

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**ТЕХНИКА  
И ТЕХНОЛОГИЯ  
ПИЩЕВЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ  
№ 1 (32), 2014**

**Научно-технический  
журнал**

Издается с 1998 года

**Главный редактор**

**А.Ю. Просеков**, доктор техниче-  
ских наук, профессор, лауреат пре-  
мии Правительства РФ в области  
науки и техники

**Зам. главного редактора**

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

**Редакционная коллегия:**

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

**Г.Б. Гаврилов**, доктор технических  
наук, заслуженный работник пище-  
вой индустрии;

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

**Г.А. Жданова**, кандидат педагоги-  
ческих наук, доцент;

**В.П. Зотов**, доктор экономических  
наук, профессор;

**В.Н. Иванец**, доктор технических  
наук, профессор; заслуженный дея-  
тель науки, почетный работник  
высшего профессионального обра-  
зования РФ;

**Т.А. Краснова**, доктор техниче-  
ских наук, профессор; заслуженный  
эколог РФ, почетный работник  
высшего профессионального обра-  
зования РФ;

**Л.А. Маюрникова**, доктор техниче-  
ских наук, профессор;

**Л.А. Остроумов**, доктор техниче-  
ских наук, профессор; заслуженный  
деятель науки и техники, лауреат  
премии Правительства РФ в области  
науки и техники;

**В.М. Позняковский**, доктор биоло-  
гических наук, профессор; заслу-  
женный деятель науки, почетный  
работник высшего профессиональ-  
ного образования РФ;

**В.А. Помозова**, доктор технических  
наук, профессор;

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

**Л.В. Терещук**, доктор технических  
наук, профессор;

**Б.А. Федосенков**, доктор техниче-  
ских наук, профессор;

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

<i>Бибик И.В., Лоскутова Е.В.</i> Научное обоснование количества внесения дигидрокверцетина при разработке технологии кваса «Виноградный»	5
<i>Гринькова Г.В., Марцеха Е.В., Шелепов В.Г.</i> Товароведная характери- стика субпродуктов дикого северного оленя	11
<i>Драгунова М.М., Брехова В.П.</i> Метод переработки вторичного колла- генсодержащего сырья с использованием дрожжей <i>Clavispora lusita- niae</i> Y3723	18
<i>Иванов С.В., Кишенько И.И., Крыжова Ю.П.</i> Обоснование рецептур- ных компонентов многофункциональных рассольных коллоидных сис- тем цельномышечных мясных продуктов	22
<i>Ивашина О.А., Терещук Л.В., Трубникова М.А., Старовойтова К.В.</i> Исследование влияния компонентов молока на показатели качества растительно-сливочного спреда	30
<i>Ивкова И.А., Пиляева А.С., Копылов Г.М.</i> Разработка технологии сухого кисломолочного (сметанного) продукта	35
<i>Казаков И.О., Киселева Т.Ф., Унцикова Т.А., Цветков Е.В.</i> Безалко- гольные напитки на основе полизернового сырья	40
<i>Короткий И.А., Гунько П.А., Валиахмедов Т.З.</i> Исследование процессов выделения белков и лактозы из молочной сыворотки	44
<i>Коршенко Л.О., Чижикова О.Г., Танашкина Т.В., Доценко С.М., Абулаева Н.Н., Семеновта А.А.</i> Обоснование использования гречнево- го солода при разработке композиции хлебопекарного улучшителя	49
<i>Лисин П.А., Мусина О.Н., Кистер И.В.</i> Структурно-механическая и термодинамическая характеристика биойогурта	54
<i>Наумова Н.Л., Позняковский В.М.</i> Об эффективности витаминизации булочных изделий, обогащенных селеном	60
<i>Патракова И.С., Гуринович Г.В., Алексеевнина О.Я.</i> Изучение функ- циональных свойств мяса в зависимости от состава посолочной смеси	68
<i>Плеханова Е.А., Банникова А.В., Шестопалова Н.Е., Птичкина Н.М.</i> Взбитый десерт на основе молочной сыворотки с пищевыми волокнами Citri-Fi	73
<i>Рябова А.Е., Галстян А.Г., Малова Т.И., Радаева И.А., Туровская С.Н.</i> К вопросу о гетерогенной кристаллизации лактозы в технологиях гс- тущенных молочных продуктов с сахаром	78
<i>Сергеева И.Ю.</i> Применение хитозана для стабилизации коллоидной системы напитков	84
<i>Шабурова Г.В., Курочкин А.А., Воронина П.К.</i> Повышение технологи- ческого потенциала несоложенных зернопродуктов	90

**ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ  
И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

<i>Бабеньшев С.П., Емельянов С.А., Жидков В.Е., Мамай Д.С., Владыкина Ю.А.</i> Ультрафильтрация смеси сока клубней топинамбура и молочной сыво- ротки на полимерных мембранах	97
<i>Расцепкин А.Н., Короткий И.А., Короткая Е.В.</i> Влияние режимов низ- котемпературной обработки на качественные показатели ягод черной смородины	101
<i>Смирнова И.А., Гралевская И.В., Афанасьева Е.О.</i> Оптимизация про- цесса охлаждения кисломолочных продуктов	106
<i>Сорокопуд А.Ф., Сорокопуд В.В., Плотников И.Б., Плотникова Л.В.</i> Модернизация линии производства плодово-ягодных экстрактов	110
<i>Черевко А.И., Скрытник В.А., Фарисеев А.Г.</i> Влияние электроосмоса на процессы массопроводности в свином мясе	115

Ответственный за выпуск  
**Е.В. Дмитриева**  
Компьютерная верстка  
**Е.П. Лопатин**  
Литературный редактор  
**Ю.Н. Тулупов**

Выходит 4 раза в год  
ISSN 2074-9414

*Учредитель:*

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

*Адрес редакции:*

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

*Адрес издателя:*

650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (КемТИПП)

*Адрес типографии:*

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

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

*Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-48255 от 19 января 2012 г.*

Выдано *Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций*

Подписано в печать 25.02.2014.  
Дата выхода в свет 25.02.2014.  
Усл. п. л. 20,9. Уч.-изд. л. 24,0.  
Тираж 300 экз. Заказ № 147  
Цена свободная.

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

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

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (КемТИПП), г. Кемерово, б-р Строителей, 47  
© КемТИПП, 2014

## ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

- Астракова Т.В., Хитова Н.В.* Определение ионов тяжелых металлов в ягодах облепихи 121  
*Шкопоров А.Н., Ефимов Б.А., Хохлова Е.В., Черная З.А., Постникова Е.А., Белкова М.Д.* Влияние приема пробиотических бактерий рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* на состав микрофлоры кишечника у здоровых людей 126

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ

- Егорова Е.Ю., Бочкарев М.С., Резниченко И.Ю.* Определение технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур пищевого назначения 131  
*Киселева Т.Ф., Иголинская О.А., Бастрон Е.В.* Неопределенность при оценке соответствия содержания консервантов в винах требованиям нормативных документов 139  
*Науменко Е.А., Анохина О.Н.* Исследование микробиологических и органолептических показателей в процессе хранения замороженных рыбных полуфабрикатов 144

## ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ

- Краснова Т.А., Гора Н.В., Голубева Н.С.* Исследование адсорбции галловой кислоты на активных углях 148  
*Шачнева Е.Ю., Магомедова З.А., Малачиева Х.З.* Изучение физико-химических свойств частиц карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) в водных растворах 152

## ЭКОНОМИКА

- Плосконосова Е.А.* Модернизация экономики России: выбор приоритетных направлений с позиции системного подхода 157

## ИНФОРМАЦИЯ

- Сведения об авторах..... 163  
Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей..... 176  
Требования к оформлению статьи..... 178

**TECHNIQUES AND  
TECHNOLOGY OF FOOD  
PRODUCTION****№ 1 (32), 2014****Scientific technical  
Journal**

Issued since 1998

**Editor-in-Chief****A.Yu. Prosekov**, Doctor of technical sciences, professor, a recipient of The RF Government Prize in the domain of science and engineering**Deputy-chief editor****E.A. Zhidkova**, Candidate of economic sciences, associate professor**Editorial board members:****P.P. Baranov**, Candidate of economic sciences, associate professor;**G.B. Gavrilov**, Doctor of technical sciences, Honoured Worker of Food Industry;**G.V. Gurinovich**, Doctor of technical sciences, professor;**G.A. Zhdanova**, Candidate of pedagogical sciences, associate professor;**V.P. Zotov**, Doctor of economic sciences, professor;**V.N. Ivanets**, Doctor of technical sciences, professor, Honoured Scientist, Honorary Worker of Higher Vocational Education of RF;**T.A. Krasnova**, Doctor of technical sciences, professor, Honoured Ecologist of RF, Honorary Worker of Higher Vocational Education of RF;**L.A. Majurnikova**, Doctor of technical sciences, professor;**L.A. Ostroumov**, Doctor of technical sciences, professor, Honoured Worker of Science and Engineering, a recipient of The RF Government Prize in the domain of science and engineering;**V.M. Poznyakovsky**, Doctor of biological sciences, professor, Honoured Scientist, Honorary Worker of Higher Vocational Education of RF;**V.A. Pomozova**, Doctor of technical sciences, professor;**B.A. Rskeldiev**, Doctor of technical sciences, professor**L.V. Tereshchuk**, Doctor of technical sciences, professor**B.A. Fedosenkov**, Doctor of technical sciences, professor**Gösta Winber**, M.D., Ph.D. Associate professor, Karolinska Institutet

## CONTENTS

**FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY**

- Bibik I.V., Loskutova E.V.* Scientific basis for the quantity of dihydroquercetin used in the development of «Grape» kvass technology 5
- Grinkova G.V., Marcekha E.V., Shelepov V.G.* Description of quality and technological properties of reindeer by-products 11
- Dragunova M.M., Brehova V.P.* Method of secondary collagen – containing raw material processing using *Clavispora lusitaniae* Y3723 yeast 18
- Ivanov S.V., Kishenko I.I., Kryzhova Y.P.* Substantiation of formula components of multifunctional curing colloidal systems for whole-muscle meat products 22
- Ivashina O.A., Tereshchuk L.V., Trubnikova M.A., Starovoitova K.V.* Influence of milk components on quality indices of plant-and-creamy spread 30
- Ivkova I.A., Pilyaeva A.S., Kopylov G.M.* Development of dry fermented milk (sour cream) product technology 35
- Kazakov I.O., Kiseleva T.F., Unschikova T.A., Zvetkov E.V.* Soft drinks based on grain raw materials mixture 40
- Korotky I.A., Gunko P.A., Valiahmedov T.Z.* Research on proteins and lactose isolation from whey 44
- Korshenko L.O., Chizhikova O.G., Tanashkina T.V., Dotsenko S.M., Abdulaeva N.N., Semenyuta A.A.* Substantiation of using buckwheat malt during baking improver development 49
- Lisin P.A., Musina O.N., Kister I.V.* Structural-mechanical and thermodynamic characteristics of bio-yogurt 54
- Naumova N.L., Poznyakovsky V.M.* On the effective fortification of selenium-enriched bakery products 60
- Patrakova I.S., Gurinovich G.V., Alekseevina O.Ya.* Studying of meat functional properties depending on curing mixture composition 68
- Plekhanova E.A., Bannikova A.V., Shestopalova N.E., Ptichkina N.M.* The whipped dessert on the basis of whey with citri-fi food fibers 73
- Rjabova A.E., Galstjan A.G., Malova T.I., Radaeva I.A., Turovskaja S.N.* Heterogeneous crystallization of lactose in technology of sweetened condensed milk 78
- Sergeyeva I.Yu.* Use of chitosan to stabilize colloidal system of beverages 84
- Shaburova G.V., Kurochkin A.A., Voronina P.K.* Building of the technological potential of processing unmalted grain products 90

