияющих на процесс формирования информационной асимметрии, а также исследование индивидуальных покупательских предпочтений в контексте принятия решений в условиях недостаточности информации.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлась сфера производства и потребления пищевой продукции. Информационной базой исследований служили статистические данные Росстата, а также результаты анкетного обследования, в ходе которого были получены ответы относительно характера потребительского поведения и частоты потребления молочных продуктов. В процессе ответа на вопросы анкеты респонденты выбирали, какая из двух предложенных им, противоположных по смыслу фраз была ближе к их личному стилю совершения покупок и характеру потребления молочных продуктов. Оценки производились по семибалльной шкале семантического дифференциала. Анкетное обследование проводилось в январе-марте 2016 г. Объем выборки составил 450 анкет. По результатам обработки индивидуальных опросников (анкеты) была сформирована первичная информационная база. На следующем этапе было выполнено формирование обобщенной информационной базы с учетом дополнительных расчетных показателей. Расчеты были выполнены как в целом по всей совокупности респондентов, так и в разрезе отдельных половозрастных и типологических групп. В качестве методов исследования использовались статистические методы анализа, расчеты выполнялись в среде MS Excel.

Результаты и их обсуждение

Рынок молока относится к зрелому типу рынка, и в настоящее время основными особенностями его развития являются такие тенденции, как снижение темпов роста объемов производства традиционных молочных продуктов и рост новых, динамично развивающихся секторов и сегментов. К факторам, вызывающим рост усиления информационной асимметрии, можно отнести факторы, вызванные как условиями производства и действиями производителей на рынке молока, так и моду, традиции, научные рекомендации относительно потребления молочных продуктов.

Поведение потребителей на продовольственном рынке представляет собой результат воздействия сложного комплекса факторов, взаимодействие которых определяет направления реализации пла-

тежеспособного спроса. За последние 20 лет уровень потребления молока и молочной продукции в России снизился до 230 кг при минимальной рекомендованной медицинской норме в 310 кг на человека в год. Потребление кальция в России почти в 2 раза ниже рекомендованной нормы, о чем свидетельствуют данные Всемирной организации здравоохранения и Института питания РАМН.

Молочные продукты – одна из фундаментальных составляющих сбалансированного питания человека. С давних времен потребление молочных продуктов связывалось с пользой для здоровья. Однако исследования 1950–1960-х гг. доказали способность жирных кислот в молоке и сливочном масле повышать уровень холестерина в крови, что не могло не сказаться на формировании потребительских предпочтений на рынке молока. Но оказалось, что эти выводы опровергаются результатами новых исследований. В частности, исследование ученых из университета Тафтса в Бостоне (США) выявило, что дети, употребляющие большое количество молока, меньше набирают лишний вес, а взрослые на 50 % реже заболевают диабетом [6].

О пользе потребления молочных продуктов свидетельствует и масштабное и долговременное исследование Университета штата Мэн (США), выводы которого показывают, что люди, регулярно потребляющие молоко, впрочем, как и другие молочные продукты, лучше справлялись с тестами, оценивающими состояние мозга, возможно, в связи с тем, что магний, содержащийся в молочных продуктах, позитивно сказывается на состоянии памяти [7].

В России Национальный союз производителей молока «Союзмолоко» разработал некоммерческую социальную программу, направленную на стимулирование потребления молока и популяризацию молочных продуктов среди населения России под названием «Три молочных продукта в день». Три молочных продукта – это 80 % от суточной нормы потребления кальция для взрослого человека в день. Проект одобрен Научно-исследовательским институтом питания Российской академии медицинских наук, поддержан Ассоциацией по остеопорозу.

Неоднозначность научных и медицинских рекомендаций относительно пользы и вреда потребления молочной продукции, безусловно, формирует условия усиления процессов информационной асимметрии на рынке молока. Но основное влияние на формирование информационной асимметрии на рынке молочной продукции оказывают ее производители. Анализ факторов со стороны производства позволяет сделать вывод, что на качественные характеристики молочной продукции доминирующее влияние оказывает сырьевой фактор и, в частности, объемы и качество сырого молока. Количественные параметры производства сырого молока должны в первую очередь обеспечить достаточность объемов производства готовой продукции для обеспечения потребностей населения.

В соответствии с Распоряжением Правительства РФ «Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской

Федерации на период до 2020 года» № 559-р от 17.04.2012 в качестве основных ориентиров выдвинута задача увеличить объемы производства молока до 38,2 млн т. При этом, по данным Росстата, в настоящее время наблюдается стагнация в динамике объемов его производства с заметным снижением в 2013 г., когда была отмечена наибольшая точка минимума (30,5 млн т), и практически сохранение этого уровня в последующие годы (30,8 млн т). В рамках инерционного сценария на основе данных Рос-

стата по объему производства молока в РФ за 2005–2015 гг. для оценки возможности выхода на целевые показатели нами была построена линия тренда (рис. 1) и рассчитана прогностная величина показателя производства сырого молока на 2020 г. Согласно расчетам данная величина составит 26,2 млн т в год, что значительно ниже уровня целевого показателя и свидетельствует об обострении проблем, связанных с недостаточностью объемов натурального сырья для производства молочных продуктов.

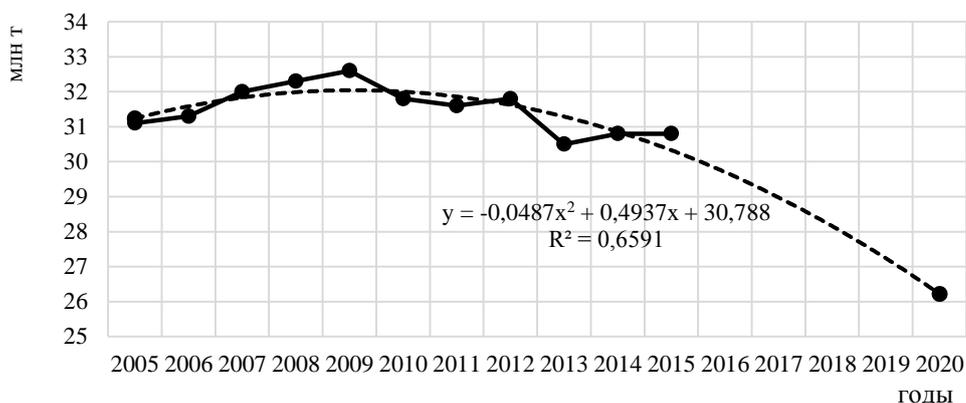


Рис. 1. Динамика производства сырого молока в РФ за 2000–2015 гг. и линия тренда до 2020 г., млн т

Вместе с тем в российских городах товарное предложение как в сетевом ритейле, так и в торговых объектах малых форм демонстрирует высокую степень обеспеченности молочной продукцией. На наш взгляд, широкое использование импортного сухого молока и тропических масел в промышленном производстве молочной продукции скрывает серьезные проблемы в состоянии отрасли молочного животноводства и негативно влияет на качество молочных продуктов питания.

Согласно ранее проведенным исследованиям авторами было показано [8], что возрастающий импорт пальмового масла деформирует продовольственную цепочку, способствует производству пищевой продукции ненадлежащего качества и низкой пищевой ценности, угрожает продовольственной безопасности страны. В исследовании было отмечено, что переориентация на синтезированные сырьевые компоненты, а именно на заменители молочного жира, произведенные путем химического синтеза пальмового масла или его фракций, обуславливает снижение пищевой ценности производимой молочной продукции, приводит к потере ее аутентичности. А ведь в соответствии с известными положениями экономической теории производитель производит продукты исходя из интересов потребителей. Хотелось бы отметить, что в реальности связь не такая линейная, поскольку учет интересов потребителей может не обеспечить финансовые результаты производителю, может оказаться сложной организация технологического процесса и т.д.

С нашей точки зрения, наличие противоречия между требованиями эффективного ведения промышленного производства пищевой продукции и

требованиями потребителей, предъявляемыми к продуктам питания, лежит в основе проявления асимметрии информации на рынке продовольственных товаров. Так, со стороны производителей продуктов питания можно выделить основные факторы, учет которых при разработке рецептурного состава удовлетворяет интересам производства, и к ним, по нашему мнению, относится прибыль, технологичность производства, устранение сезонности, экономия натуральных ресурсов, увеличение сроков хранения продукции.

Таким образом, чтобы создать конкурентную для предприятия рецептуру пищевого продукта, недостаточно просто создать вкусный и полезный продукт, необходимо создать продукт, удовлетворяющий вышеуказанным требованиям. Решение вышепоставленных задач все чаще достигается за счет широкого спектра пищевых добавок – химически синтезированных сырьевых ингредиентов. Так, в настоящее время получил развитие быстрорастущий сектор В2В в пищевой индустрии, который поставляет пищевые добавки и ингредиенты для предприятий пищевой промышленности. С другой стороны, есть еще один нелегитимный путь решения данных задач – фальсификация. В том и другом случае производители могут умалчивать о реальном составе сырьевых и технологических компонентов, чтобы избежать недовольства потребителей и избежать снижения лояльности его продукции и падения продаж. А это главный фактор формирования информационной асимметрии на рынке молока.

В рамках данной работы было проведено исследование особенностей потребительского поведения отдельных групп населения г. Кемерово

относительно выбора молочной продукции и дана оценка интенсивности употребления молочных продуктов данными респондентами. Результаты активности респондентов в части потребления молочной продукции представлены в табл. 1.

Анализ таблицы свидетельствует об относительно высокой интенсивности потребления молочных продуктов участниками данного опроса. Для выявления особенностей частоты потребления молочных продуктов в зависимости от возраста был проведен анализ потребления ежедневно или несколько раз в неделю по двум выделенным возрастным группам: 1 группа – возраст 18–35 лет, 2 группа – возраст 36–65 лет (рис. 2).

Распределение ответов респондентов по частоте употребления молочных продуктов

Частота употребления/ Продукт	Практически каждый день	Примерно 1-2 раза в неделю	1-2 раза в месяц	
	% ответивших к общей совокупности респондентов			
Йогурты	30,9	41,7	27,4	100
Творожки	22,0	37,2	40,8	100
Молоко питьевое	45,3	26,9	27,8	100
Кисломолочные продукты	26,0	50,2	23,8	100
Мороженое	11,2	46,2	42,6	100
Сыр	37,7	46,2	16,1	100

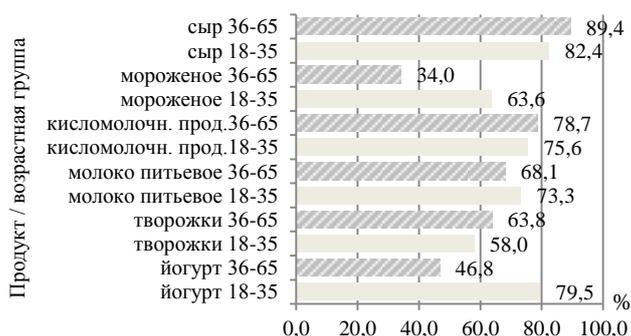


Рис. 2. Доля респондентов исследуемых возрастных групп, потребляющих молочную продукцию ежедневно или несколько раз в неделю (в % к числу респондентов соответствующего возраста)

Несмотря на наличие некоторой дифференциации по отдельным продуктам (в частности, по йогуртам и сыру), потребление в исследуемых группах свидетельствует о значительной частоте потребления рассмотренных видов продуктов. Поэтому считаем, что мнение респондентов является значимым для формирования оценок по особенностям потребительского поведения на рынке молочной продукции.