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

- Babenyshv S.P., Emelyanov S.A., Zhidkov V.E., Mamay D.S., Vladykina J.A.* Ultrafiltration of *Jerusalem artichoke* juice and whey mixture using polymer membrane 97
- Raschepkin A.N., Korotkiy I.A., Korotkaya E.V.* Influence of low-temperature processing on blackcurrants quality factors 101
- Smirnova I.A., Gralevskaya I.V., Afanasyeva E.O.* Optimization of fermented milk product cooling 106
- Sorokopud A.F., Sorokopud V.V., Plotnikov I.B., Plotnikova L.V.* Modernization processing line of fruit extracts 110
- Cherevko A.I., Skrypnik V.A., Fariseev A.G.* Influence of electro-osmosis on mass conductivity in pork 115

**FOOD HYGIENE**

- Astrakova T.V., Khitova N.V.* Determination of the heavy metal ions in seabuckthorn berries 121
- Shkoporov A.N., Efimov B.A., Khokhlova E.V., Chernaia Z.A., Postnikova E.A., Belkova M.D.* Effect of probiotic *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* cultures on intestinal microbiota composition in healthy adults 126

Publishing editor  
**E.V. Dmitrieva**  
Layout of magazine  
**E.P. Lopatin**  
Script editor  
**Ju.N. Tulupov**

Issued 4 times a year  
ISSN 2074-9414

*Establisher:*

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

*The editorial office address:*

650056, Russia, Kemerovo, Stroiteley Boulevard, 47, room 1212  
tel. (3842)39-68-45  
http:www.kemtipp.ru  
e-mail: food-kemtipp@yandex.ru

*The publisher office address:*

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

*Printing Office:*

650056, Russia, Kemerovo,  
ul. Institutskaya 7, office 2006,  
tel.: (3842)39-09-81

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

The journal is included in the International AGRIS System

*The certificate of mass media registration is PI № FS 77-48255 of 19 January 2012*

*Given by the Federal Service on Supervision in the sphere of communication industry, information technologies and public communications*

Passed for printing 25.02.2014.

Date of issue 25.02.2014.

Printed sheet 20,9.

Conventional printed sheet 21,1.

Circulation 300 cop. Order № 147

Open price.

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

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

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

© 2014, KemIFST

## STANDARDIZATION, CERTIFICATION, QUALITY AND SAFETY

- Egorova E.Ju., Bochkarev M.S., Reznichenko I.Ju.* Definition of technical requirements to oilcakes of nonconventional food oil-bearing crops 131
- Kiseleva T.F., Igolinskaja O.A., Bastron E.V.* Uncertainty in establishing correspondence of preservative content in wines to the requirements of standard regulations 139
- Naumenko E.A., Anokhina O.N.* Study of microbiological and organoleptic characteristics of frozen semi-finished fish products during storage 144

## CHEMISTRY AND ECOLOGY

- Krasnova T.A., Gora N.V., Golubeva N.S.* Investigation on adsorption of gallic acid using activated carbons 148
- Shachneva E.Yu., Magomedova Z.A., Malachieva Kh.Z.* Study of physico-chemical properties of particles of carboxymethyl cellulose in aqueous solutions 152

## ECONOMICS

- Ploskonosova E.A.* Modernization of Russian economy: selection of priority routes in the context of systematic approach 157

## INFORMATION

- Information about the authors..... 163
- Order of consideration, approval and rejection of articles..... 176
- Requirements for the article formatting..... 178



УДК 663.479.1:664

**И.В. Бибик, Е.В. Лоскутова****НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВНЕСЕНИЯ  
ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ КВАСА  
«ВИНОГРАДНЫЙ»**

Приведено определение количества дигидрокверцетина, вносимого в напитки для придания им антиоксидантных свойств и увеличения сроков хранения. Проведен анализ результатов сенсорной оценки с использованием мер сходства показателей напитка с заданными «эталонными» показателями, что позволило оценить качество напитка. Исследованы органолептические и физико-химические показатели качества напитка. Путем проведенных экспериментальных исследований установлен срок хранения хлебного кваса, полученного с добавлением винограда Амурского и дигидрокверцетина.

Дигидрокверцетин, хлебный квас, виноград Амурский, меры сходства, показатели качества, оптимальная дозировка, брожение.

**Введение**

Квасы – один из самых древних видов русских напитков, полученных сбраживанием углеводсодержащего сырья. На Руси готовили квасы из зернового, плодово-ягодного, овощного сырья, меда.

Их состав определяется составом исходного сырья, кроме того, биологически активные вещества в них дополняются ценными продуктами обмена микроорганизмов.

Квасы потребляются практически всеми категориями населения России, являются доступными по цене продуктами, готовыми к употреблению без дополнительной технологической обработки [1, 2].

В последние годы появился интерес к напиткам с социально значимыми свойствами. Потребление таких напитков оказывает на организм благотворное и даже целебное действие.

В качестве объекта, подлежащего обогащению, нами был выбран хлебный квас.

Пищевая ценность кваса обусловлена наличием углеводов (глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза, декстрины), белков, в том числе синтезированных микроорганизмами, используемыми при брожении, витаминов, ферментов и минеральных веществ. Полезные свойства кваса определяются также органическими кислотами: молочной, уксусной, янтарной и другими. Аромат кваса формируется за счет образующихся в процессе брожения эфиров, диацетила, кроме того, из сырья переходят ароматические и красящие вещества. Благотворное влияние непастеризованного кваса на процесс пищеварения определяется присутствием молочнокислых бактерий и дрожжей, которые способствуют обогащению хлебного кваса витаминами В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, D, молочной кислотой, диоксидом углерода [1].

Искусственное обогащение напитков путем внесения различных добавок, содержащих биологически активные вещества – один из научно обоснованных путей рационализации питания современного человека [4].

Кроме того, отдельные обогащающие компоненты выполняют также роль технологических добавок, позволяющих увеличить сроки годности, снизить интенсивность окислительных процессов, создать новый вкусовой и ароматический профиль продукта.

К числу таких добавок можно отнести дигидрокверцетин, который обладает антиоксидантными, капилляроукрепляющими свойствами, улучшает деятельность сердечно-сосудистой системы и рекомендован в качестве профилактического средства при соответствующих заболеваниях. Амурский виноград также содержит большое количество биологически активных веществ. В его плодах содержатся сахара, органические кислоты, макроэлементы, витамины С, В, пектины, ферменты и дубильные вещества.

Внесение винограда Амурского и дигидрокверцетина в квас позволит создать продукт с профилактическими свойствами.

**Целью** настоящего исследования явилось определение оптимальной дозировки внесения дигидрокверцетина при разработке технологии кваса «Виноградный».

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- определить оптимальную дозировку внесения экстракта в напиток;
- оценить показатели качества нового сорта напитка.

**Объект и методы исследования**

В качестве объекта исследования использовались хлебный квас и экспериментальные образцы полученного напитка брожения. Сырье и материалы, используемые при производстве напитков, должны соответствовать требованиям действующей нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке.





Таблица 6

Сенсорные показатели оценки вкуса экспериментального образца № 5 (содержание ДГК 2,5 мг/дм<sup>3</sup>)

№ п/п	Показатель	Оценки дегустаторов							Сумма баллов $\bar{Y}_m$
		1	2	3	4	5	6	7	
		Баллы							
1	Квасной	4	4	4	4	4	5	5	30
2	Сладкий	4	5	5	5	4	4	4	27
3	Хлебный	5	3	3	4	3	4	4	29
4	Дрожжевой	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Ягодный	3	3	2	3	2	3	3	19
6	Гармоничный	3	3	3	3	3	3	3	21
7	Лекарственный	1	0	0	0	0	0	0	1
8	Древесный	1	0	0	0	1	0	0	2
9	Терпкий	4	3	3	4	4	4	4	18
10	Общее впечатление	4	4	4	4	4	4	4	28

Таблица 7

Сенсорные показатели оценки вкуса экспериментального образца № 6 (содержание ДГК 3,0 мг/дм<sup>3</sup>)

№ п/п	Показатель	Оценки дегустаторов							Сумма баллов $\bar{Y}_m$
		1	2	3	4	5	6	7	
		Баллы							
1	Квасной	3	3	4	3	4	5	5	26
2	Сладкий	5	5	5	5	5	5	5	35
3	Хлебный	3	3	3	3	3	3	3	21
4	Дрожжевой	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Ягодный	3	4	2	3	4	3	3	18
6	Гармоничный	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Лекарственный	0	0	0	2	0	0	0	2
8	Древесный	0	2	1	0	0	1	0	4
9	Терпкий	5	5	4	5	5	5	4	33
10	Общее впечатление	4	4	4	4	3	4	3	26

Графическая зависимость меры сходства  $\mu$  ( $\bar{Y}\bar{Y}$ ) от количества внесенного дигидрокверцетина представлена на рис. 1.

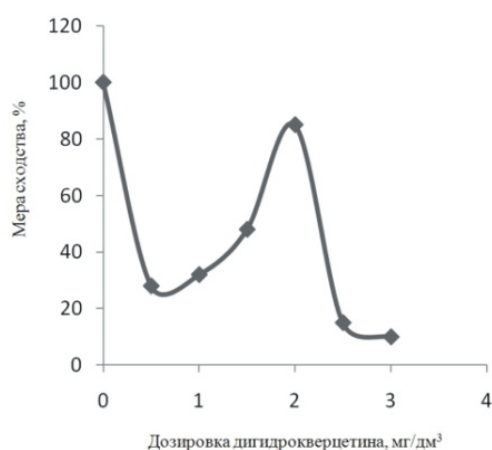


Рис. 1. Зависимость меры сходства от количества внесенного дигидрокверцетина

Приведенная на рис. 1 зависимость наглядно показывает, что при внесении дигидрокверцетина в количестве 0,2 мг/дм<sup>3</sup> мера сходства экспериментального и контрольного образцов имеет максимальное значение ( $\mu_{2,0\text{мг/дм}^3}(\bar{Y}\bar{Y}) = 0,85$ ).

На основании проведенного исследования можно заключить, что дозировка дигидрокверцетина 0,2 мг/дм<sup>3</sup> в напитке «Виноградный» является оптимальной.

Провели исследование органолептических (табл. 8) и физико-химических (табл. 9) показателей качества полученного напитка.

Таблица 8

Результаты органолептической оценки кваса брожения «Виноградный»

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Сброженный прозрачный напиток, насыщенный диоксидом углерода в процессе брожения; допускается незначительный осадок; цвет, соответствующий сырью
Вкус	Кисло-сладкий, соответствующий сырью
Аромат	Сброженного напитка, соответствующий сырью, без посторонних запахов

Физико-химические показатели определяются особенностями сырья, технологии производства и устанавливаются на конкретную продукцию.

Таблица 9

Результаты исследования  
физико-химических показателей качества кваса

Показатель	Фактические данные
Массовая доля содержания сухих веществ в готовом напитке, %	4,5±0,2
Кислотность, К. ед.	3,5±0,3
Содержание спирта, % об.	0,6±0,1

Таким образом, по органолептическим и физико-химическим показателям разработанный напиток брожения соответствует требованиям стандарта.

Для определения срока годности полученного напитка его хранили при +20 °С в течение 150 суток. В ходе выдержки напитка контролировали следующие показатели: концентрацию сухих веществ, титруемую кислотность, а также органолептические показатели (по показателю вкуса).

Из полученных данных видно (рис. 2–4), что в напитке без внесения пищевой добавки на 70-е сутки отмечается изменение всех контролируемых показателей, что свидетельствует о начале его порчи. В контрольном образце на 70-е сутки был отмечен посторонний привкус и запах напитка. К 80-м суткам хранения заметна излишняя кислотность напитка, что указывает на микробиологическую порчу готового напитка.

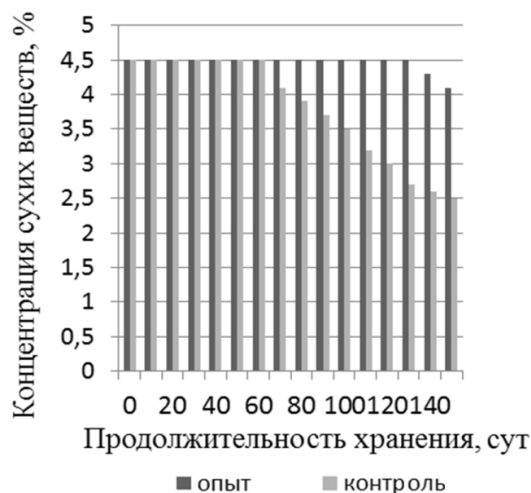


Рис. 2. Изменение сухих веществ в процессе хранения напитка брожения

В опытном варианте кваса изменение контролируемых показателей произошло лишь на 130-е сутки хранения, при этом вкус напитка с дигидрокверцетином оставался стабильным до 140 суток, в дальнейшем выделялся посторонний привкус, не свойственный напитку брожения.

На основании этого можно утверждать, что стойкость опытного напитка брожения составляет не менее 130 суток.

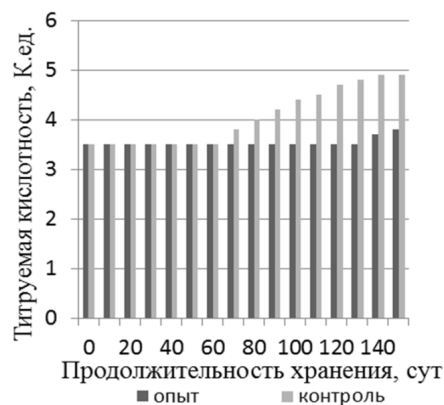


Рис. 3. Изменение титруемой кислотности в процессе хранения напитка брожения

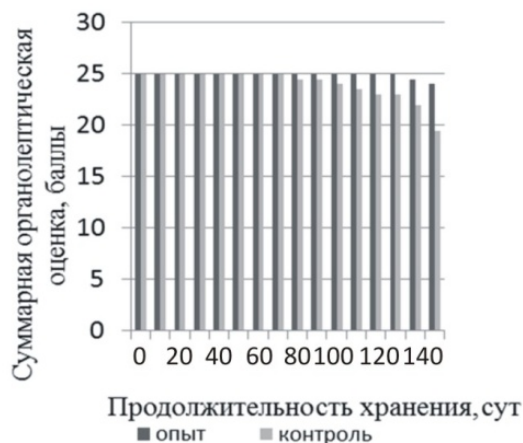


Рис. 4. Изменение балловой оценки органолептических показателей в процессе хранения кваса брожения

### Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований:

- при анализе мер сходства экспериментальных и контрольного образцов напитка показано, что образец, содержащий 2,0 мг/дм<sup>3</sup> дигидрокверцетина, имеет максимальную меру сходства (85 %) с контрольным образцом. На основании результатов исследования оптимальным количеством внесения дигидрокверцетина в напиток «Виноградный» является 2,0 мг/дм<sup>3</sup>;

- установлено, что органолептические и физико-химические показатели качества нового сорта напитка соответствуют требованиям нормативно-технической документации;

- показано, что в течение 130 суток не происходит изменений содержания сухих веществ, титруемой кислотности и вкуса напитка, что является свидетельством сохранности напитка в период установленного срока годности.

На напиток брожения «Виноградный» разработана техническая документация (СТО 68405530.004-2012) и передана для внедрения на предприятие по производству и розливу минеральной воды, пива и безалкогольных напитков.



## Список литературы

1. К вопросу о функциональных напитках / В.А. Помозова, И.В. Бибик, Ю.А. Гужель, Н.В. Бабий // Пиво и напитки. – 2012. – № 6. – С. 10–11.
2. Бибик, И.В. Обоснование и разработка технологии напитка на основе пивного сула с добавлением хвойного экстракта / И.В. Бибик, Ю.А. Гужель // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 1. – С. 3–7.
3. Киселева, Т.Ф. Безалкогольные напитки «Шорле» из натурального сырья / Т.Ф. Киселева, А.В. Дюжев, М.В. Кардашева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2 (9). – С. 31–34.
4. Модели количественного оценивания качества объектов технологий, производства и бизнеса в стандарте IDFM / А.Е. Краснов, С.А. Красников, Д.Ю. Анискин и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 3. – С. 53–56.

ФГБОУ ВПО «Дальневосточный  
государственный аграрный университет»,  
675005, Россия, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86.  
Тел.: 8 (4162) 52-62-80,  
e-mail: dalgau@tsl.ru

## SUMMARY

**I.V. Bibik, E.V. Loskutova**

**SCIENTIFIC BASIS FOR THE QUANTITY OF DIHYDROQUERCETIN USED  
IN THE DEVELOPMENT OF «GRAPE» KVASS TECHNOLOGY**

---

The article deals with the results of researches on the definition of dihydroquercetin used in soft drinks to impart antioxidant properties and increase their shelf life. The analysis of the results of sensory evaluation using the measures of similarities in soft drinks with desired «standard» rates allowed us to estimate the quality of the soft drink. Organoleptic and physico-chemical quality of the drink has been studied. The storage time of the kvass obtained with the addition of the amur grape (*vitis amurensis*) and dihydroquercetin was established on the basis of the experimental studies.

Dihydroquercetin, kvass, amur grape (*vitis amurensis*), similarity measures, quality indices, the optimum dose, fermentation.

---

Far Eastern State Agrarian University,  
675005, Russia, Blagoveshchensk, ul. Politehnicheskaya, 86.  
Phone: 8 (4162) 52-62-80,  
e-mail: dalgau@tsl.ru

Дата поступления: 29.11.2013



УДК 636.294.03(571.511)

**Г.В. Гринькова, Е.В. Марцежа, В.Г. Шелепов****ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СУБПРОДУКТОВ  
ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ**

Исследованы товароведно-технологические свойства субпродуктов диких северных оленей Таймыра. Результаты исследования позволили определить выход каждого вида субпродукта как к живой массе, так и к массе туш, приведены их химический состав, питательная и биологическая ценность.

Северный олень, субпродукты, биохимический состав, белок, жир, витамины, минеральные вещества, экстрактивные вещества.

**Введение**

Важным резервом в решении проблем улучшения качества питания населения является вовлечение в арсенал пищевой продукции неиспользуемых или малоиспользуемых естественных ресурсов. Для районов Крайнего Севера таковыми являются дикие копытные животные. Ресурсы дикой фауны Крайнего Севера являются дополнительными, а в некоторых регионах – основными источниками обеспечения мясными продуктами.

Главным объектом промысла был и остаётся дикий северный олень. Народы Севера получают от оленей продукцию, которая позволяет им поддерживать необходимое комфортное жизнеобеспечение в экстремальных условиях среды проживания. Продукция оленеводства с каждым годом приобретает все большее значение, ценность и спрос.

Добыча диких северных оленей таймырской популяции играет важную роль в реализации Продовольственной программы Енисейского Севера. Мясо северного оленя – биологически полноценный, высокобелковый, достаточно калорийный, экологически чистый продукт [1]. С каждым годом возрастает спрос на эндокринно-ферментное и специальное сырье северного оленя [2]. За последнее время в России значительно снизилась численность домашних северных оленей. Произошло за этот период времени изменение в регионах и численности диких северных оленей.

В настоящее время поголовье диких северных оленей превышает 600 тыс.

Изменение путей и сроков миграций оленей в последние годы показало необходимость совершенствования организации их добычи. Существующая система отстрела на водных переправах оказалась не в состоянии освоить ресурсы популяции [3].

Вместе с тем недостаточность глубоких исследований, связанных с характеристиками продуктивности, изучением химического состава, пищевой и биологической ценности, технологических свойств продукции оленеводства, является серьезным сдерживающим фактором комплексной и целенаправленной переработки мяса, субпродуктов и побочной продукции диких копытных, что и предопределило актуальность проведения наших исследований.

**Целью** исследования являлось изучение товароведно-технологических свойств субпродуктов дикого северного оленя Таймырской популяции.

**Материалы и методы**

Определение выхода субпродуктов к массе туши проводили на разных половозрастных группах диких северных оленей от 40 туш, полученных в результате их лицензионного отстрела.

Пробы для исследования химического состава, пищевой и биологической ценности субпродуктов брали от пяти взрослых животных.

Определение общего химического состава субпродуктов осуществлялось по методикам, изложенным в методических указаниях по изучению качества мяса [4]. Определение аминокислотного состава опытных образцов проводили с использованием аминокислотного анализатора Hitachi L-8800, анализе аминокислоты выявляли аминокислотным анализатором Hitachi-835, при этом предварительно проводили катионообменные разделения и спектрофотометрическую реакцию с нингидрином в соответствии со стандартной методикой. Жирокислотный состав исследовали методом газожидкостной хроматографии, содержание витаминов – методом инфракрасной спектроскопии, минеральный состав – методом масс-спектрометрии с индуктивной связанной плазмой (МС-ИСП) и атомно-спектрометрией с индуктивной связанной плазмой (АЭС-ИСП).

**Результаты и их обсуждение**

Известно, что субпродукты являются источником биологически жизненно необходимых, незаменимых веществ. Пищевая ценность продукции включает в себя количественные соотношения таких пищевых веществ, как белок, жир, углеводы, которые несут в себе суммарную энергетическую ценность.