Отношение к маркировке продукции. В России в развитие Закона РФ «О защите прав потребителей» разработан и действует государственный стандарт на информацию для потребителей по продовольственным товарам ГОСТ Р 51074 «Продукты пищевые. Информация для потребителей. Общие требования». Одной из важных задач при анкетировании была поставлена задача определить, как потребители реагируют на возможность получения информации о товаре, обращая внимание на его маркировку.

Анализ ответов проведенного анкетного опроса свидетельствует, что имеющейся возможностью получить информацию о товаре с помощью маркировки пользуются далеко не все респонденты. Почти четверть опрошиваемых (24,2 %) ответили, что практически не обращают внимания на маркировку продукта, 43 % – делают это не всегда, и только 32,7 % опрошиваемых ответили, что внимательно изучают маркировку продукта. В современных условиях, когда пищевая продукция все чаще стала приобретать свойства доверительных благ, беспеч-

ность значительного количества потребителей при выборе продукта без учета приведенной на маркировке информации может приводить к тому, что приобретаемая продукция будет не соответствовать ожиданиям потребителей.

Отношение к новым видам продукции. Мнения респондентов относительно приобретения новых продуктов на рынке молочной продукции и традиционной сложилось в пользу традиционных продуктов – 46,6 % ответили, что предпочитают традиционные виды продукции. Вместе с тем среди респондентов есть и «инноваторы» (9 %), предпочитающие покупать новые товары, остальная достаточно значительная часть участников опроса – 44,4 % не имеют однозначного мнения по этому вопросу, их выбор может склоняться как в сторону традиционных, так и новых продуктов. При этом 23,3 % участников опроса не покупают продукты с надписью «обогащено», сторонников такого вида продукции меньше – 13,9 % от всей совокупности респондентов, подавляющее же большинство участников не имеет четкой позиции по данному вопросу.

Предпочтения респондентов по отношению к степени натуральности молочной продукции. В качестве важнейшего фактора, влияющего на потребительское поведение, следует рассмотреть когнитивные особенности понимания населением, что такое рациональное питание. По данным исследования Фонда «Общественное мнение», который провел опрос полутора тысяч россиян (на тему «За-

бота о здоровом питании: установки и практика»), 37 % относят к здоровому питанию использование натуральных, экологически чистых продуктов без консервантов и генно-модифицированных компонентов [9]. В связи с этим в ходе обработки данных анкетного обследования была выделена группа, респонденты которой ответили, что они выбирают только максимально натуральную молочную продукцию. В общей совокупности участников опроса они составили 30 %.

Для уточнения приверженности респондентов к этой позиции был проведен углубленный зондаж с помощью уточняющих вопросов. Используя принципы кластерного подхода, была выделена группа «*Последовательных приверженцев*» (группа П) натуральных продуктов, которые положительно ответили на все следующие вопросы: «Предпочитаю продукцию с коротким сроком хранения», «Предпочитаю только классическое сливочное масло», «Никогда не употребляю мороженое на растительных жирах, как бы не любил раньше этот продукт». Такая группа «*Последовательных приверженцев*» составила совсем небольшой процент (5,8 %) в общей совокупности. Также незначительна группа «*Ультранеприязательных*» (группа У), она составляет 3,1 %. Респонденты данной группы ответили, что «Молочную продукцию они покупают независимо от ее натуральности», «Предпочитают молочную продукцию с длительным сроком хранения», «Употребляют спреды, поскольку вкус не так важен, как цена», «Употребляют мороженое, не задумываясь, из чего оно сделано». Подавляющее количество участников опроса (91,1 %) пришлось на группу «*Смешанные предпочтения*» (группа С). Например, респонденты данной группы имеют жесткие отношения по поводу употребления спредов или мороженого на растительных жирах, но к другой продукции по поводу ее натуральности они могут относиться более лояльно. Среди указавших, что предпочитают только максимально натуральную молочную продукцию, 10,8 % употребляют мороженое, не задумываясь, из чего оно сделано. Респонденты данной группы не имеют выраженной позиции относительно рационального питания и принимают решение о покупке, ориентируясь не на свою оценку, а на шаблонные представления о пищевых продуктах, а также исходя из ценовых или других параметров.

Следует заметить, что в группе «*Последовательных приверженцев*» (П) подавляющее большинство внимательно относятся к изучению маркировки (61,5 %), а в группе «*Ультранеприязательных*» практически все (96 %) игнорируют информацию на маркировке и равнодушно относятся к выбору продуктов.

Особенности потребительского поведения в различных половозрастных группах. После того как была получена данная типология по особенностям потребительского поведения всей совокупности респондентов, был рассмотрен вопрос о распределении по рассматриваемым критериям участников опроса в разрезе половозрастных групп (табл. 2). Для целей исследования вся совокупность

респондентов распределялась по полу и двум агрегированным возрастным группам респондентов (18–35 и 36–65 лет).

Таблица 2

Распределение ответов респондентов по выделенным типам потребительского поведения в разрезе половозрастных групп, %

Тип поведения	П	С	У	П	С	У
	женщины			мужчины		
18–35 лет	0	98	2	6	84	10
36–65 лет	женщины			мужчины		
	16	94	0	0	100	0

Анализ таблицы выявил, что в возрастной группе 18–35 лет отмечается преобладающий тип поведения «смешанные предпочтения» (97,64 %), незначительный процент респондентов можно отнести к группе «ультранеприязательные» (2,36 %), при этом постоянных приверженцев натуральных продуктов не наблюдается. Однако углубленный анализ показал, что данная позиция могла бы быть не нулевой, если бы представительницы данной возрастной группы, которые отвечали в анкете, что предпочитают натуральные продукты, были последовательны в своей приверженности к натуральным продуктам и относительно употребления мороженого на растительных жирах. «Слабость» к любимому лакомству, которой подвержены респонденты данной группы, привела к тому, что они не попали в группу «*Последовательные приверженцы*» натуральных молочных продуктов.

Анализируя данную ситуацию, стоит напомнить предложение о возможности однозначной идентификации мороженого, произведенного из заменителей молочного жира, в 2009 г. рабочей группой Союза предприятий молочной отрасли и согласованного с Министерством сельского хозяйства. Предлагалось закрепить в названии мороженого на растительных жирах «мелорин». В этом случае потребители могли бы четко различать мороженое, произведенное с использованием растительных жиров, и мороженое, которое ценится за «молочно-сливочное» происхождение. Вместе с тем с 2013 г. действует Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» от 09.10.2013, согласно которому в классификационных группах мороженого присутствует группа – «мороженое с заменителем молочного жира» – мороженое (молокосодержащий продукт) с массовой долей жира не более 12 %, и производители обязаны указывать это на упаковке товара. Однако небрежность потребителей в отношении изучения маркировки товаров приводит к тому, что зачастую они плохо себе представляют состав и особенности производства пищевых продуктов. Продолжая анализ таблицы, отметим, что для мужчин данной возрастной группы характерно поведение «смешанные предпочтения» (83,68 %). Приверженцы натурального питания составляют в

данной группе 6,12 %. Группа «ультранеприязательные» тоже невелика (10,2 %), но это говорит о том, что все-таки значительная часть респондентов данной группы равнодушна к качественному составу молочных продуктов. В возрастной группе 36–65 лет как среди мужчин, так и женщин нет респондентов с типом поведения «ультранеприязательные». При этом тип поведения «последовательные приверженцы здорового питания» отмечается только у женщин данной возрастной группы (16 %), мужчины же данной возрастной группы полностью соответствуют типу поведения «смешанные предпочтения».

Заключение

По результатам исследований были выявлены особенности современного состояния российского рынка молочной продукции, которые влияют на процесс формирования информационной асимметрии и результаты проведенного опроса относительно индивидуальных покупательских предпочтений по выбору молочных продуктов. Несмотря на то что основное влияние на формирование информационной асимметрии на рынке молочной продукции оказывают ее производители, тем не менее неоднозначность рекомендаций относительно пользы и вреда потребления молочной

продукции в условиях массового использования заменителей молочного жира формирует условия усиления процессов информационной асимметрии на рынке молока. Подтверждением этого является тот факт, что большинство респондентов придерживаются типа поведения «смешанные предпочтения», который отражает следование шаблонным представлениям о качестве и свойствах пищевых продуктов при отсутствии собственного мнения относительно выбора пищевых продуктов. При этом в возрастной группе 18–35 лет выделяется тип поведения «ультранеприязательные», что является тревожной тенденцией, свидетельствующей об их безразличии к качественным характеристикам молочной продукции. На наш взгляд, несомненным негативным явлением, связанным с информационной асимметрией на рынке молочной продукции, является увеличение в потребительской корзине россиян некачественных и фальсифицированных продуктов питания, которые возникают в условиях сложности интерпретации информации производителей о составе продуктов, указанных на упаковке, и, как следствие, формируют поведение, при котором потребители основывают свой выбор на устаревших паттернах поведения и недостаточно осознанно осуществляют выбор пищевых продуктов.

Список литературы

1. Челнакова, Н.Г. Питание и здоровье современного человека / Н.Г. Челнакова, В.М. Позняковский. – Ростов н/Д: Изд-во «Старые русские», 2015. – 224 с.
2. Барсукова, С.Ю. Чтобы не обмелели молочные реки... Рынок молока и молочных продуктов России // ЭКО. – 2011. – № 11. – С. 95–109.
3. Шкалаберда, Я.Л. Асимметрия информации в рыночной системе хозяйствования / Я.Л. Шкалаберда. – М., 2007. – 31 с.
4. Донскова, Л.А. Информационная асимметрия на российском рынке продовольственных товаров: сущность, проблемы, пути решения // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 1 (137). – С. 89–94.
5. Малкина, М.Ю. Институциональные основы снижения качества товаров и услуг в условиях рыночной экономики (ответ И.В. Розмаинскому) // Journal of Institutional Studies. – 2014. – Т. 6. – № 4. – С. 77–97.
6. Mohammad Y. Yakoob; Peilin Shi; Walter C. Willett; Kathryn M. Rexrode; Hannia Campos; E. John Orav; Frank B. Hu; Dariush Mozaffarian Circulating Biomarkers of Dairy Fat and Risk of Incident Diabetes Mellitus Among US Men and Women in Two Large Prospective Cohorts // Circulation. – 2016. – 3. –P.24-32.
7. Употребление молочных жиров снижает риск развития диабета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=222&d_no=117571&rated=ok#.Vxtj2Gs82vI (Дата доступа 19.04.2016).
8. Регулярное потребление молока помогает сохранить память [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://medkarta.com/?cat=new&id=3997&s=0> (Дата доступа 10.04.2016).
9. Усенко, Н.И. «Пальмовый рай» или «пальмовый спрут»? Современные тренды и угрозы продовольственного рынка / Н.И. Усенко, В.М. Позняковский, Ю.С. Отмахова // ЭКО. – 2014. – № 9. – С. 135–152.
10. Опрос Фонда общественного мнения «О здоровом питании» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (19.04.2015): <http://fom.ru/Obraz-zhizni/11558>.

INFORMATION ASYMMETRY AND CONSUMER BEHAVIOR IN THE MARKET OF DAIRY PRODUCTS

N.I. Usenko^{1,*}, L.M. Yakovleva², Yu.S. Otmakhova³

¹*Novosibirsk State University,
2, Pirogov Str., Novosibirsk, 630090, Russia*

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

³*Institute of Economics and Industrial Engineering,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
17, Academician Lavrentyev Ave., Novosibirsk, 630090, Russia*

e-mail: nat_usenko@mail.ru

Received: 30.03.2016

Accepted: 30.04.2016

The article presents the analysis of factors and conditions influencing the occurrence of information asymmetry in the market of dairy products and the study on consumer behavior characteristics of certain groups of population of Kemerovo concerning the choice of dairy products. For these purposes, the concept of "information asymmetry" in relation to the dairy market was determined. Attention is focused on the existing contradiction between the demand for cost-effective food production business and consumers' requirements for food products. It is noted that the use of imported powdered milk and tropical oils in commercial production of dairy products hides serious problems in the industry of dairy cattle-breeding and negatively affects the quality of dairy foods. Various typological groups of respondents having peculiar features of consumer behavior were formed during the research. The results of the study were three main types of consumer behavior when selecting dairy products in relation to the degree of their naturalness, labeling, frequency of consumption and new types of foods.

The market of dairy products, consumer behavior, asymmetry of information, food security

References

1. Chelnakova N.G, Poznyakovskiy V.M. *Pitanie i zdorov'e sovremennogo cheloveka* [Food and health of the modern person]. "Starye russkie" Publ., 2015. 224 p.
2. Barsukova S.Yu. Chtoby ne obmeleli molochnye reki... Rynok moloka i molochnykh Rossii [To become shallow rivers of milk ... milk market and dairy products in Russia]. *EKO [ECO]*, 2011, no. 11, pp. 95–109.
3. Shkalaberda Ya.L. *Asimmetriya informatsii v rynochnoy sisteme khozyaystvovaniya* [Asymmetry of information in market system of managing]. Moscow, 2007. 31 p.
4. Donskova L.A. Informatsionnaya asimmetriya na rossiyskom rynke prodovol'stvennykh tovarov: sushchnost', problemy, puti resheniya [Information asymmetry in the russian food market: essence, problems, ways of solution]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Vestnik of the Orenburg State University], 2012, no. 1 (137), pp. 89–94.
5. Malkina M.Yu. Institutstional'nye osnovy snizheniya kachestva tovarov i uslug v usloviyakh rynochnoy ekonomiki (otvet I.V. Rozmainskomu) [Institutional frameworks of the reducing quality of goods and services in the market economy (the answer to I. V. Rozmainsky)]. *Journal of Institutional Studies*, 2014, vol. 6, no. 4, pp. 77–97.
6. Mohammad Y. Yakoob, Peilin Shi, Walter C. Willett, Kathryn M. Rexrode, Hannia Campos, E. John Orav, Frank B. Hu. Dariush Mozaffarian Circulating Biomarkers of Dairy Fat and Risk of Incident Diabetes Mellitus Among US Men and Women in Two Large Prospective Cohorts. *Circulation*, 2016, no. 3, pp. 24–32.
7. Julie M. Hess, Satya S. Jonnalagadda and Joanne L. Slavin Dairy Foods: Current Evidence of their Effects on Bone, Cardiometabolic, Cognitive, and Digestive Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2016, vol. 15, iss. 2, pp. 251–268.
8. Usenko N.I., Poznyakovskiy V.M., Otmakhova Yu.S. «Pal'movyy ray» ili «pal'movyy sprut»? Sovremennye trendy i ugrozy prodovol'stvennogo rynka ["Palm Paradise" or "palm tree octopus"? Modern trends and threats to the food market]. *EKO [ECO]*, 2014, no. 9, pp. 135–152.
9. *Opros Fonda obshchestvennogo mneniya «O zdorovom pitanii»* [Poll of Fund of public opinion "About healthy food"]. Available at: <http://fom.ru/Obraz-zhizni/11558>. (accessed 19 April 2015).

Дополнительная информация / Additional Information

Усенко, Н.И. Информационная асимметрия и особенности потребительского поведения на рынке молочной продукции / Н.И. Усенко, Л.А. Яковлева, Ю.С. Отмахова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 156–163.

Usenko N.I., Yakovleva L.M., Otmakhova Yu.S. Information asymmetry and consumer behavior in the market of dairy products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 156–163 (in Russ.).

Усенко Наталья Ивановна

канд. экон. наук, доцент, ведущий научный сотрудник Исследовательского центра продовольственной безопасности, ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2, e-mail: nat_usenko@mail.ru

Яковлева Любовь Анатольевна

канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-68, e-mail: yala_09@mail.ru

Отмахова Юлия Сергеевна

канд. экон. наук, старший научный сотрудник отдела экономической информатики, ФГБУН «Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук», 630090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, тел.: +7 (383) 330-58-11, e-mail: otmakhovajs@yandex.ru

Natalia I. Usenko

Cand.Sci.(Econ.), Associate Professor, Leading Researcher of the Food security Research Center, Novosibirsk National Research State University, 2, Pirogov Str., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: nat_usenko@mail.ru

Lyubov A. Yakovleva

Cand.Sci.(Eng.), Associate 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: yala_09@mail.ru

Yulia S. Otmakhova

Cand.Sci.(Econ.), Senior Researcher of the Economic Informatics Department, Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the RAS, 17, Academician Lavrentyev Ave., Novosibirsk, 630090, Russia, phone: +7 (383) 330-58-11, e-mail: otmakhovajs@yandex.ru



УДК 637.073

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОАГУЛЯЦИИ МОЛОКА

И.В. Акулинин*, А.М. Осинцев, В.И. Брагинский

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

*e-mail: iliaakulinin@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 20.03.2016

Дата принятия в печать: 30.04.2016

Разработка новых методов и систем контроля физических свойств молочных продуктов является перспективным направлением в пищевой отрасли. Использование новых способов контроля и улучшение существующих способствует повышению качества выпускаемой продукции, а также уменьшению доли ручного труда на предприятиях молочной отрасли. Целью исследования была разработка метода контроля коагуляции молока с использованием комбинированного инфракрасного коагулографа. Объектом исследования являлось цельное непастеризованное молоко. В качестве коагулянта использовался готовый раствор химозина под маркой СНУ-МАХ активностью 8000 единиц. Для контроля процесса сычужной коагуляции применялся комбинированный нефелометр-турбидиметр собственной конструкции. Методика мониторинга коагуляции основана на одновременном получении турбидиметрических и нефелометрических данных с нескольких оптических датчиков, работающих в ближней инфракрасной области спектра. Данные регистрировались с помощью лабораторного комплекса на базе универсального многоканального устройства сбора данных ZET210. Полученные с датчиков показания о величии потока излучения записывались в базу данных и отображались с помощью прикладного программного обеспечения KoaguMilk собственной разработки. В работе описана также возможная схема компоновки фотокамеры коагулографа. В качестве демонстрации возможностей разработанного метода проведен анализ зависимости процесса коагуляции от концентрации сычужного фермента. В процессе исследования получены данные о влиянии концентрации сычужного фермента на скорость структурообразования молочного коагулята, соответствующие общепринятым. Тем самым доказана прикладная эффективность оптического метода исследования структурообразования молочного сгустка под действием сычужного фермента. Получены диаграммы зависимости величины потока излучения от времени в ходе сычужной коагуляции, демонстрирующие уменьшение степени пропускания потока излучения при прямом и боковом рассеянии и его увеличение при обратном рассеянии на стадии активной коагуляции молока.

Коагуляция молока, нефелометрия, турбидиметрия, инфракрасный датчик, коагулограф

Введение

Коагуляция молочных белков является важным технологическим этапом при выработке молочных продуктов, таких, например, как сыры [1–3]. Несмотря на достаточно интенсивное развитие методов контроля коагуляции молока [4, 5], для мониторинга этапов формирования молочного сгустка при производстве сыра технологи обычно используют традиционный способ проверки его готовности к резке путем приподнимания сгустка специальным шпателем. В то же время для анализа сырья на сыропригодность и рецептурных расчетов в лабораториях применяют способ с использованием специальной кружки ВНИИМС. Данный метод является простым, не требует больших финансовых затрат. Подобные качества полезны на малых предприятиях или частных фермерских хозяйствах с небольшим притоком исходного сырья. Однако современные темпы и объемы продукции требуют повышенной производительности от предприятий. В соответствии с этим на заводах с высоким объемом выпускаемой продукции важными требованиями являются обеспечение максимального уровня

автоматизации производства, уменьшение доли ручного труда, обеспечение надлежащего контроля за качеством выпускаемого товара.

При производстве сыра или творога важным технологическим параметром является сыропригодность молока. От степени сыропригодности и концентрации коагулянта зависит интенсивность структурообразования молочного сгустка. Данный показатель можно определить с помощью специальных приборов контроля наличия сгустка в молочном сырье при коагуляции белка. Подобные устройства называются коагулометры, коагулографы, формографы, оптиграфы [6–9]. Они обычно применяются в лабораторных исследованиях на сыропригодность молока, а также при рецептурных расчетах. Их использование в поточном производстве часто затруднено из-за технических особенностей устройств.

Перечисленные выше устройства основаны на изменении реологических или оптических свойств молока в процессе коагуляции. Реологические устройства используют в своем составе точную механику. Оптические анализаторы не имеют по-

движных частей в своей конструкции, что является существенным преимуществом при выборе системы контроля коагуляции. Они работают по принципу количественного измерения проходящих сквозь эмульсию потоков монохромного излучения и имеют меньшую стоимость по сравнению с точными механическими или пьезодатчиками. Разработка оптических систем контроля коагуляции молочного белка является, на наш взгляд, актуальным направлением.

Целью данного исследования является изучение возможности мониторинга коагуляции молока с использованием комбинированного оптического сенсора при одновременном получении турбидиметрических и нефелометрических данных в ближней инфракрасной области с нескольких датчиков.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлось цельное непастеризованное молоко, приобретенное в одном из молочных хозяйств Кемеровской области. Заявленная поставщиком пищевая ценность в расчете на 100 г продукта составляла: белки – 2,6 г, жиры – 3,3 г, углеводы – 4,3 г. В качестве сычужного фермента использовался химозин под торговой маркой CHY-MAX (Chr. Hansen) в виде раствора активностью 8000 единиц.

Время свертывания молока после внесения необходимой концентрации сычужного фермента изучалось с помощью оптической инфракрасной системы (оптического коагулографа) собственного изготовления (рис. 1).