Субпродукты – побочные, второстепенные продукты переработки животных, представляющие собой внутренние органы и части тела животного, не входящие в состав туши.

По питательной ценности и вкусовым достоинствам субпродукты подразделяют на две категории. Нами проведены исследования следующих видов субпродуктов:

1-я категория: сердце, почки, печень и язык;

2-я категория: лёгкое, селезёнка и губы.

Проведенные исследования показали, что абсолютные значения массы субпродуктов находились в прямой зависимости от возраста и пола животных. Наибольшие значения массы субпродуктов в целом

имели взрослые самцы – 7,48 кг, затем следовали взрослые самки – 6,03 кг, самцы молодняк – 5,96 кг, самки молодняк – 4,13 кг, телята самцы – 2,05 кг, самки – 2,03 кг. Наибольшая разница была выявлена у молодых животных, она составила 1,83 кг (табл. 1).

Таблица 1

Убойный выход субпродуктов дикого северного оленя 1-й и 2-й категории в зависимости от половозрастной группы (M±m)

Пол, возраст животных	Выход субпродуктов		
	всего, кг	к массе тела, %	к массе туши, %
Телята	2,05±0,03	6,58±0,12	13,16±0,24
Молодняк	5,96±0,04	7,66±0,09	14,99±0,19
Взрослые	7,48±0,08	5,45±0,05	10,55±0,08
	<i>Самки</i>		
Телята	2,03±0,03	7,68±0,12	15,46±0,27
Молодняк	4,13±0,04	6,47±0,11	12,80±0,22
Взрослые	6,03±0,05	6,58±0,06	12,91±0,13

\* Количество животных в каждой возрастной группе (n) – 40.

Результаты определения выхода каждого вида субпродукта как к живой массе, так и к массе туш представляют интерес в том плане, что могут быть взяты за основу при разработке нормативных данных по убойному выходу мяса и субпродуктов.

Зная убойную массу животных, можно определить выход мяса и каждого вида субпродукта (табл. 2).

Из приведенного материала следует, что наибольшая масса внутренних органов и выход субпродуктов к массе тела и массе туши были у взрослых животных. Исключение составляют лишь взрослые самцы, у которых выход субпродуктов к массе тела и массе туши несколько ниже аналогичных показателей в других половозрастных группах.

Общеизвестно, что субпродукты являются важным источником белка, жира, витаминов и минеральных веществ. В них содержится значительное количество экстрактивных веществ, включающих ароматические и биологически активные вещества (гормоны, витамины), а согласно действующему положению, субпродукты 1-й категории всех видов животных, используемых человеком в пищу, приравниваются к мясу.

Результаты проведенных анализов по изучению химического состава субпродуктов показали, что по содержанию белка селезёнка, сердце, почки, лёгкое и печень превосходят губы и язык; аналогично для жира – язык, верхняя и нижняя губы; золы – печень, почки, язык и сердце (табл. 3).

Таблица 2

Абсолютные и относительные показатели субпродуктов 1-й и 2-й категории дикого северного оленя в зависимости от пола и возраста (M±m)

Субпродукт	Самцы (n=40)			Самки (n=40)		
	масса, кг	% к живой массе	% к туше	масса, кг	% к живой массе	% к туше
	<i>Молодняк</i>					
Сердце	0,82±0,01	1,06±0,02	2,07±0,04	0,83±0,01	1,31±0,03	2,58±0,06
Печень	2,46±0,02	3,16±0,04	6,18±0,09	1,34±0,02	2,10±0,04	4,16±0,08
Почки	0,31±0,01	0,40±0,01	0,78±0,02	0,25±0,01	0,40±0,01	0,79±0,03
Лёгкое	1,91±0,03	2,45±0,05	4,80±0,09	1,37±0,03	2,16±0,05	4,27±0,11
Селезёнка	0,17±0,01	0,21±0,01	0,42±0,01	0,12±0,01	0,19±0,01	0,38±0,01
Язык	0,30±0,004	0,38±0,01	0,75±0,01	0,20±0,002	0,32±0,01	0,63±0,01
	<i>Взрослые</i>					
Сердце	1,21±0,04	0,88±0,02	1,70±0,05	0,92±0,01	1,01±0,01	1,98±0,03
Печень	2,47±0,05	1,80±0,03	3,48±0,07	2,17±0,04	2,37±0,04	4,65±0,08
Почки	0,44±0,01	0,32±0,01	0,61±0,02	0,29±0,01	0,32±0,01	0,63±0,01
Лёгкое	2,68±0,03	1,96±0,03	3,80±0,06	2,13±0,04	2,32±0,04	4,56±0,08
Селезёнка	0,26±0,01	0,19±0,01	0,37±0,01	0,22±0,01	0,24±0,01	0,47±0,01
Язык	0,41±0,01	0,30±0,01	0,58±0,02	0,30±0,002	0,32±0,01	0,64±0,01

Таблица 3

Химический состав субпродуктов дикого северного оленя 1-й и 2-й категории в зависимости от половозрастной группы (г/100 г, в сухом веществе)

Субпродукт	Влага	Белок	Жир	Зола
Лёгкое	13,95±0,06	76,80±1,06	5,38±1,0	3,87±0,06
Сердце	12,35±0,35	79,66±0,23	4,02±0,23	3,96±0,12
Почки	10,13±0,09	77,25±0,57	8,36±0,69	4,26±0,07
Селезёнка	12,0±0,90	81,59±1,28	2,84±0,35	3,57±0,06
Печень	11,23±0,37	76,23±0,45	8,22±0,69	4,34±0,05
Губы	6,74±0,23	71,17±2,10	18,64±1,99	3,44±0,15
Язык	4,52±0,25	62,29±1,06	29,15±0,96	4,03±0,15

Известно, что питательная ценность продуктов складывается не только из количественного содержания белка и жира, но и в большей степени от их качественного состава, т.е. у белка – аминокислотный состав (содержание заменимых и незаменимых ами-

нокислот и их отношение), у жира – жирнокислотный состав (содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и их отношение). Руководствуясь этим, мы провели анализ на качественный состав жира, полученные результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Жирнокислотный состав субпродуктов диких северных оленей

Жирная кислота	Содержание жирных кислот, г/кг						
	лёгкое	сердце	почки	селезёнка	печень	губы	язык
Лауриновая	0,61±0,01	0,64±0,01	0,66±0,05	0,73±0,10	0,62±0,04	–	–
Миристиновая	0,60±0,04	0,45±0,02	0,40±0,02	0,66±0,08	0,36±0,02	1,79±0,20	0,48±0,13
Пальмитиновая	7,07±0,26	6,35±0,02	5,82±0,10	6,49±0,67	5,42±0,10	23,75±0,55	19,61±0,50
Пальмитолеиновая	0,87±0,09	0,98±0,06	1,38±0,04	1,33±0,25	1,56±0,21	2,81±0,14	3,93±0,06
Стеариновая	4,23±0,34	5,98±0,28	5,43±0,31	2,12±0,62	5,47±0,46	12,92±0,02	14,62±0,10
Олеиновая	7,74±0,08	8,03±0,03	8,43±0,04	7,97±0,30	8,53±0,02	30,0±0,20	31,44±0,06
Линолевая	0,90±0,08	1,25±0,04	0,87±0,05	0,55±0,04	0,91±0,06	4,88±0,01	4,03±0,12
Линоленовая	0,25±0,01	0,20±0,01	0,18±0,01	0,27±0,03	0,16±0,01	1,54±0,44	0,36±0,01
Арахидиновая	0,11±0,01	0,09±0,003	0,08	0,12±0,003	0,51±0,22	–	–
Насыщенные	12,62±0,16	13,50±0,26	7,95±0,24	10,11±0,93	12,39±0,66	38,47±0,73	34,71±0,47
Ненасыщенные	9,76±0,23	10,46±0,04	15,29±0,09	10,12±0,46	11,17±0,15	39,22±0,77	39,76±0,13
Сумма кислот	22,38±0,29	23,96±0,25	23,25±0,31	20,23±0,50	23,56±0,53	77,69±0,07	74,46±0,36
Отношение ненасыщенных к насыщенным	0,77±0,02	0,78±0,02	1,93±0,05	1,03±0,13	0,91±0,06	1,02±0,04	1,15±0,02

Известно, что сбалансированная диета должна содержать ограниченное количество жиров. Поэтому важно правильно выбрать их источник. Обычно в питании современного человека, несмотря на высокое общее потребление жиров, не хватает незаменимых жирных кислот. Ненасыщенные жирные кислоты проявляют антибиотическое действие на кислотоустойчивые бактерии. По-видимому, это действие основано на понижении ими жизнедеятельности микроорганизмов [5].

В результате проведенных исследований выявлено преобладание ненасыщенных жирных кислот в

5 из 8 образцов. Во всех образцах преобладает олеиновая кислота. Соотношение ненасыщенных и насыщенных жирных кислот находилось в пределах от 0,77:1 (лёгкое) до 1,93:1 (почки). Наибольшее количество ненасыщенных жирных кислот отмечено в языке и почках, их уровень составляет 1,15 и 1,93 соответственно.

Такие кислоты, как линолевая и линоленовая, для организма человека чрезвычайно важны – они способствуют снижению холестерина в крови. Поскольку линолевая и линоленовая кислоты не синтезируются в нашем организме, то в рационе питания

обязательно должны присутствовать продукты, содержащие их. Так, их наибольшее содержание зарегистрировано в губах и языке, суммарный уровень данных кислот в верхней губе составляет 5,33 г/кг, в нижней – 6,42 и в языке – 4,39 г/кг.

По суммарному содержанию насыщенных жирных кислот доминируют губы, язык и почки. Из на-

сыщенных кислот во всех образцах превалирует пальмитиновая кислота.

Анализ аминокислотного состава субпродуктов дикого северного оленя свидетельствует о преобладании незаменимых аминокислот в 5 образцах из 8 (табл. 5).