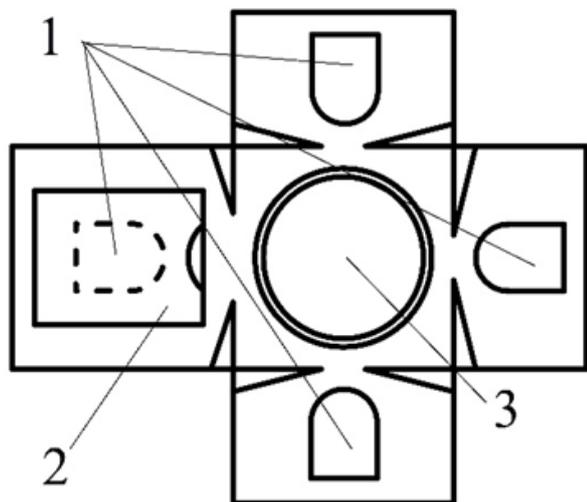


Рис. 1. Общая схема фотоячейки комбинированного оптического коагулографа:

- 1 – фотодиоды; 2 – источник излучения;
3 – пробирка для исследуемого образца

Фотоячейка коагулографа содержит фотодиодные приемники (1), расположенные под углами 0°, 90°, 180° (указан пунктиром) и 270° к оси потока инфракрасного излучения. В качестве источника излучения использовался полупроводниковый лазерный модуль, работающий на длине волны 940 нм.

Исследования коагуляции осуществлялись следующим образом. Подготовленный образец цель-

ного молока объемом 100 мл предварительно нагревали до 40 °С и перемешивали 1 мин на магнитной мешалке для получения более однородного распределения жира. Далее термостатировали образец при температуре (34±1) °С и вносили раствор химозина в количестве 0,01 мл, 0,02 мл или 0,03 мл. После перемешивания в течение 30 с часть молока объемом примерно 12 мл сливали в пробирку коагулографа. Пробирку с образцом помещали в фотоячейку устройства (рис. 1) и производили запись значений потоков излучения, регистрируемых фотодиодами.

Для первичной обработки токового сигнала с фотодатчиков собрана электронная схема преобразователя. Блок фотодиодов и преобразователь подключались к персональному компьютеру с помощью модуля сбора данных ZET210 (ZetLAB). Сбор данных производился непрерывно на частоте опроса датчиков 10 кГц. Усредненные за 0,1 с значения фиксировали в базе данных MSSQL.

Для каждой концентрации фермента выполняли по десять экспериментов и усредняли полученные результаты. Готовность сгустка определяли, используя виртуальный график, построенный в реальном времени с помощью прикладного программного обеспечения собственной разработки КоагуMilk. Оставшееся после отливания в пробирку молоко с внесенным ферментом использовалось для параллельного визуального контроля процесса коагуляции.

Результаты исследования и обсуждение

Одним из основных критериев оценки работоспособности метода является хорошая воспроизводимость результатов. Десять измерений, проведенных для каждой концентрации фермента, показали отклонение от средних значений, не превышающее 10 %. Однако эти отклонения, на наш взгляд, обусловлены не качеством измерений, а в основном погрешностью приготовления растворов ферментных препаратов. Усредненный результат представлен на рис. 2, 3 и 4 в виде коагулограмм, отражающих зависимость величины потока излучения, регистрируемого фотодатчиком, от времени, прошедшего после внесения фермента.

Процесс сычужного свертывания молока принято условно делить на несколько стадий [10, 11]. Первая – индукционный период, включающий ферментативную стадию и стадию скрытой коагуляции, в течение которого эмульсия практически не меняет реологических и оптических параметров. Более точные измерения показывают небольшое уменьшение вязкости молока во время ферментативной стадии [12]. Вторая стадия – массовая коагуляция и образование структуры молочного геля. Она характеризуется резким увеличением вязкости и оптической плотности молока [12, 13] и завершается возникновением сгустка. Третья стадия характеризуется упрочнением сгустка и, как следствие, увеличением его вязкоупругих модулей [14]. Четвертой стадией можно условно считать синерезис.

Продолжительность перечисленных стадий является определяющим фактором при постановке

зерна и напрямую влияет на технологию производства сыра. Далее рассмотрим, как анализ динамики изменения оптических свойств молока позволяет следить за интенсивностью процесса и определять степень готовности сгустка к дальнейшей технологической обработке.

Коагулограммы на рис. 2, 3 и 4 выглядят качественно одинаково. Кривые, соответствующие прямому (0°) и боковому рассеянию (90° и 270°), показывают уменьшение интенсивности рассеянного света в течение процесса коагуляции, при этом интенсивность обратного рассеяния (180°) увеличивается.

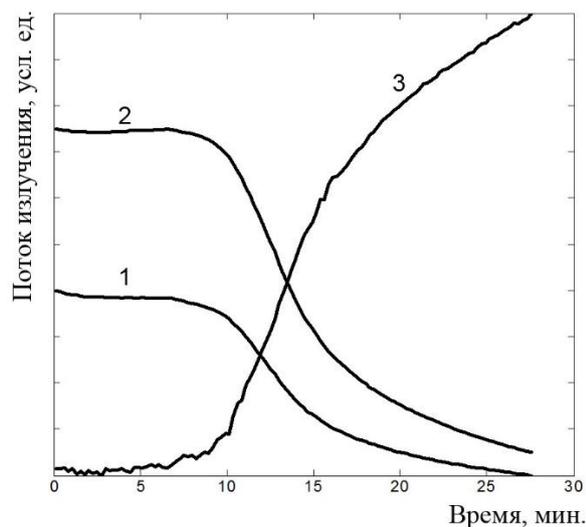


Рис. 2. Коагулограммы, полученные при концентрации раствора химозина 0,01 мл на 100 мл молока: 1 – сигнал с датчика 0° ; 2 – усредненный сигнал с датчиков 90° и 270° ; 3 – сигнал с датчика 180°

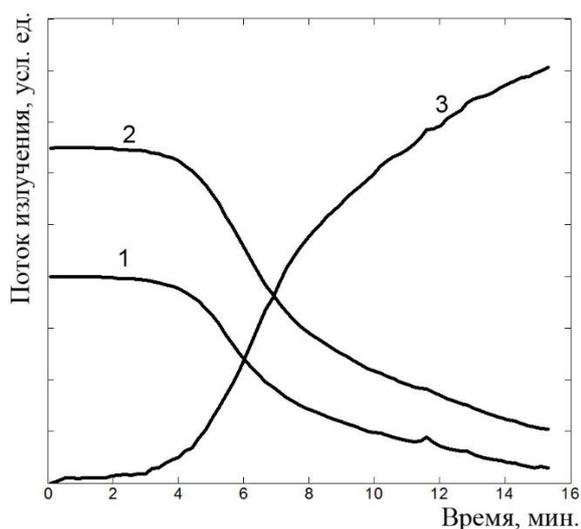


Рис. 3. Коагулограммы, полученные при концентрации раствора химозина 0,02 мл на 100 мл молока: 1 – сигнал с датчика 0° ; 2 – усредненный сигнал с датчиков 90° и 270° ; 3 – сигнал с датчика 180°

Поток излучения на рисунках представлен в условных единицах, так как рассеянное в различных направлениях излучение имеет различную

интенсивность. Интенсивность бокового рассеяния превышает интенсивность прямого рассеяния, поэтому для их нормализации необходим подбор коэффициентов усиления. Для компенсации существенно большей интенсивности обратного рассеяния использовался дополнительный аттенюатор. Таким образом, значения потоков излучения, рассеянного под различными углами, отражены в условных масштабах для наглядности.

Как видно из анализа кривых на рисунках, уменьшение прямого и бокового рассеяния в процессе коагуляции молока следует, по-видимому, связывать не с уменьшением прозрачности молока в результате увеличения поглощения потока излучения, а скорее, с усилением обратного рассеяния. Диффузное отражение за счет увеличения эффективной отражающей поверхности, связанной с ростом хлопьев и образованием стационарной структуры, уменьшает поток излучения внутрь объема молока и, как следствие, снижает интенсивность прямого и бокового рассеяния.

На рис. 2 индукционная стадия коагуляции продолжается 7–8 мин. Явная коагуляция характеризуется максимальной скоростью изменения регистрируемого потока излучения и заканчивается примерно в районе 15–17 мин. Дальнейшее более медленное изменение потока излучения соответствует стадии упрочнения сгустка.

Индукционный период коагуляции молока с добавлением двойной концентрации фермента (рис. 3) составляет примерно 3–4 мин, что соответствует обратной зависимости продолжительности индукционной стадии от концентрации молоко-свертывающего фермента. Стадия массовой коагуляции продолжается до 7–8 мин.

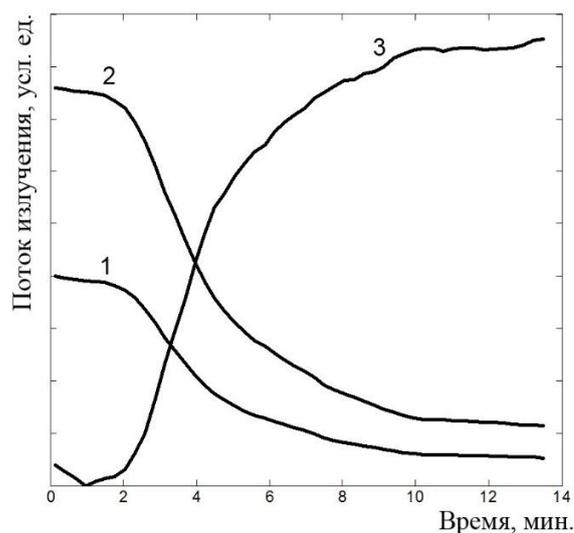


Рис. 4. Коагулограммы, полученные при концентрации раствора химозина 0,03 мл на 100 мл молока: 1 – сигнал с датчика 0° ; 2 – усредненный сигнал с датчиков 90° и 270° ; 3 – сигнал с датчика 180°

На рис. 4 представлены коагулограммы свертывания молока с тройной концентрацией фермента, индукционная стадия уменьшается примерно до 2,5

мин, что также неплохо согласуется с обратной зависимостью продолжительности этой стадии от концентрации фермента, особенно с учетом примерно минутной задержки для перемешивания молока с раствором фермента и заполнения колбы для образца. Явная коагуляция продолжается примерно до 5–6 мин, после чего начинается упрочнение сгустка. К моменту времени примерно 10–11 мин упрочнение практически завершается и устанавливается метастабильное равновесие, которое может быть разрушено механическим воздействием и должно сопровождаться выделением сыворотки. Таким образом, на рис. 4 представлены, в принципе, все четыре перечисленные выше стадии сычужной коагуляции молока.

Стоит отметить, что для трех изученных образцов продолжительность индукционной стадии близка к продолжительности стадии явной коагуляции.

Заключение

Разработан комбинированный оптический метод, позволяющий проводить надежный объектив-

ный мониторинг процесса коагуляции молока. Наличие нескольких датчиков, регистрирующих интенсивность рассеянного излучения под различными углами, позволяет получить более достоверные результаты.

Предварительные эксперименты показали, что оптический коагулограф позволяет определить скорость агрегации казеина и наглядно отобразить процесс коагуляции, а в перспективе рассчитать необходимое количество вносимого сычужного фермента для производства сыра. Стоит отметить возможность достаточно простой модернизации устройства до погружного исполнения в сырную ванну.

На основе анализа полученных данных сделан вывод о том, что уменьшение интенсивности прямого рассеяния инфракрасного излучения при коагуляции молока связано не с увеличением коэффициента поглощения излучения или ростом мутности среды, а с усилением обратного рассеяния излучения из-за увеличения коэффициента диффузного отражения вследствие роста размеров отражающих частиц.