Таблица 5

Аминокислотный состав субпродуктов дикого северного оленя 1-й и 2-й категории в зависимости от половозрастной группы (г/100 г, в сухом веществе)

Аминокислота	Лёгкое	Сердце	Почки	Селезёнка	Печень	Губы	Язык
Триптофан	0,66±0,01	0,70±0,003	0,67±0,01	0,73±0,02	0,66±0,01	0,57±0,03	0,66±0,11
Оксипролин	0,03±0,003	0,04±0,003	0,05±0,003	0,03±0,003	0,05±0,003	0,03±0,003	0,04±0,003
Изолейцин	0,74±0,01	1,39±0,11	1,39±0,12	1,99±0,41	1,53±0,28	2,84±0,10	3,43±0,15
Треонин	2,89±0,06	3,02±0,01	2,90±0,03	3,12±0,06	2,87±0,04	2,57±0,10	2,60±0,32
Серин	1,61±0,43	0,93±0,02	1,03±0,04	0,65±0,08	1,03±0,01	2,57±0,08	3,31±0,05
Глицин	0,82±0,05	1,05±0,02	1,15±0,04	0,74±0,04	1,15±0,02	2,83±0,08	3,52±0,08
Аланин	1,19±0,17	1,25±0,04	1,46±0,05	0,82±0,06	1,42±0,05	3,70±0,15	4,89±0,12
Валин	1,03±0,08	1,03±0,03	1,21±0,04	0,61±0,06	1,18±0,04	4,75±0,20	6,47±0,15
Метионин	1,23±0,02	1,27±0,03	1,24±0,01	1,28±0,04	1,23±0,02	1,10±0,04	1,14±0,17
Метионин+цистин	2,29±0,05	2,41±0,01	2,31±0,02	2,49±0,06	2,27±0,03	2,01±0,09	2,15±0,32
Лейцин	0,69±0,35	2,25±0,24	2,41±0,29	3,13±0,75	2,65±0,55	5,15±0,17	6,32±0,28
Глутамин	2,82±0,13	3,19±0,09	3,87±0,16	1,70±0,24	3,79±0,10	14,87±0,64	20,17±0,46
Пролин	0,01±0,003	0,53±0,07	1,20±0,16	–	1,08±0,17	2,38±0,22	4,29±0,14
Фенилаланин+тирозин	0,63±0,16	0,72±0,02	0,92±0,04	0,53±0,14	0,89±0,04	2,50±0,12	3,50±0,08
Лизин	4,29±0,07	4,48±0,02	4,31±0,04	4,60±0,09	4,27±0,05	3,83±0,14	4,15±0,52
Аргинин	1,23±0,10	1,89±0,10	1,62±0,23	0,95±0,19	1,68±0,21	4,09±0,01	4,80±0,18
Незаменимые	14,76±0,23	17,27±0,35	17,36±0,40	18,49±1,46	17,55±0,94	25,33±0,40	30,42±1,24
Заменимые	7,70±0,67	8,88±0,33	10,37±0,66	4,89±0,45	10,20±0,32	30,47±1,15	41,02±1,01
Сумма аминокислот	22,46±0,86	26,14±0,03	27,73±0,89	23,38±1,91	27,75±1,17	55,80±0,92	71,44±2,24
Отношение незаменимых к заменимым	1,94±0,15	1,95±0,12	1,69±0,11	3,79±0,06	1,72±0,07	0,83±0,04	0,74±0,01

Преобладание незаменимых над заменимыми аминокислотами составляет от 40,3 до 73,6 %. По отношению незаменимых к заменимым превалируют селезёнка, сердце и лёгкое. Содержание же незаменимых аминокислот в губах и языке составляет 78–83 и 74 % соответственно. Преобладают такие незаменимые аминокислоты, как лизин, валин и изолейцин. Заслуживает внимания довольно высокое содержание трех наиболее дефицитных аминокислот: триптофана, фенилаланина и суммы серосодержащих (метионин и метионин+цистин).

Биологическую ценность белков определяют путем сравнения аминокислотного состава изучаемого белка со справочной шкалой аминокислот гипотетического идеального белка или аминокислотами высококачественных стандартных белков. Этот методический прием получил название аминокислотного скор. При этом принято, что аминокислотой, лимитирующей биологическую ценность белка, считается та, скор которой имеет наименьшее значение. В идеальном или стандартном белке аминокислотный скор каждой незаменимой аминокислоты принима-



ют за 1,00 или если расчёт в процентах, то – 100 %. Это в свою очередь соответствует закону Либиха.

Алгоритм расчёта биологической ценности состоит в том, что для каждой незаменимой аминокислоты рассчитывается скор, то есть отношение содержания аминокислоты в смеси к идеальному белку (шкала). Содержание аминокислот должно выражаться в г/100 г белка или белкового эквива-

лента. Если все полученные скоры равны или больше 1 (100 %), то рассматриваемая аминокислотная смесь считается полноценной и её биологическая ценность составляет 100 %.

Аминокислотный скор субпродуктов дикого северного оленя к идеальному белку ФАО/ВОЗ приведен в табл. 6.

Таблица 6

Аминокислотный скор субпродуктов дикого северного оленя к идеальному белку ФАО/ВОЗ (г/100 г белка)

Аминокислота	Белок по ФАО/ВОЗ	Белок в субпродуктах											
		лёгкое		сердце		почки		печень		губы		язык	
		г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
Триптофан	1,0	0,86	86	0,88	88	0,87	87	0,87	87	0,80	80	1,06	106
Изолейцин	4,0	0,96	24	1,74	43,5	1,80	45	2,01	50,3	4,51	112,8	5,51	137,8
Треонин	4,0	3,76	94	3,79	94,8	3,75	93,8	3,71	92,8	3,61	90,3	4,17	104,3
Валин	5,0	1,34	26,8	1,29	25,8	1,57	31,4	1,55	31	7,28	145,6	10,3	207,8
Метионин+цистин	3,5	4,58	130,9	4,62	132	4,60	134,4	4,60	131,4	4,34	124	5,28	150,9
Лейцин	7,0	0,90	12,9	2,82	40,3	3,12	44,6	3,48	49,7	7,83	111,9	10,1	145
Фенилаланин+тирозин	6,0	0,82	13,7	0,90	15	1,19	19,8	1,17	19,5	3,83	63,8	5,62	93,7
Лизин	5,5	5,59	101,6	5,62	102,2	5,58	101,5	5,60	101,8	5,44	98,9	6,66	121,1
Сумма	36,0	18,8	52,3	21,6	60,2	22,4	62,4	22,9	63,9	37,64	104,6	48,7	135,3

При расчёте аминокислотного сора (табл. 6) традиционно используемых в пищу субпродуктов дикого северного оленя мы видим, что лишь два вида субпродуктов соответствуют идеальному белку. Причём наибольшая сумма аминокислот отмечена в языке с показателем 48,7 г/100 г белка, или 135,3 %, и губах – 37,64 и 104,6 соответственно. Наименьшее значение было отмечено в лёгком – 18,81 г/100 г белка и 52,3 % от идеального белка.

Лимитирующими аминокислотами преимущественно в большинстве образцов являлись изолейцин, валин, лейцин и фенилаланин+тирозин.

По качественному составу белка субпродуктов дикого северного оленя (табл. 7) видно, что лучшее соотношение мышечных и соединительно-тканых белков имели лёгкое и губы – 21,5 и 20,0 язык и сердце – 17,7 и 17,6 соответственно, худшее – печень с показателем 12,4.

Таблица 7

Качественный белковый показатель (КБП) субпродуктов дикого северного оленя

Аминокислота	Лёгкое	Сердце	Почки	Печень	Губы	Язык
Триптофан	0,86	0,88	0,87	0,87	0,80	1,06
Оксипролин	0,04	0,05	0,06	0,07	0,04	0,06
КБП	21,5	17,6	14,5	12,4	20,0	17,7

Исследованиями установлено, что в образцах субпродуктов содержится комплекс жирорастворимых витаминов (табл. 8). Суммарный уровень их составил в почках 136,75 мг/кг, печени – 130,58, селезёнке – 129,33, языке – 122,2, губе верхней – 109,83, лёгком – 106,35, губе нижней – 105,01, сердце – 97,34 мг/кг. Наиболее богаты содержанием

витамина Е селезёнка, почки и печень, оно превышает концентрацию в других органах в 1,3–1,9 раза. Отмечено высокое содержание витамина В5, наиболее богаты им почки, печень, селезёнка и язык. Витамина В3 больше содержится в языке, губах и почках. По содержанию витамина В12 доминируют почки, печень, селезёнка и язык.

Витаминный состав субпродуктов дикого северного оленя

Витамины	Лёгкое	Сердце	Почки	Селезёнка	Печень	Губы	Язык
Е, мг/кг	7,62±0,28	7,09±0,50	9,45±0,10	9,53±0,88	9,09±0,21	5,14±0,18	6,03±0,08
В1, мг/кг	1,14±0,04	1,06±0,07	1,41±0,02	1,42±0,13	1,36±0,03	1,02±0,04	1,21±0,01
В2, мг/кг	0,76±0,03	0,71±0,05	0,94±0,01	0,95±0,09	0,91±0,02	2,07±0,07	2,41±0,03
В3, мг/кг	3,17±0,09	2,86±0,16	4,20±0,08	3,91±0,34	3,99±0,17	4,66±0,15	5,49±0,07
В5, мг/кг	54,08±1,53	48,73±2,65	71,60±1,35	66,80±5,77	67,98±2,84	53,50±1,68	62,24±0,78
В6, мг/кг	1,53±0,06	1,42±0,09	1,89±0,02	1,90±0,18	1,81±0,04	4,15±0,13	4,82±0,06
В12, мкг/кг	38,05±1,43	35,47±2,37	47,26±0,48	44,82±3,01	45,44±1,03	34,47±1,18	40,0±0,56
С, мг/кг	4,6±0,2	82,2±4,6	2,7±0,03	3,8±0,04	296,3± 1,26	32,4± 2,3	59,0±0,98

В связи с этим последние значительно превосходят оленину по калорийности. Почки и сердце несколько уступают мясу взрослых оленей по калорийности, приближаясь по этому показателю к мясу телят.

В печени диких оленей витамина С содержится примерно столько же, сколько в печени крупного рогатого скота, но гораздо больше, чем у свиней и овец. В мясе этих домашних животных находят лишь следы витамина С. В тканях сердца диких оленей аскорбиновой кислоты в 8 раз больше, чем в сердце крупного рогатого скота. В сердце свиней и овец обнаруживают лишь следы ее. В языке домашних животных также выявляются только следы витамина С. В почках оленей аскорбиновой кислоты держится почти в 1,5 раза больше, чем у домашних животных. В субпродуктах 1-й категории, за исключением печени, нами не обнаружено витамина А. В печени его содержание составило в среднем ( $n=16$ ) 439,6 (254,1–685,2) И.Е. – у взрослых оленей и 339,9 (108,8 – 763,4) И.Е. – у телят ( $n=11$ ). Запас гликогена в печени ( $n=11$ , исследованы консервированные пробы) был равен 1369,44 мг% (478,0 – 2139,2).

Минеральный состав субпродуктов дикого северного оленя представлен комплексом основных макро- и микроэлементов. По содержанию макроэлементов доминируют почки; фосфором и калием богато сердце; кальция, фосфора и натрия – лёгкое; кальция – губы; фосфора – печень. Доминантом по содержанию всех микроэлементов являются почки.

Микроэлементный состав представлен железом, марганцем, медью и цинком. По содержанию железа преобладают печень, селезёнка и лёгкое; по количеству марганца – верхняя губа и почки; меди – почки и сердце; цинка – почки, нижняя губа и сердце. Доминантом по содержанию всех микроэлементов является печень.

Сердце, печень и почки содержат больше, чем мясо фосфора; почки, язык – натрия. Кальций и калий в субпродуктах и мясе оленей содержится почти в равных количествах. В субпродуктах больше, чем в мышечной ткани, экстрактивных (азотистых и безазотистых), ароматических и биологиче-

ски активных веществ (витамины и вещества с гормональными свойствами), но меньше белка и общего азота.

Учитывая технологические свойства, биологическую ценность субпродуктов? была разработана рецептура паштета на основе мяса и субпродуктов дикого северного оленя. Определена нутриентная адекватность разработанных паштетов по показателям, регламентированным медико-биологическими рекомендациями. Комплексная оценка аминокислотного и жирнокислотного состава подтвердила соответствие качественных показателей разработанных продуктов медико-биологическим рекомендациям и жирнокислотной сбалансированности липидов [6].

По результатам проведенных комплексных исследований разработана и утверждена техническая документация «Продукты мясосодержащие. Паштеты» и технологическая инструкция на производство.

### Выводы

Таким образом установлено, что абсолютный выход субпродуктов связан с живой массой животных. Максимальный выход субпродуктов установлен для телят-самок, он составил по отношению к массе тела 7,68 и к массе туши 15,46 %; самцы-молодняк – 7,45 и 14,57 %; телята-самцы – 6,58 и 13,16 %; взрослые самки – 6,34 и 12,44 %; самцы-молодняк – 6,28 и 12,42 % соответственно. Наименьший выход субпродуктов отмечен у взрослых самцов, он составил по отношению к массе тела 5,25, к туше – 10,18 %.

В субпродуктах больше, чем в оленине, витамина С, особо много его в печени. Содержание жира в сердце, печени, почках приблизительно такое же, как и в мясе диких оленей; в языке его в четыре с лишним раза больше. По суммарному количеству аминокислот, отношению их содержанию в белках, соотношению заменимых и незаменимых аминокислот, аминокислотному скору субпродукты, получаемые от оленей, следует отнести к биологически полноценному, высококачественному пищевому сырью, которое может быть использовано для

широкого применения производства продуктов специального и диетического питания.

С учетом биологической ценности предложен рецепт паштета, который содержит мясо оленей,

печень, жир, лук, перец красный сладкий, бульон костный, СО<sub>2</sub>-экстракты перца черного горького и мускатного ореха, соль. Компоненты содержатся при определенных соотношениях.

#### Список литературы

1. Марцеха, Е.В. Морфологический состав туш и биологическая ценность мяса дикого северного оленя / Е.В. Марцеха, Т.В. Александренко, В.Г. Шелепов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 12. – С. 62–65.
2. Кайзер, А.А. Биохимические показатели порошков и экстрактов из семенников и пенисов северных оленей / А.А. Кайзер, В.Г. Шелепов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 11(191). – С. 88–93.
3. Научное обеспечение рационального природопользования на Крайнем Севере / В.Г. Шелепов, К.А. Лайшев, В.М. Зеленский, Л.А. Колпащиков // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 5. – С. 15–18.
4. Руководство по определению химического состава кормов, продуктов обмена и продукции животноводства. – Новосибирск, 1991. – 42 с.
5. Лечение бактериальных поражений кожи у детей / И.М. Корсунская, О.Б. Тамразова, И.Л. Соркина, З.А. Невозинская // Практика педиатра. – 2010. – Май-июнь. – С. 40–43.
6. Продукты функционального питания из мяса оленей / Г.В. Гринькова, В.Г. Шелепов, Ю.В. Устинова, А.А. Кайзер // Materialy IX mezinarodni vedecko-prakticka conference «Moderni vymoženosti vědy – 2013». – Zemědělství: Praha: Publishing House «Education and Science». – 2013. – Díl 36. – S.77–80.

ГНУ Сибирское региональное отделение Россельхозакадемии,  
630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район,  
пос. Краснообск.  
Тел/факс: (383) 3486557,  
vshelepov@yandex.ru

#### SUMMARY

**G.V. Grinkova, E.V. Marcecha, V.G. Shelepov**

### DESCRIPTION OF QUALITY AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF REINDEER BY-PRODUCTS

---

Merchandising and technological properties of the Taimyr wild reindeer by-products were investigated. The research results allowed us to determine the output of each kind of by-product relative to both live weight and the carcass weight. Biochemical compositions, nutritive and biological value of by-products are given.

---

Reindeer, edible offal, biochemical composition, protein, fat, vitamins, minerals, extractives.

---

Siberian Branch of Russian Academy of Agricultural Sciences,  
Novosibirsk Region, Krasnoobsk, 630501.  
Phone/fax +7 (383) 3481653,  
e-mail: vshelepov@yandex.ru

Дата поступления: 18.11.2013



М.М. Драгунова, В.П. Брехова

## МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРОЖЖЕЙ *CLAVISPORA LUSITANIAE Y3723*

Описаны исследования по изучению влияния субстрата на рост *Clavispora lusitaniae Y3723*, подобраны оптимальная питательная среда и условия культивирования. Измерена удельная коллагеназная активность при выращивании культуры и исследована ее изменчивость в зависимости от добавления в культуральную жидкость различных солей. Подведены итоги оптимизации условий проведения ферментативного гидролиза вторичного коллагенсодержащего сырья.

Коллаген, вторичное сырье, переработка, продуцент коллагеназы, фермент, белок, культивирование, коллагеназная активность, биоконверсия.

### Введение

Современное производство мясной продукции сопровождается большим количеством белоксодержащих отходов (кости, шкура, внутренности, сухожилия и т.д.), составляющих от 30 до 70 % от массы исходного сырья.

Нерациональное использование данных отходов приводит к потере крайне важных белков животного происхождения, которые могут использоваться в пищевых, кормовых и других целях. Помимо этого ведет к загрязнению окружающей среды.

Потенциальным источником коллагена является мясоперерабатывающая промышленность, в которой при переработке сельскохозяйственных животных скапливается до 16 % соединительной ткани [1].

Коллаген является фибриллярным белком, составляющим основу соединительной ткани организма и обеспечивающим её прочность и эластичность. Коллаген обнаружен у многоклеточных животных, отсутствует у растений, бактерий, вирусов, простейших и грибов. Это основной компонент соединительной ткани и самый распространённый протеин у млекопитающих. В тканях животных его содержание превышает 65 % [5].

Белоксодержащие отходы являются источником коллагена и продуктов его гидролиза, которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности.

Существующие традиционные технологии переработки коллагенсодержащего сырья не являются эффективными и рациональными. При физических и химических способах переработки могут образовываться различные токсические вещества, а также потеря белка до 75 %. В связи с этим необходимы новые пути переработки и рационального использования вторичного сырья.

Один из реальных и эффективных подходов в решении поставленной задачи – это создание технологии переработки вторичного коллагенсодержащего сырья ферментативным способом с применением микроорганизмов.

Ферментативные методы переработки белоксодержащего сырья позволяют сохранять все незаме-

нимые аминокислоты. Использование готовых ферментных препаратов в промышленных масштабах может быть дорогостоящим и затратным, поэтому необходим поиск решений переработки коллагенсодержащего сырья с наименьшими затратами на производство. Снизить затраты на процесс переработки коллагенового сырья возможно с помощью внесения живой культуры микроорганизмов для переработки [6].

Метод биоконверсии заключается в культивировании штаммов продуцентом необходимого фермента непосредственно на перерабатываемом сырье. Благодаря такому способу культивирования происходит дальнейшее наиболее эффективное разложение субстрата. При использовании данного метода надо подобрать оптимальный продуцент и условия для его культивирования, для увеличения скорости и эффективности биоконверсии [3].

Учитывая требования к штамму и его функциональной эффективности, нами был выбран штамм продуцент коллагеназы *Clavispora lusitaniae Y3723*. Выбор данного штамма обусловлен простотой и низкой стоимостью питательных сред для его культивирования, обладает высокой продуктивностью коллагеназы, короткими сроками культивирования и высоким выходом фермента [8].

Учитывая актуальность проблемы, целью настоящей работы явилось определение оптимального состава питательной среды для обеспечения высокого выхода биомассы *Clavispora lusitaniae Y3723*, определение наиболее подходящей температуры культивирования, а также периода, в течение которого происходит накопление биомассы быстрее всего, определение влияния химических добавок на удельную ферментную активность. Для достижения цели поставлены следующие задачи: определить химический состав коллагенсодержащего сырья, установить влияние питательных сред на удельную активность коллагеназы, изучить влияние внешних условий на рост и продуктивность дрожжей-продуцентов и оптимизировать установленные параметры.

### Объект и методы исследования

В качестве объекта исследования использовали вторичное сырье мясоперерабатывающей промышленности (коллагенсодержащее сырье убоя свиней породы «Ландрас»), полученное при первичной переработке свиной туши в условиях ЗАО «Кемеровский мясокомбинат» (Кемеровская область).

В работе использовались питательные среды: среда Чапека, мясопептонный агар и среда Лурия – Бергани. В каждую из питательных сред было добавлено предварительно очищенное, обезжиренное и измельченное вторичное коллагенсодержащее сырье в концентрации 50 г/л. Для исследования влияния химических компонентов в качестве субстрата на увеличение удельной коллагеназной активности осуществлено культивирование дрожжей *Clavispora lusitanae* Y 3723 на питательном бульоне с добавлением таких солей, как NaCl, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>. Концентрация солей выбрана согласно литературным данным NaCl – 0,25 %, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 0,1 %, CaCO<sub>3</sub> – 0,3 % [6]. Коллагеназную активность определяли модификационным методом, суть которого заключается в определении оптической плотности при 340 нм и определении количества расщепленного белка (мкг/см<sup>3</sup>) культуральной жидкости за 1 час гидролиза.

При выполнении работы использовали общепринятые, стандартные и оригинальные методы исследования. Учет и подготовку результатов проводили методами статистического и регрессивного анализа.

Отбор и подготовку проб к анализу проводили по ГОСТ Р 51447-99 «Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб» и ГОСТ Р 51448-99 «Мясо и мясные продукты. Методы подготовки проб для микробиологических исследований». Физико-химические показатели определяли по стандартным методикам по ГОСТ Р 51479-99 [2, 4].

Определение общего азота/белка проводили с помощью анализатора белка RAPID N ELEMENTAR. Принцип метода заключается в определении азота за счет сжигания анализируемого вещества известной массы в условиях высокой температуры (около 900 °С) камеры в присутствии кислорода, что приводит к высвобождению углекислого газа, воды и азота, массовая доля которого детектируется прибором. Содержание общего белка рассчитывали умножением общего азота на пересчитанный коэффициент для белков, составляющий 6,25.

Определение коллагена проводили в условиях нагревания пробы при температуре 42–44 °С в течение 2 часов с последующей обработкой ацетоновым раствором тетрахлорпарахинона в присутствии 1,4-диоксана и образующийся окрашенный раствор фотометрировали при длине волны 547 нм [7].