Список литературы

1. Fox P. F., Guinee T. P., Cogan T. M. and McSweeney P. L. H. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publishers, Inc., 2000, 639 p.
2. Britz T.J., Robinson R.K. *Advanced Dairy Science and Technology*. Wiley-Blackwell, 2008, 312 p.
3. Остроумов, Л.А. Развитие фундаментальных основ технологий сыроделия / Л.А. Остроумов, А.М. Осинцев, В.И. Брагинский // *Известия Армянской сельскохозяйственной академии*. – 2003. – № 3/4. – С. 150–153.
4. O'Callaghan D.J., O'Donnell C.P., Payne F.A. Review of systems for monitoring curd setting during cheesemaking. *International Journal of Dairy Technology*, 2002, v. 55(2), pp. 65-74.
5. Lucey J.A. Formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*, 2002, v. 85, pp. 281-294.
6. O'Callaghan D. J., Mulholland E. P., Duffy A. P., O'Donnell C. P., Payne F. A. Evaluation of hot wire and optical sensors for on-line monitoring of curd firmness during milk coagulation. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 2001, v. 40(2), pp. 227-238.
7. Cecchinato A, Cipolat-Gotet C, Casellas J, Penasa M, Rossoni A, Bittante G. Genetic analysis of rennet coagulation time, curd-firming rate, and curd firmness assessed over an extended testing period using mechanical and near-infrared instruments. *Journal of Dairy Science*, 2013, v 96(1), pp 50–62.
8. Динамический формограф для реологических исследований в пищевой промышленности / А.М. Осинцев [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. – 2014. – № 2. – С. 20–24.
9. Pais V.F., Verissimo M.I.S., Oliveira J.A.B.P., Gomes M.S.R. Using acoustic wave sensors to follow milk coagulation and to separate the cheeses according to the milk origin. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2015, v. 207(B), pp. 1121–1128.
10. Bittante G., Contierob B., Cecchinato A. Prolonged observation and modelling of milk coagulation, curd firming, and syneresis. *International Dairy Journal*, 2013, v 29(2), pp 115–123.
11. Osintsev A. Theoretical and practical aspects of the thermographic method for milk coagulation research. *Food and Raw Materials*, 2014, v. 2(2), pp. 147-155.
12. de Kruif C. G. Supra-aggregates of casein micelles as a prelude to coagulation. *Journal of Dairy Science*, 1998, v. 81, pp. 3019–3028.
13. Lomholt S. B., Worning P., Øgendal L., Qvist K. B., Hyslop D. B., Bauer R.. Kinetics of the renneting reaction followed by measurement of turbidity as a function of wavelength. *Journal of Dairy Research*, 1998, v. 65, pp. 545-554.
14. Зависимость вязкоупругих свойств сычужных гелей от концентраций молочного жира и сухих веществ / А.М. Осинцев [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. – 2015. – № 2. – С. 53–61.

DEVELOPMENT OF COMBINED OPTICAL METHOD FOR MILK COAGULATION RESEARCH

I.V. Akulinin*, A.M. Osintsev, V.I. Braginsky

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

*e-mail: iliaakulinin@yandex.ru

Received: 20.03.2016

Accepted: 30.04.2016

Development of new methods and systems for control of physical properties of dairy products is a promising trend in the food industry. Using new methods of control improves product quality and helps to reduce manual labor at dairy plants. The aim of this study was to develop a methodology for monitoring of milk coagulation with combined infrared koagulograph. Whole unpasteurized milk was the object of our study. Chymosin solution with activity of 8,000 units under the CHY_MAX trademark was used as a coagulant. To control the process of rennet coagulation we used a combined nephelometer-turbidimeter of our own design. The technique of coagulation monitoring is based on receiving turbidimetric and nephelometric data from multiple optical sensors operating in the near infrared region of the spectrum. Data were recorded using a laboratory complex based on universal multichannel ZET210 data collection device. The flux data from the sensors were recorded in the database and displayed using the applied KoaguMilk software of our own design. Possible photocell set for the koagulograph is also described in the paper. As a demonstration of the method possibilities the dependence of coagulation on chymosin concentration has been analysed. The data on the effect of the rennet concentration on coagulation rate obtained under this study are found to be corresponding to the conventional data. This proves applied effectiveness of our optical method for milk clot structuring under the rennet coagulation. We obtained diagrams for dependence of the IR radiation flow on time under the rennet coagulation, showing a decrease in the degree of flux transmission in direct and sidewise scattering and increase in backscattering at the active stage of milk coagulation.

Milk coagulation, nephelometry, turbidimetry, infrared sensor, coagulograph

References

1. Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., McSweeney P.L.H. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen Publishers, Inc., 2000. 639 p.
2. Britz T.J., Robinson R.K. *Advanced Dairy Science and Technology*. Wiley-Blackwell Publ., 2008. 312 p.
3. Ostroumov L.A., Osintsev A.M., Braginsky V.I. Razvitiye fundamental'nykh osnov tekhnologiy syrodelyiya [Development of fundamentals of cheese making technology]. *Izvestiya Armyanskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Proceedings of the Armenian Agricultural Academy], 2003, nos 3/4, pp. 150–153.
4. O'Callaghan D.J., O'Donnell C.P., Payne F.A. Review of systems for monitoring curd setting during cheesemaking. *International Journal of Dairy Technology*, 2002, vol. 55, no. 2, pp. 65–74.
5. Lucey J.A. Formation and physical properties of milk protein gels. *Journal of Dairy Science*, 2002, vol. 85, pp. 281–294.
6. O'Callaghan D.J., Mulholland E.P., Duffy A.P., O'Donnell C.P., Payne F.A. Evaluation of hot wire and optical sensors for on-line monitoring of curd firmness during milk coagulation. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 2001, vol. 40, no. 2, pp. 227–238.
7. Cecchinato A., Cipolat-Gotet C., Casellas J., Penasa M., Rossoni A., Bittante G. Genetic analysis of rennet coagulation time, curd-firming rate, and curd firmness assessed over an extended resting period using mechanical and near-infrared instruments. *Journal of Dairy Science*, 2013, vol. 96, no. 1, pp. 50–62.
8. Osintsev A.M., Braginsky V.I., Baburchin D.S., Pirogov A.N. Dinamicheskiy formograf dlya reologicheskikh issledovaniy v pishchevoy promyshlennosti [Dynamic formograf for rheological studies in the food industry]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 2, pp. 20–24.
9. Pais V.F., Verissimo M.I.S., Oliveira J.A.B.P., Gomes M.S.R. Using acoustic wave sensors to follow milk coagulation and to separate the cheeses according to the milk origin. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2015, vol. 207(B), pp. 1121–1128.
10. Bittante G., Contierob B., Cecchinato A. Prolonged observation and modelling of milk coagulation, curd firming, and syneresis. *International Dairy Journal*, 2013, vol. 29, no. 2, pp. 115–123.
11. Osintsev A. Theoretical and practical aspects of the thermographic method for milk coagulation research. *Food and Raw Materials*, 2014, vol. 2, no. 2, pp. 147–155. DOI: 10.12737/547.
12. de Kruijff C. G. Supra-aggregates of casein micelles as a prelude to coagulation. *Journal of Dairy Science*, 1998, vol. 81, pp. 3019–3028.
13. Lomholt S. B., Worning P., Øgendal L., Qvist K. B., Hyslop D. B., Bauer R.. Kinetics of the renneting reaction followed by measurement of turbidity as a function of wavelength. *Journal of Dairy Research*, 1998, vol. 65, pp. 545–554.
14. Osintsev A.M., Braginsky V.I., Baburchin D.S., Rink V.V. Zavisimost' vyazkouprugikh svoystv sychuzhnykh geley ot kontsentratsiy molochnogo zhira i sukhikh veshchestv [The dependence of the viscoelastic properties of the gels rennet milk fat concentration and solids]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, no. 2, pp. 53–61.

Дополнительная информация / Additional Information

Акулинин, И.В. Разработка комбинированного оптического метода для исследования коагуляции молока / И.В. Акулинин, А.М. Осинцев, В.И. Брагинский // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 164–169.

Akulinin I.V., Osintsev A.M., Braginsky V.I. Development of combined optical method for milk coagulation research. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 164–169 (in Russ.).

Акулинин Илья Владимирович

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

Осинцев Алексей Михайлович

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой физики, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-32, e-mail: osintsev@kemtipp.ru

Брагинский Владимир Ильич

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

Цыа V. Akulinin

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

Aleksey M. Osintsev

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

Vladimir I. Braginsky

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



УДК 65.011.56

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.В. Ашмарова*, Е.А. Федулова

ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»,
650043, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

*e-mail: olga_ashmarova@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 01.04.2016

Дата принятия в печать: 10.05.2016

Статья посвящена сравнению автоматизированных информационных систем управления предприятиями пищевой промышленности. Цель работы заключалась в изучении опыта и выявлении возможностей применения автоматизированных информационных систем управления предприятиями пищевой промышленности. Использованы методы сравнительного анализа, дедукции, индукции, синтеза и анализа документов. Выполнена работа по сравнению следующих ERP-систем: «Галактика Пищевая промышленность», «1С: Предприятие», «ПАРУС Предприятие-8». Возможности, которые они предоставляют, заключаются в автоматизации оперативного планирования, учета и контроля. ERP-системы сокращают время принятия управленческих решений, ускоряют координацию производственных и управленческих процессов, что положительно сказывается на экономии затрат предприятий пищевой промышленности. Определены возможности, отличающие данные ERP-системы. «Галактика Пищевая промышленность» характеризуется широким функционалом. «1С: Предприятие» предоставляет специализированные решения для предприятий пищевой промышленности, а также возможности открытого кода. «ПАРУС Предприятие-8» учитывает в своем продукте специфические особенности разных направлений пищевой промышленности. В сравнении с ERP-системами в работе описана BPM-система «Инталев: Корпоративный менеджмент», которая предоставляет возможности автоматизации по управленческим задачам, а также стратегического планирования и выполнения аналитических операций. Приводятся примеры зарубежных АИС управления предприятием и программные продукты для малого бизнеса. Сделаны выводы об основных факторах, затрудняющих внедрение АИС управления на предприятиях пищевой промышленности. Ими выступают необходимость адаптации программных продуктов, на чем фокусируют свое внимание разработчики, и высокая стоимость внедрения данных АИС. Для смягчения влияния второго фактора приведены аргументы в пользу усиления применения программно-целевого подхода в информатизации предприятий пищевой промышленности.

Пищевая промышленность, автоматизированные информационные системы (АИС) управления, информатизация, ERP-система, BPM-система, оптимизация себестоимости, целевые программы

Введение

В настоящее время информационные технологии находят свое применение в различных сферах человеческой жизни. Процесс информатизации общества затрагивает множество людей, живущих в разных странах, трудящихся в различных сферах человеческой жизни. Информатизация общества характеризуется своим стремительным развитием и тесной связью с процессом глобализации.

Глобализация неразрывно связана с глобальными проблемами. Одной из них является необходимость обеспечения продовольственной безопасности. Для ее решения необходимо использовать различные методы, в том числе и те, которые предоставляют нам современные информационные технологии.

Пищевая промышленность является отраслью обрабатывающей промышленности. По данным Федеральной службы государственной статистики, в 2014 году в России на 62,2 % предприятий пищевой промышленности использовались системы электронного документооборота, что превышает средний показатель по России на 3,9 %. По сравне-

нию с 2011 годом темп роста данного показателя для пищевой промышленности составил 102 %. Удельный вес компаний, использовавших автоматический обмен данных между своими и внешними информационными системами, среди предприятий пищевой промышленности в 2014 году составил 64,4 % и превысил средний российский показатель на 11,7 %. Темп прироста данного показателя за период с 2011 года составил 191 %, что показывает рост интеграции предприятий пищевой промышленности в информационное пространство России. Однако в 2014 году лишь 38,8 % предприятий пищевой промышленности использовали интернет для размещения информации о товарах (работах, услугах), что ниже среднего российского показателя на 2,9 %. Наилучший результат по данному показателю отводится здравоохранению и предоставлению социальных услуг (66,9 %). При этом важно учитывать, что по доле предприятий, использующих интернет для оформления заказов на выпускаемые товары (работы, услуги), пищевая промышленность заняла в 2014 году первое место (46 %) и более чем в 2 раза превысила средний российский

показатель [1]. Это характеризует преимущественное использование информационных технологий в управлении предприятий пищевой промышленности для осуществления электронного взаимодействия с органами государственной власти. Существуют возможности расширения масштабов работы с поставщиками и потребителями посредством информационных технологий.

Важным компонентом применения информационных технологий в управлении предприятиями пищевой промышленности выступают автоматизированные информационные системы (далее – АИС) управления предприятием, адаптированные под потребности данной отрасли хозяйствования.

Однако исследователи применения информационных технологий в пищевой промышленности отводят большее внимание применению информационных технологий в производственных процессах на предприятиях. Так, Д.С. Дворецкий, В.Н. Долгунин, О.В. Зюзина, Е.И. Муратова, С.А. Нагорнов, Н.М. Страшнов и Е.В. Хабарова в своем совместном исследовании описывают технологии в аспекте ресурсосбережения при обработке зерна, использовании вторичных ресурсов молокоперерабатывающего предприятия, производства кондитерских изделий и биотоплива [2]. Вопрос адаптации АИС управления к нуждам предприятий пищевой промышленности рассмотрен не в полной мере, а лишь отдельные его аспекты. Например, С.Ю. Ксандопуло, С.Ю. Маринин, В.В. Новиков и А.Р. Степанян провели исследование повышения эффективности управления охраной труда с помощью автоматизированной системы документооборота на предприятиях пищевой промышленности [3]. В условиях постоянного совершенствования АИС управления организациями необходим сравнительный анализ существующих в настоящее время программных продуктов и выявление тенденций их дальнейшего развития.

Одним из основных преимуществ АИС управления предприятием выступает возможность оперативно в режиме реального времени отслеживать ситуацию, сложившуюся на нем. Данный факт важен для предприятий пищевой промышленности, так как проходящие на них технологические процессы ограничены строгими временными рамками, а сама продукция таких предприятий не предназначена для длительного хранения. Поэтому качество принятия оперативных решений выступает важнейшей характеристикой, обеспечивающей оптимизацию себестоимости продукции, а значит и успешное руководство таким предприятием.

Целью работы является выявление возможности применения АИС управления предприятиями пищевой промышленности, а также факторы, затрудняющие их использование.

Объект и методы исследования

Объектом исследования выступают АИС управления предприятиями, предметом – отраслевые решения АИС управления предприятиями, адаптированные под потребности пищевой промышленности. Адаптация АИС управления к предприятиям

пищевой промышленности заключается в учете ряда особенностей. К ним можно отнести высокую непрерывность и ритмичность производства, ограничение в создании запасов незавершенного производства, списание сырья и материалов по нормам на готовую продукцию, большую номенклатуру выпускаемой продукции и изменчивость в рецептуре, ведение учета более чем в одной единице измерения, интенсивное движение готовой продукции на складах, большое число контрагентов.

В исследовании используются следующие методы: сравнительный анализ, дедукция, индукция, синтез, анализ документов.

Результаты и их обсуждение

В условиях политики импортозамещения рассмотрим АИС управления, которые предлагают российские компании.

Компания «Галактика» предлагает отдельные отраслевые решения для предприятий пищевой промышленности, а также агропромышленного комплекса.

Решение корпорации «Галактика» для автоматизации предприятий пищевой промышленности функционирует с учетом особенностей бухгалтерского учета в отрасли. Направлено на решение задач снабжения и сбыта. Также позволяет формировать производственную программу и осуществлять контроль ее выполнения.

Решение «Галактика Пищевая промышленность» охватывает всю организационную структуру управления предприятия пищевой промышленности, а именно ее следующие звенья:

- генеральный директор;
- финансовый директор;
- главный инженер;
- директор по экономике;
- директор по производству;
- директор по качеству;
- главный бухгалтер;
- руководитель снабжения;
- руководитель сбыта;
- руководитель АСУ.

Модульность, мультиплатформенность и масштабируемость системы дают возможность гибко адаптировать ее использование при изменении бизнеса.

АИС «Галактика Пищевая промышленность» предоставляет следующие возможности:

- 1) формирование планов и бюджетов сбыта, производственную программу, план снабжения и отслеживание их выполнения по принципу «точно в срок»;
- 2) оптимизация платежного баланса предприятия;
- 3) учет особенностей сырья, корректировка рецептурных журналов, формирование производственных отчетов, контроль незавершенного производства;
- 4) планирование себестоимости продукции по сложным многоэтапным технологическим процессам, мониторинг фактических затрат, анализ с ис-

пользованием различных баз распределения накладных расходов;

5) увеличение оборачиваемости средств, ведение интенсивной круглосуточной отгрузки с автоматическим контролем задолженности клиентов;

6) ведение бухгалтерского и налогового учета, а также учета в международных стандартах *gaap*, *isa* и других для западных инвесторов, оптимизация налогообложения;

7) обеспечение «прозрачности» движения материальных и финансовых ресурсов, защита от несанкционированного увода денежных средств, сырья и готовой продукции.

Данное отраслевое решение имеет следующие особенности, позволяющие адаптировать его под потребности пищевой промышленности:

- возможность моделировать технологии производства продукции, автоматизированно формировать рецептуры;

- поддержка характеристик качества сырья и готовой продукции при расчете производственной программы: влажность, сортность, жирность, кислотность и др.;

- стыковка с автоматизированными системами управления технологическими процессами;

- управление качеством производимой продукции;

- возможность оптимизировать программу производства с учетом производственных мощностей;

- возможность контролировать сроки годности сырья и готовой продукции;

- управление транспортом и реализация схем «центровоза»;

- контроль обращения тары;

- возможность формировать отраслевую отчетность;

- стыковка с автоматизированными системами «мобильной дистрибуции»;

- возможность создавать территориально распределенные производства и сети дистрибуции.

Корпорация «Галактика» предоставляет следующие результаты анализа статистики внедрения по ранее автоматизированным предприятиям. Средний процент сокращения уровня условно-постоянных затрат составляет не менее 5 %. Снижение срока оборачиваемости оборотных средств достигает 12 %. Уровень неликвидных запасов на складе сокращается на 10–12 %. Общее снижение затрат составляет до 15 % годового оборота предприятия. Средняя стоимость внедрения АИС «Галактика Пищевая промышленность» составляет 380–400 тыс. рублей, при этом средняя стоимость одного модуля составляет 50 тыс. рублей. Итоговая стоимость внедрения АИС для предприятия рассчитывается индивидуально в зависимости от масштабов деятельности предприятия, штатной численности персонала и используемых модулей.

Решения корпорации «Галактика» внедрены на многих предприятиях агропромышленного комплекса и пищевой промышленности в России, Беларуси и Украины, в том числе Алейскзернопродукт им. С.Н. Старовойтова (Алтайский край), Гелиос

(г. Братск), Иркутский масложиркомбинат, Глубский мясокомбинат (Беларусь) и другие. Всего на официальном сайте представлено 24 отчета об успешном внедрении АИС на таких предприятиях [4].

Следующим рассмотренным нами продуктом является АИС «1С: Предприятие». Отраслевое решение для пищевой промышленности включает в себя следующие возможности, адаптирующие программный продукт «1С: Предприятие» под потребности пищевой промышленности:

- возможность поддерживать регулярные процессы S&OP (планирования продаж и операций);

- возможность перепланировать производство под актуальный «заказ на завтра»;

- возможность контролировать срок годности продукции;

- оптимизация транспортной логистики.

Для предприятий пищевой промышленности «1С: Предприятие» разработало АИС управления, адаптированные к условиям хозяйствования отдельных направлений пищевой промышленности. Так, разработаны специальные программы:

- 1С: Управление мукомольно-крупяным предприятием;

- 1С: Ликеро-водочный и винный завод;

- 1С: Управление птицефабрикой;

- 1С: Пивобезалкогольный комбинат;

- 1С: Молокозавод;

- 1С: Мясокомбинат;

- 1С: Рыбопереработка;

- 1С: Спиртовое производство;

- 1С: Хлебобулочное и кондитерское производство.

Кроме того, «1С: Предприятие» предоставляет открытый код, который позволяет специалистам предприятия самостоятельно адаптировать АИС с учетом собственных потребностей.

Средняя стоимость внедрения данных АИС управления предприятием составляет 230 тыс. рублей. Также при автоматизации предприятия пищевой промышленности с использованием решений «1С: Предприятие» возможно дополнительно использовать комплекс неадаптированных к пищевой промышленности программных продуктов, средняя стоимость которых находится в диапазоне от 30 до 200 тыс. рублей.

Адаптированные АИС управления «1С: Предприятие» внедрены на таких предприятиях пищевой промышленности России, как ООО ТД «Русский хлеб» (г. Москва), «Комбинат полуфабрикатов Сибирский Гурман» (г. Новосибирск), ООО «Объединенные пивоварни Хейнекен» и др. Оценить число предприятий пищевой промышленности, успешно внедривших АИС управления данной компании, достаточно сложно. Это обусловлено тем, что ряд компаний предоставляет внедрение и сопровождение продуктов «1С: Предприятие» по франшизе. Так, на сайте компании «Первый БИТ» представлено 17 отчетов об успешном внедрении данной АИС [5].

Далее рассмотрим АИС управления, предлагаемую предприятиям пищевой промышленности «Корпорацией ПАРУС», а именно «ПАРУС Пред-

приятие-8». Ее главными особенностями, важными для предприятий пищевой промышленности, по мнению разработчиков, является возможность ведения единой базы оперативного учета и раздельного бухгалтерского и налогового учета по неограниченному числу самостоятельных юридических лиц. Такая возможность позволяет управлять предприятиями пищевой промышленности, в которых имеются собственные структуры сбыта, выделенные в отдельные юридические лица. Ее осуществление основано на системе разграничения прав доступа сотрудников к информации в автоматизированной системе.

Также «Корпорация ПАРУС» делает акцент на возможности автоматического формирования бухгалтерской и налоговой отчетности, а также отчетности по стандартам МСФО и GAAP.

Решения «Корпорации ПАРУС» позволяют автоматизировать следующие виды операций:

- управлять закупками, складом и реализацией;
- вести бухгалтерский учет;
- производить расчет заработной платы;
- вести учет персонала и штатное расписание;
- управлять финансами;
- производить технико-экономическое планирование;
- вести учет фактических затрат;
- калькулировать себестоимость.