### Результаты и их обсуждение

По химическому составу шкура свинья богата следующими витаминами и минералами: витаминами группы В, Е, Н, РР, микроэлементами (железо, цинк, йод, олово, никель, фтор, хром, медь), макроэлементами (кальций, магний, натрий, калий, фосфор, хлор, сера). В значительных количествах в

состав входят белки, жиры, углеводы и вода. Основную массу сухого вещества шкуры составляют белки (коллаген, эластин, ретикулин). Аминокислотный состав шкуры свиной характеризуется высоким содержанием глицина и аланина (соответственно 33–35 % и 10–15 % от суммы аминокислот).

В ходе проведенных исследований было установлено общее содержание белка, массовая доля которого составила 73,00 %. Результаты по содержанию белка и общего азота в исследуемом образце представлены в табл. 1. Спектр теплопроводности азота – на рис. 1.

Таблица 1

Содержание белка и азота в исследуемом образце

Образец	Общее содержание белка, %	Содержание коллагена, %	Белковые вещества неколлагеновой природы	Общее содержание азота, %
Шкура свинья	73,00±2,19	70,40±2,11	2,60±0,78	11,68±0,35

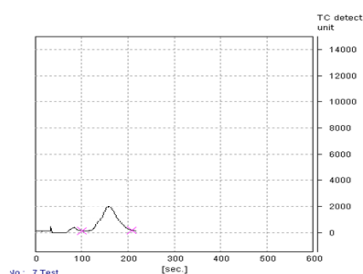


Рис. 1. Спектр теплопроводности азота

Дальнейшие исследования были направлены на изучение влияния внешних условий на рост и продуктивность дрожжей-продуцентов, а также установлена наиболее рациональная среда и температура для прироста биомассы. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Накопление биомассы в процессе культивирования *Clavispora lusitanae* Y 3723 при различной температуре

Температура, °С	Количество микроорганизмов, ×10 <sup>3</sup> КОЕ/г				
	Сутки				
	1-е	3-и	5-е	7-е	9-е
Среда Лурия – Бергани					
20,00	98	105	120	132	136
25,00	196	390	440	574	576
30,00	18	22	80	100	105
МПБ					
20,00	106	120	144	156	156
25,00	214	590	640	676	678
30,00	20	80	100	105	108
Среда Чапека					
20,00	78	100	110	130	140
25,00	101	232	246	265	266
30,00	10	32	38	40	40



Продуцент *Clavispora lusitaniae* Y3723 выращивали в течение 9 суток на питательных средах с последующим определением белка в биомассе. В ходе исследований проводили подсчет числа выросших в чашках колоний и определяли концентрацию дрожжей в 1 г биомассы. Установлено, что максимальное накопление биомассы *Clavispora lusitaniae* Y3723 происходит на 7-е сутки на всех трёх питательных средах. Динамика накопления биомассы происходит в течение первых 3 суток, затем скорость роста значительно замедляется. На 9-е сутки наблюдается значительное замедление накопления биомассы на всех трёх питательных средах. При этом оптимальная температура культивирования составила  $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$  при выращивании на каждой из сред.

Из табл. 2 видно, что при повышении температуры процент коллагеназы становится малоактивным. Наибольший прирост биомассы происходит при  $25^\circ\text{C}$  на мясопептонном агаре.

В ходе исследований определяли содержание общего белка в течение 9 суток при  $25^\circ\text{C}$ . Содержание белка рассчитывали произведением общего азота на пересчетный коэффициент для белков живых организмов, составляющий 6,25. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Накопление белка  
в биомассе в процессе культивирования  
*Clavispora lusitaniae* Y3723 при температуре  $25^\circ\text{C}$

Массовая доля белка, %				
Сутки				
1-е	3-и	5-е	7-е	9-е
Среда Лурия – Бергани				
2,06±0,08	20,00±0,60	24,00±0,72	30,00±0,90	31,00±0,93
Мясопептонный агар				
5,40±0,16	56,00±1,68	70,00±2,10	76,00±0,22	76,00±0,23
Среда Чапека				
5,80±1,74	22,00±0,66	26,00±0,78	30,00±0,90	31,00±0,93

На основании проведенных исследований было установлено, что на мясопептонном агаре происходит максимальное накопление белка по сравнению с другими питательными средами. Массовая доля белка на 7-е сутки составила около 76 %.

После определения оптимальных условий для выращивания *Clavispora lusitaniae* Y3723 дополнительно проведены исследования по оптимизации параметров, влияющих на активность коллагеназы.

Существует много факторов, оказывающих влияние на скорость ферментативной реакции. Для того чтобы определить наилучшие условия биотрансформации коллагеносодержащего сырья в аминокислоты, необходимо подобрать такие компоненты для питательной среды, которые увеличивали бы удельную активность коллагеназы.

При проведении исследований было изучено изменение удельной активности коллагеназы в течение 7 суток в зависимости от добавления солей. По окончании культивирования культуральную

жидкость отделяли от культуры дрожжей с помощью центрифугирования. Значения удельной коллагеназной активности измеряли на 1, 3, 5, 7 и 9-е сутки. Результаты исследований представлены в табл. 4.

Таблица 4

Изменение удельной активности коллагеназы  
в процессе культивирования *Clavispora lusitaniae* Y3723

Удельная активность коллагеназы, ед/мг белка				
Сутки				
1-е	3-и	5-е	7-е	9-е
NaCl				
3,20±0,09	10,80±0,32	12,6±0,37	13,10±0,39	13,20±0,40
KН <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>				
2,50±0,08	11,00±0,33	13,10±0,39	14,40±0,44	14,40±0,44
CaCO <sub>3</sub>				
2,40±0,07	11,70±0,35	12,80±0,38	13,20±0,40	13,50±0,41

Результаты исследований показали, что наибольшая удельная коллагеназная активность была достигнута на 7-е сутки при добавлении соли KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> в питательную среду и составила 14,4 ед/мг.

При определении удельной активности коллагеназы определяли титруемую кислотность культуральной жидкости. Полученные результаты представлены на рис. 2.

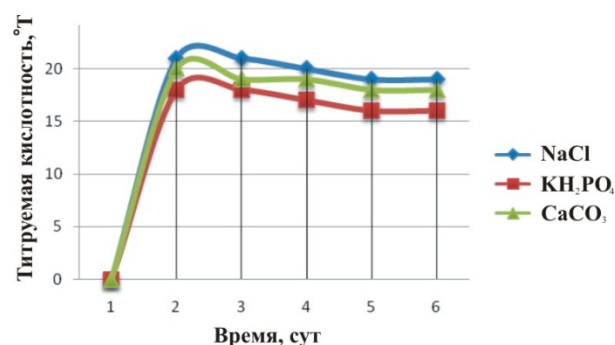


Рис. 2. Изменение титруемой кислотности  
в процессе культивирования  
*Clavispora lusitaniae* Y3723 на МПБ при  $25^\circ\text{C}$

Результаты проведенных исследований показали, что в течение 7 суток титруемая кислотность снизилась с 18 до 16  $^\circ\text{T}$ , что свидетельствует о снижении количества кислот в культуральной жидкости к концу инкубации. В то же самое время удельная коллагеназная активность сильно увеличилась за трое суток и незначительно увеличивалась до конца культивирования. Отсюда следует, что концентрация коллагеназы возрастала в связи высокой динамикой накопления биомассы в течение трех суток.

### Выводы

На основании проведенных исследований доказано, что оптимальным временем культивирования *Clavispora lusitaniae* Y3723 составляет 7 суток при выращивании при температуре  $25^\circ\text{C}$  на МПБ с добавлением 0,1 %-ной соли KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Добавляя соль, повышается коллагеназная активность. Оптимальность выращивания дрожжей в течение 7 суток обусловлена временем накопления биомассы *Clavispora*

*lusitaniae* Y3723, за которое в культуральной жидкости коллагеназа достигает активности, достаточной для эффективной биоконверсии коллагенсодержащего сырья.

Подбор оптимальных параметров культивирования позволит эффективно использовать штамм *Clavispora lusitaniae* Y3723 и увеличить выход за-

менимых и незаменимых аминокислот при переработке коллагенсодержащего сырья как источника коллагена. Применение данного способа переработки коллагенсодержащего сырья поможет рационально избавиться от отходов на мясоперерабатывающих предприятиях.

#### Список литературы

1. Антипова, Л.В. Использование коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 384 с.
2. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
3. Ферментативный гидролиз кератинсодержащего сырья для получения белковых гидролизатов / Н.Л. Еремеев, И.В. Николаев, И.Д. Керученко и др. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – № 6. – С. 717–724.
4. Журавская, Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина, Л.М. Отрященко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.
5. Марри, Р. Биохимия человека: пер. с англ. в 2 т. / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. – Т. 2. – М.: Мир, 1993. – 415 с.
6. Полетаев, А.Ю. Разработка технологии переработки кератинсодержащего сырья с использованием *Streptomyces Ornatus* S-1220: дис. ... канд. техн. наук / Полетаев А.Ю. – Кемерово, 2011. – С. 41–67.
7. Шорманов, В.К. Фотометрическое определение коллагена / В.К. Шорманов, Г.Г. Булатников // Журнал аналит. химии. – 2006. – Т. 61, № 4. – С. 351–355.
8. The D1/D2 domain of the large-subunit rDNA of the yeast species *Clavispora lusitaniae* is unusually polymorphic / M.A. Lachance, H.M. Daniel, W. Meyer et al. // FEMS Yeast Res. – 2003. – Vol. 4. – P. 253–258.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

#### SUMMARY

**M.M. Dragunova, V.P. Brehova**

### **METHOD OF SECONDARY COLLAGEN – CONTAINING RAW MATERIAL PROCESSING USING *CLAVISPORA LUSITANIAE* Y3723 YEAST**

The article deals with a research on the influence of the substrate on the growth of *Clavispora lusitaniae* Y3723. The optimum culture medium and culture conditions are found. Specific collagenase activity is measured during culture growing and its variability depending on the addition of various salts into the culture fluid has been investigated. Summed up are the results of optimization of conditions necessary for fermentative hydrolysis of secondary collagen-containing raw materials.

Collagen, secondary raw materials, processing, collagenase producer, enzyme, protein, cultivation, collagenase activity, bioconversion.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 16.01.2014



С.В. Иванов, И.И. Кишенько, Ю.П. Крыжова

## ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАССОЛЬНЫХ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ ЦЕЛЬНОМЫШЕЧНЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Одним из приоритетных направлений стабилизации и улучшения функционально-технологических свойств исходного мясного сырья есть использование полифункциональных добавок. На отечественном рынке представлено большое количество препаратов, используемых в составе многокомпонентных рассолов для производства соленых изделий, которые содержат широкий спектр ингредиентов и пищевых добавок, однако конкретные рецептуры рассолов отсутствуют. Поэтому задачей исследования было экспериментальное обоснование концепции направленного использования многофункциональных рассольных коллоидных систем (МФРКС) с оптимизацией их состава в технологии соленых мясных продуктов.

На основании теоретического обоснования результатов исследования предложено методологическое решение проблем технологической реализации мясного сырья разных классификационных групп. Получены данные, которые характеризуют специфику и взаимосвязь между основными функционально-технологическими свойствами NOR и DFD охлажденной говядины и составляющими МФРКС.