Дополнительные модули в АИС могут позволить автоматизировать управление отношениями с клиентами, а также транспортом, техническим обслуживанием и ремонтом. Хотя данные возможности важны для автоматизации управления предприятий пищевой промышленности, их нельзя рассматривать как уникальные особенности программных продуктов «Корпорации ПАРУС», адаптированные специально для предприятий отрасли. Эти особенности характерны в целом для АИС управления, предлагаемых разными разработчиками и ориентированных на предприятия, действующие в разных сферах деятельности. Хотя «Корпорация ПАРУС» не выделяет отдельными программными продуктами решения для пищевой промышленности, разработчики заявляют о возможности адаптации не только к потребностям самой пищевой промышленности, но и следующих ее подвидов: мукомольная (комбинированная), хлебопекарная, кондитерская, ликеро-водочная и винодельческая, пивобезалкогольная, масложировая, мясоперерабатывающая, молочная, птицеводство.

На официальном сайте «Корпорации ПАРУС» представлен список из 15 предприятий пищевой промышленности, использующих данный программный продукт, в том числе хлебокомбинат «Восход» (г. Новосибирск), Томскпиво, Кондитерская фабрика им. Крупской (г. Санкт-Петербург).

Средняя стоимость одного модуля серверной части «ПАРУС Предприятие-8» составляет 86 тыс. рублей, а средняя стоимость одного модуля клиентской части – 28 тыс. рублей. Согласно статистике разработчиков, внедрение АИС управления

«ПАРУС Предприятие-8» позволяет достичь до 25 % экономии материальных ресурсов предприятия за счет сокращения трудоемкости учетных операций [6].

Все три вышеописанные АИС управления относятся к ERP-системам (enterprise resource planning, планирование ресурсов предприятия). Они ориентированы на автоматизацию в первую очередь процесса планирования и учета затрат, а также результатов деятельности. В автоматизации данных процессов заключаются их основные возможности, а также в интеграции с управлением взаимоотношениями с клиентами (CRM-система, customer relationship management).

Далее рассмотрим BPM-систему (англ. Business Process Management, управление бизнес-процессами) «Инталев: Корпоративный менеджмент». Она предоставляет возможность интеграции основных сфер управления предприятием: стратегическое планирование и разработку KPI, управлением финансами, контроль продаж, управление персоналом. Особенность данной программы – ориентация на достижение стратегических целей предприятия. В отличие от трех вышеописанных программ «Инталев: Корпоративный менеджмент» адаптировано не под структурные звенья предприятия, а под основные задачи управления, под такие объекты управления, как:

- финансы;
- продажи, маркетинг и сервис;
- документы;
- человеческие ресурсы;
- бизнес-процессы;
- проекты;
- основные средства технического обслуживания и ремонт;
- эффективность бизнеса.

«Инталев: Корпоративный менеджмент» адаптируется под потребности пищевой промышленности, концентрируя внимание на решении трех ключевых задач. Первая из них заключается в оптимизации себестоимости. При этом основное внимание концентрируется на оптимизации затрат на сырье и материалы, которые составляют до 80 % в себестоимости продукции предприятий пищевой промышленности. Контроль цен на сырье с учетом фактора сезонности осуществляется данной программой посредством бюджетирования и постановки стратегических целей. Планирование происходит на основе поставленной цели с учетом заданных показателей. Например, для запланированного объема производства с учетом определенной себестоимости программа рассчитывает объем закупок и потребность в остальных ресурсах исходя из нормативов и цен на рынке.

Вторая задача заключается в постоянном контроле рентабельности разных видов продукции. Программа формирует ассортиментную матрицу, в которой накапливает данные о движении продукции на складе в аналитических аспектах, выбранных для отчетности. Также программа позволяет производить анализ каналов и сегментов сбыта, рассчитать в динамике рентабельность сегментов

по категориям, по регионам, по наличию специальных условий.

Третья задача заключается в получении своевременной и достоверной отчетности. Программа предоставляет возможность проведения факторного анализа затрат, осуществления постепенного перехода на МСФО, составления консолидированной отчетности по всем дочерним предприятиям, проверки полноты и достоверности отчетности, возможность расшифровки данных из любого отчета вплоть до первичных.

Важно отметить, что «Инталев: Корпоративный менеджмент» интегрируется с рядом программ, в том числе с «1С: Предприятие».

Стоимость внедрения программы рассчитывается индивидуально. Она, так же как и в случае «ПАРУС Предприятие-8», включает в себя стоимость базовой поставки и лицензии на одно рабочее место. Предлагаются четыре варианта базовой поставки: «Малый бизнес», «Стандарт», «Проф» и «Бизнес».

Продукт «Инталев: Корпоративный менеджмент» успешно внедрен на ряде предприятий пищевой промышленности, в том числе ЗАО «Аграрная группа» (г. Томск), ЗАО «Агро-фин» (г. Новосибирск), «Группа компаний Danone в России» [7].

Далеко не каждое предприятие пищевой промышленности может выделить средства на внедрение вышеописанных АИС управления. Для предприятий малого бизнеса существует программное обеспечение, позволяющее провести автоматизацию и осуществлять оперативное управление, не вкладывая при этом столь значительные средства. К ним можно отнести такие программные продукты, как «Мой склад» или «Битрикс24». Они предполагают ежемесячную плату за использование в пределах от 500 до 11 000 рублей, ориентированы на хранение данных на облачных серверах и адаптированы к работе предприятий малого бизнеса. Безусловно, для таких продуктов не характерна адаптация под потребности предприятий пищевой промышленности.

Кроме решений российских компаний, предприятия пищевой промышленности также могут обратиться к зарубежным АИС управления, таким как Oracle, Project Expert, SAP. Однако начиная с 2014 года в условиях резкого изменения курса валют стоимость их внедрения для российских компаний существенно возросла. При этом возможность адаптации данных программных продуктов под потребности пищевой промышленности происходит на этапе разработки индивидуального проекта с учетом потребностей конкретного предприятия. Поэтому в данной работе были рассмотрены именно российские программные продукты.

Подводя итоги, подчеркиваем, что основные возможности, которые предоставляют предприятиям пищевой промышленности ERP-системы, заключаются в автоматизации оперативного планирования, учета и контроля. При этом каждый из описанных программных продуктов предлагает свои специфические особенности. АИС «Галактика Пищевая промышленность» предоставляет широ-

кий функционал, ориентированный на предприятия пищевой промышленности в целом. «1С: Предприятие» фокусируется на отдельных направлениях пищевой промышленности и предлагает специализированные программные продукты с возможностями открытого кода. «Корпорация ПАРУС» стремится воплотить в своем едином программном продукте условия функционирования разных направлений пищевой промышленности, не выделяя в настоящее время их в отдельные решения.

«Инталев: Корпоративный менеджмент» является ВРМ-системой, что позволяет ему не только учитывать особенности функционирования предприятий пищевой промышленности в индивидуальных проектах внедрения, но и предоставлять возможности по автоматизации в зависимости от задач управления, концентрируясь на стратегическом планировании и используя различные аналитические инструменты, такие как факторный анализ. Также предприятие пищевой промышленности с учетом своих потребностей может обратиться с целью автоматизации своей системы управления в зарубежные компании, а предприятия малого бизнеса – к компаниям, ориентированным на их финансовые возможности и управленческие потребности.

В настоящее время рынок АИС управления развивается и спектр возможностей по автоматизации неуклонно расширяется. Вместе с тем происходит большая адаптация программных продуктов под потребности определенных отраслей, в том числе и пищевой промышленности. Однако решение проблемы необходимости адаптации программных продуктов и расширение функционала ведет к росту стоимости их внедрения. Значительные затраты на внедрение АИС управления являются основным фактором, замедляющим их активное внедрение, при этом важно учитывать, что последующее их грамотное использование способно обеспечить существенную экономию для предприятия.

Так, в 2014 году, согласно данным Федеральной службы государственной статистики в пищевой промышленности, затраты на приобретение программных средств составили 15,8 % от всех затрат предприятий на информационные и коммуникационные технологии. В абсолютном выражении их объем составил 3082,8 млн рублей [1].

Важно обратить внимание, что информатизация российского общества является стратегическим направлением применения программно-целевого подхода на государственном уровне. Государственная программа «Информационное общество (2011–2020)» предполагает выделение целевого финансирования на автоматизацию управления в организациях, действующих в других сферах общества [8]. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы предполагает в данном направлении лишь создание государственной автоматизированной информационной системы в сфере обеспечения продовольственной безопасности Российской

Федерации, в том числе по организации мониторинга в сфере госзакупок в рамках подпрограммы 10 «Развитие оптово-распределительных центров и инфраструктуры системы социального питания». Также в ее рамках реализуется подпрограмма 5 «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие, направленная на совершенствование технологий производственных процессов» [9].

В связи с тем, что обеспечение продовольственной безопасности страны тесно связано с оптимизацией себестоимости продукции пищевой промышленности, которую возможно осуществить, в том числе за счет внедрения АИС управления, при применении программно-целевого подхода в информатизации общества в России необходимо рассмотреть возможность закрепления данного направления финансирования в одной из соответствующих целевых программ.

Таким образом, можно констатировать, что АИС управления разных компаний достаточно адаптированы к условиям хозяйствования пищевой промышленности. При этом процесс их адаптации имеет дальнейшее развитие с сохранением тенденции как к специализации по направлениям отрасли, так и к переходу к более сложным системам с аналитическим функционалом для осуществления стратегического планирования. Основным фактором, затрудняющим внедрение данных АИС управления, выступает высокая стоимость их внедрения. Сами системы в последующем позволяют достичь существенной экономии затрат предприятий пищевой промышленности. Это несет положительный эффект для достижения стратегической задачи обеспечения продовольственной безопасности страны, поэтому рекомендуется учитывать данные показатели при дальнейшем применении программно-целевого подхода в информатизации в России.

Список литературы

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (Дата обращения: 08.05.2016).
2. Ресурсосберегающие технологии – основа конкурентоспособности современной пищевой и перерабатывающей промышленности / Д.С. Дворецкий, В.Н. Долгушин, О.В. Зюжина, Е.И. Муратова, С.А. Нагорнов, Н.М. Страшнов, Е.В. Хабарова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 282–291.
3. Повышение эффективности управления охраной труда с помощью автоматизированной системы документооборота на предприятиях пищевой промышленности / С.Ю. Ксандопуло, С.Ю. Маринин, В.В. Новиков, А.Р. Степанян // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 4 (322). – С. 109–111.
4. Официальный сайт корпорации «Галактика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.galaktika.ru/> (Дата обращения: 03.05.2016).
5. Официальный сайт компании «Первый БИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kemerovo.lcbit.ru/> (Дата обращения: 04.05.2016).
6. Официальный сайт корпорации «ПАРУС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.parus.com/> (Дата обращения: 04.05.2016).
7. Официальный сайт международной группы компаний «Инталев» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intalev.ru/> (Дата обращения: 08.05.2016).
8. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 313 (ред. от 17.06.2015) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162184/ (Дата обращения: 02.05.2016).
9. Постановление Правительства РФ от 19.02.2014 № 1421 «О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mcx.ru/navigation/docfeeder/show/342.htm> (Дата обращения: 08.05.2016).

AUTOMATED MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS AT FOOD ENTERPRISES

O.V. Ashmarova*, E.A. Fedulova

*Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650043, Russia*

**e-mail: olga_ashmarova@mail.ru*

Received: 01.04.2016

Accepted: 10.05.2016

The article is devoted to the comparison of automated information management systems for food enterprises. The aim of the research is to study the experience and the identification of possibilities for application of automated information management systems for food enterprises. The methods of comparative analysis, deduction, induction, synthesis and analysis of documents are applied. The work on the comparison of the following ERP-systems: “Galaktika Food Industry”, “1C: Enterprise”, “PARUS: Enterprise-8” is completed. Possibilities that they provide are the automation of operational planning, accounting and control. ERP-system reduces the time management decision-making, accelerates the coordination of production and management processes which positively affects the cost savings of the food enterprises. Possibilities that distinguish this ERP-system are defined. “Galaktika Food Industry”

is characterized by broad functionality. “1C: Enterprise” provides specialized solutions for food enterprises and open source options as well. “PARUS: Enterprise-8” takes into account specific characteristics of different areas of the food industry in its product. Compared with ERP-systems, BPM-system “Intalev: Corporate Management” is described in the work. It offers the possibility of automating management tasks, as well as strategic planning and implementation of analytical operations. There are examples of foreign automated information management systems and enterprise management software for small businesses. The conclusions about the main factors that hinder the implementation of automated information management systems at food enterprises are made. These are the need for software adaptation on which the developers are focused, and the high cost of automated information management systems introduction. To mitigate the impact of the second factor arguments in favor of program-oriented approach intensification in food enterprise informatization are given.

Food industry, automated information management systems (AIMS), informatization, ERP-system, BPM-system, cost optimization, purpose-oriented programs

References

1. *Ofitsial'nyy sayt Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki* [The official website of the Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru/>. (accessed 8 May 2016).
2. Dvoretzkiy D.S., Dolgunin V.N., Zyuzina O.V., Muratova E.I., Nagornov S.A., Strashnov N.M., Khabarova E.V. Resursoberegayushchie tekhnologii – osnova konkurentosposobnosti sovremen-noy pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti [Resource-saving technologies as the basis of competitiveness of modern food processing industry]. *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice Vernadsky University], 2013, no. 3(47), pp. 282–291.
3. Ksandopulo S.Yu., Marinin S.Yu., Novikov V.V., Stepanyan A.R. Povyshenie effektivnosti upravleniya okhranoy truda s pomoshch'yu avtomatizirovannoy sistemy dokumentooborota na predpriyatiyakh pishchevoy promyshlennosti [Improving OSH management efficiency through automated document management system in the food industry]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [Transactions of Higher Educational Institutions, Food Technology], 2011, no. 4, pp. 109–111.
4. *Ofitsial'nyy sayt korporatsii «Galaktika»* [The official website of a corporation “Galaktika”]. Available at: <http://www.galaktika.ru/>. (accessed 3 May 2016).
5. *Ofitsial'nyy sayt kompanii «Pervyy BIT»* [The official website of a company “First BIT”]. Available at: <http://kemerovo.1cbit.ru/>. (accessed 4 May 2016).
6. *Ofitsial'nyy sayt korporatsii «PARUS»* [The official website of a corporation “PARUS”]. Available at: <http://www.parus.com/>. (accessed 4 May 2016).
7. *Ofitsial'nyy sayt mezhdunarodnoy gruppy kompaniy «Intalev»* [The official website of an international group of companies “Intalev”]. Available at: <http://www.intalev.ru/>. (accessed 8 May 2016).
8. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 15.04.2014 goda. № 313 «Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Informatsionnoe obshchestvo (2011-2020 gody)»* [Russian Federation Government Resolution 15.04.2014, no. 313 “On approval of the state program of the Russian Federation Information Society (2011-2020)”] Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162184/. (accessed 2 May 2016).
9. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 19.02.2014. № 1421 «O vnesenii izmeneniy v Gosudarstvennuyu programmu razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013-2020 gody»* [Russian Federation Government Resolution 19.02.2014, no. 1421 “On amendments to the State program of agricultural development and regulation of agricultural products, raw materials and foodstuffs for 2013–2020”]. Available at: <http://www.mcx.ru/navigation/docfeeder/show/342.htm>. (accessed 8 May 2016).

Дополнительная информация / Additional Information

Ашмарова, О.В. Возможности применения автоматизированных информационных систем управления предприятиями пищевой промышленности / О.В. Ашмарова, Е.А. Федулова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41. – № 2. – С. 170–176.

Ashmarova O.V., Fedulova E.A. Automated management information systems at food enterprises. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 41, no. 2, pp. 170–176 (in Russ.).

Ашмарова Ольга Викторовна

магистрант направления «Экономика», направленность «Финансовая экономика», ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», 650043, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

Федулова Елена Анатольевна

д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры финансов и кредита, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», 650043, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

Olga V. Ashmarova

Master student, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650043, Russia

Elena A. Fedulova

Dr.Sci.(Econ.), Associate Professor, Professor of the Department of Finance and Credit, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650043, Russia



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.

4. Аннотация (150–250 слов). Отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований.

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

«Введение» – часть, в которой приводят краткий обзор материалов (публикаций), связанных с решаемой проблемой, и обоснование актуальности исследования. Ссылки на цитированную литературу даются по порядку номеров (с № 1) в квадратных скобках. При цитировании нескольких работ ссылки располагаются в хронологическом порядке. Необходимо четко сформулировать цель исследования.

«Объект и методы исследования»:

■ для описания экспериментальных работ – часть, которая содержит сведения об объекте исследования, последовательности операций при постановке эксперимента, использованных приборах и реактивах. При упоминании приборов и оборудования указывается название фирмы на языке оригинала и страны (в скобках). Если метод малоизвестен или значительно модифицирован, кроме ссылки на соответствующую публикацию, дают его краткое описание;

■ для описания теоретических исследований – часть, в которой поставлены задачи, указываются сделанные допущения и приближения, приводится вывод и решение основных уравнений. Раздел не следует перегружать промежуточными выкладками и описанием общеизвестных методов (например, методов численного решения уравнений, если они не содержат элемента новизны, внесенного авторами);

«Результаты и их обсуждение» – часть, содержащая краткое описание полученных экспериментальных данных. Изложение результатов должно заключаться в выявлении обнаруженных закономерностей, а не в механическом пересказе содержания таблиц и графиков. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени. Обсуждение не должно повторять результаты исследования. В конце раздела рекомендуется сформулировать основной вывод, содержащий ответ на вопрос, поставленный в разделе «Введение».

Текст статьи должен быть набран стандартным шрифтом Times New Roman, кегль 10, межстрочный интервал – одинарный, поля – 2 см. Текст набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в MS Word одним объектом, а не состоять из частей. Необходимо придерживаться стандартного стиля символов и индексов: английские – курсивом (*Italic*), русские и греческие – прямым шрифтом, с указанием строчных и прописных букв, верхних и нижних индексов. Химические формулы набираются 9-м кеглем, математические – 10-м. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.bmp. Подрисовочная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Таблицы, графики и диаграммы не должны превышать по ширине 8 см. Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

7. Список литературы. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте. В тексте статьи дается порядковый номер источника из списка цитируемой литературы в квадратных скобках. Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

Не рекомендуется использовать более трех интернет-источников, а также литературу, с момента издания которой прошло более 10 лет.

В список литературы не включаются неопубликованные работы, учебники, учебные пособия и тезисы материалов конференций.

8. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

9. E-mail ответственного автора.

10. На английском языке необходимо предоставить следующую информацию:

- заглавие статьи;
- инициалы и фамилии авторов;
- текст аннотации;
- ключевые слова (key words);
- название учреждения (с указанием почтового адреса).

Рукопись следует тщательно выверить и подписать всем авторам на первой странице основного текста. В случае несоответствия оформления статьи предъявляемым требованиям статья не публикуется. Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

1) электронная версия статьи в программе MS Word 2003. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов;

2) распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии. В случае обнаружения расхождений редакция ориентируется на электронный вариант рукописи статей;

3) сведения об авторах (на русском и английском языках): фамилия, имя, отчество каждого соавтора, место и адрес работы с указанием должности, структурного подразделения, ученой степени, звания; контактный телефон, домашний адрес, электронная почта, дата рождения. Звездочкой указывается автор, с которым вести переписку. Файл следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП_Анкета.doc;

4) сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала на бланке направляющей организации с указанием даты регистрации и исходящего номера с заключением об актуальности работы и рекомендациями к опубликованию с подписью руководителя учреждения;

5) рецензия на статью, оформленная согласно образцу, от внешнего рецензента. Подпись внешнего рецензента заверяется соответствующей кадровой структурой.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 613. 292: [613. 26+637. 344]

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ ДИКORAСТУЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ**

С.М. Лупинская*, Л.А. Кузнецова

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

*e-mail: lupinskaia@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 03.02.2015

Дата принятия в печать: 15.03.2015

Белковый состав дикорастущих растений достаточно разнообразен ... (продолжение аннотации).

Композиции дикорастущего сырья, крыжовник ... (ключевые слова – не более 9).

Введение

В последние годы стремительно растет производство ...

Целью работы являлось разработка композиций дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров.

Объект и методы исследования

Объектами исследования...

Результаты и их обсуждение

Состав композиций устанавливали на основании органолептических исследований ...

Предложены композиции дикорастущего сырья ...

Список литературы

1. Остроумов, Л.А. Плавленые сыры с растительным сырьем /Л.А. Остроумов, Л.Н. Азолкина // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 5. – С. 14–15.

2. Роздова, В.Ф. Растительные белки в составе плавленых сырных продуктов / В.Ф. Роздова // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 3. – С. 36–37.

**DEVELOPMENT OF COMPOSITION OF WILD-GROWING RAW MATERIALS
FOR INCREASE BIOLOGICAL VALUE OF PROCESSED CHEESES**

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

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

*e-mail: lupinskaia@mail.ru

Received: 03.02.2015

Accepted: 15.03.2015

The proteinaceous structure of wild-growing plants is very various. Some grassy wild-growing plants have rather high protein content.....

Compositions of wild-growing raw materials, gooseberry.....

References

1. Ostroumov L.A., Azolkina L.N. Plavlenye syry s rastitel'nym syr'em [Processed cheese with vegetal raw materials]. Cheesemaking and butter, 2007, no5, pp. 14-15. (In Russ.).

2. Rozdova V.F. Rastitel'nye belki v sostave plavlennyh syrnyh produktov [Vegetal proteins in the composition of processed cheese products]. Cheesemaking and butter, 2009, no 3, pp. 36-37. (In Russ.).

Дополнительная информация / Additional Information

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

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

Лупинская Светлана Михайловна

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

Кузнецова Лилия Александровна

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

Svetlana M. Lupinskaya

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

Lilia A. Kuznetsova

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ
(FOOD PROCESSING: TECHNIQUES AND TECHNOLOGY)
№ 2 (41), 2016**

Ответственный за выпуск *Е.В. Дмитриева*

Литературный редактор *А.В. Дюмина*

Компьютерная верстка и оформление обложки *О.П. Долгополова*

Учредитель:

Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)

Адрес учредителя:

650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47,
Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)

Подписано в печать 16.06.2016.

Дата выхода в свет 16.06.2016. Формат 60×84^{1/8}.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Печать офсетная. Усл. п. л. 22,5. Уч.-изд. л. 21,0.

Тираж 300 экз. Заказ № 43. 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