Технология соленых мясных продуктов, многофункциональные рассольные коллоидные системы, гидроколлоиды, соединительнотканые белки, белки плазмы крови, гемоглобин крови, уровни инъектирования, режимы массирования.

### Введение

При изготовлении цельномышечных соленых мясных изделий необходимо учитывать свойства исходного сырья, правильно выбирать способы его промышленной переработки, а также использовать возможности целенаправленно регулировать и повышать функционально-технологические свойства сырья и качественные показатели соленых мясных продуктов на всех этапах их производства.

В связи с этим актуальной с научно-практической точки зрения является проблема технологической реализации мясного сырья различных классификационных групп (PSE, DFD) путем использования МФРКС и интенсивных методов их введения, а также осуществление интегрального подхода к составу многофункциональных рассольных коллоидных систем на основе функционального сочетания компонентов для разных уровней инъектирования цельномышечных изделий с целью повышения их качественных показателей и моделирования пищевой и биологической ценности. Исходя из вышеизложенного, **цель** работы заключалась в следующем:

– выборе и обосновании необходимого и достаточного количества компонентов в составе многофункциональных рассольных коллоидных систем, способных целенаправленно влиять на изменение функционально-технологических свойств мясного сырья в процессе технологической обработки;

– определении рационального состава рассолов в зависимости от уровня их введения, функционально-технологических свойств мясного сырья и выхода готового продукта;

– стабилизации органолептических, структурно-механических и биологических показателей модельных мясных систем методом регулирования состава рассолов и уровня шприцевания.

Для достижения выхода продуктов выше 100 % в состав рассолов помимо хлорида натрия, нитрита натрия, фосфатов, стабилизаторов цвета, аскорбиновой кислоты и её производных, сахаров должны входить также компоненты, которые способны связывать и удерживать влагу и регулировать влагоудерживающую способность мясного сырья в целом.

При обосновании рационального композиционного состава многофункциональных рассольных коллоидных систем с заданными уровнями шприцевания 20, 40, 60 и 80 % в основу было положено функциональное сочетание компонентов и определение лабильности каждого показателя (ВСС, ВУС, рН, синергетическое взаимодействие, синерезис во времени) на реальном интервале варьирования и поиск рационального направленного воздействия, в первую очередь, на функционально-технологические показатели сырья для их усиления и нейтрализации показателей, которые мешают поставленным задачам. Учитывалась возможность регулирования функционально-технологических свойств мышечных белков с целью обеспечения стабильных качественных характеристик готовым изделиям и их соответствия современным требованиям потребителей.

Основополагающими критериями выбора компонентов для рассолов была их функционально-технологическая совместимость, основанная на их синергизме и способности влиять на уровень синерезиса при хранении цельномышечных мясных продуктов, особенно если их выход превышает 120 %, а также возможность положительно регулировать пищевую ценность в зависимости от уровня инъектирования и органолептические характеристики.

Одной из проблем на пути создания стабильных мясных систем при изготовлении цельномышечных

продуктов с уровнем инъектирования свыше 60 % является отделение влаги в процессе термической обработки и при хранении. Недостаточное количество белка в системе или его неудовлетворительные функциональные свойства могут привести к отделению влаги на поверхности продукта при длительном его хранении. Риск отделения влаги при хранении может также возникать как результат разделения фаз между белками мяса и полисахаридами, которые добавляются в мясную систему в качестве стабилизаторов структуры.

Удовлетворение требований, которые традиционно сложились, к специфическому выраженному аромату и вкусу соленых цельномышечных мясопродуктов из свинины и говядины особенно важно при производстве их из сырья с различными биологическими и физико-химическими характеристиками (PSE, DFD), а также при использовании функциональных структурообразователей немясной природы (гидроколлоидов), способных улучшить функционально-технологические показатели такого сырья, упростить процесс обеспечения однородности структурно-механических и органолептических характеристик, гарантировать стабильные качественные показатели готовым продуктам.

Использование современных методов шприцевания ( $P=2,8-3,2$  атм) для введения 60, 80 % рассола позволяет реализовать широкие возможности использования белковых препаратов в составе многофункциональных рассольных коллоидных систем для посола цельномышечного сырья, гарантируя их равномерное распределение по всему объему. Анализ информации и проведенные исследования состава многофункциональных рассольных коллоидных систем, предназначенных для высоких уровней шприцевания, свидетельствуют о том, что при уровне шприцевания цельномышечных изделий более 40 % одновременно с гидроколлоидами в их состав необходимо вводить животные белки.

Таким образом, на основе проведенного научного обоснования и экспериментальных исследований, а также технических рекомендаций по применению ингредиентов, нами был разработан и рассчитан количественный и качественный состав многофункциональных рассольных коллоидных систем для разных уровней инъектирования (20, 40, 60 и 80 %). Разработаны композиции рассолов, способные целенаправленно влиять на формирование необходимых функционально-технологических свойств мясного сырья в рамках его отдельных групп (pH, высокую влагосвязывающую способность, гелеобразующую способность, выход, стабилизацию цвета) и корректировать пищевую ценность.

#### **Объект и методы исследования**

Объектом исследования была охлажденная говядина NOR и DFD, которая подвергалась шприцеванию многофункциональными рассольными коллоидными системами разных составов в количестве 20, 40, 60 и 80 %. Исследованиями установлено влияние многофункциональных рассольных колло-

идных систем и уровня шприцевания мясного сырья на pH, изменение массы, влагоудерживающую способность (ВУС) мясных систем в процессе массирования, степень поглощения рассола в зависимости от длительности механической обработки и пластичность, которые определяли стандартными методами, принятыми в мясной промышленности.

Определение ВУС проводили при нагревании в водяной бане при температуре кипения жиросома с образца массой  $(5,00 \pm 0,01)$  г в течение 15 мин при плотно закрытой пробке. Массу выделившейся влаги определяли расчетным путем по числу делений на шкале жиросома.

Напряжение среза определяли на приборе SANS китайского производства путем измерения напряжения, необходимого для разрезания или продавливания продукта.

Цветность определяли на спектрофотометре CARY-50 с приставкой для отображения при длине волн от 400 до 750 нм с интервалом 10 нм.

Микроструктуру определяли прямым гистологическим методом в соответствии с ДСТУ 19496-93 «Мясо. Методы гистологического анализа». Специфика заключалась в том, что в нашем случае исследованию подвергались соленые полуфабрикаты и образцы после термической обработки. Полученные результаты первичных измерений площадей участков с различными типами изменений и с сохраненной структурой мясной системы анализировали с использованием метода избирательных частиц. В результате сравнительного микроструктурного анализа определяли особенности микроструктуры готового продукта: толщину соединительнотканых прослоек, особенности компоновки структурных элементов и распределение компонентов рассола по объему продукта.

#### **Результаты и их обсуждение**

На основании имеющихся публикаций, результатов аналитических и экспериментальных исследований были выбраны и рассчитаны композиции многофункциональных рассольных коллоидных систем для разных уровней шприцевания мясного сырья, которые позволяют получить высококачественные цельномышечные мясные продукты при выходе 100, 120, 140 и 160 %.

Определение количественного состава многофункциональных рассольных коллоидных систем проводили расчетным путем, основываясь на проведенные исследования с учетом остаточного количества компонента в готовом продукте. В табл. 1 приведены составляющие многофункциональных рассолов для разных уровней шприцевания к массе несоленого мясного сырья для двух классификационных групп NOR и DFD говядины.

Смесь фосфатов E-450iii, E-451i с pH 9,5, вошедшая в состав МФПКС, способствует повышению pH мясного сырья и удалению его от изоэлектрической точки белков мышечной ткани и, как следствие, играет важную роль в увеличении выхода и улучшении качества готового продукта.



Таблица 1

Составные многофункциональных рассольных коллоидных систем

Уровень шприцевания, % к массе несоленого сырья	№ рассола	Состав рассола	Количество ингредиентов, %	
			для охлажденной говядины NOR	для охлажденной говядины DFD
20	1	Соль нитритная	6,50	6,50
		Фосфатная пищевая добавка E450iii, E 451i	2,50	2,25
		Смесь к- и j-каррагинанов	–	0,15
		Изоаскорбат Na	0,25	0,25
		Декстроза	1,50	1,50
40	2	Соль нитритная	5,8	5,8
		Фосфатная пищевая добавка E450iii, E 451i	1,75	1,58
		Смесь к- и j-каррагинанов	–	0,25
		Изоаскорбат Na	0,18	0,18
		Концентрат соединительнотканного белка ProGel C 95	–	–
60	3	Декстроза	1,4	1,4
		Соль нитритная	4,75	4,75
		Фосфатная пищевая добавка E450iii, E 451i	1,45	1,30
		Смесь к- и j-каррагинанов	0,16	0,16
		Изоаскорбат Na	0,16	0,16
80	4	Концентрат соединительнотканного белка ProGel C 95	1,67	1,67
		Концентрат белков плазмы крови Vergo 75 PSC	0,7	0,7
		Декстроза	1,25	1,25
		Соль нитритная	4,50	4,5
		Фосфатная пищевая добавка E450iii, E 451i	1,13	1,02
		Смесь к- и j-каррагинанов	0,13	0,13
		Изоаскорбат Na	0,13	0,13
		Концентрат соединительнотканного белка ProGel C 95	2,0	2,0
		Концентрат белков плазмы крови Vergo 75 PSC	0,8	0,8
		Краситель на основе гемоглобина крови Vergo 70 Col P	0,45	0,35
		Декстроза	1,13	1,13

Учитывая то, что массовая часть белка в готовом продукте с выходом около 120 % остаётся достаточно высокой, в составе рассолов для уровня шприцевания до 40 % целесообразно использовать эффективные влагоудерживающие ингредиенты полисахаридной природы, которые улучшают структурно-механические и органолептические показатели соленых мясных изделий, особенно если это касается использования размороженного сырья [1, 2], сырья разных классификационных групп.

Включение в состав рассолов для шприцевания смеси к- и j-каррагинанов в соотношении 90:10 значительно увеличивает выход и обеспечивает традиционные потребительские характеристики данной группы мясных продуктов.

В процессе проведенных исследований было установлено, что повышение массовой доли выбранной смеси гидроколлоидов в составе многокомпо-

нентных рассолов не приводит к пропорциональному увеличению выхода готового продукта, кроме того, формирует характерный дефект на разрезе продуктов в виде гелевых образований в локальных разрывах структуры мышечного волокна и в миофибриллярном пространстве. Поэтому при повышении уровня шприцевания мясного сырья в состав многокомпонентных рассолов необходимо дополнительно вводить другие структурообразователи, прежде всего белковой природы, для корректирования структурно-механических характеристик и регулирования пищевой ценности.

Использование в составе многофункциональных рассольных коллоидных систем при уровне инъектирования свыше 40 % смеси к- и j-каррагинанов, соединительнотканых белков и белков плазмы крови (3,2:1) способно нивелировать недостатки мясного сырья с разными биологическими и физико-химическими характеристиками, способствует получению более стойкой консистенции у готовых продуктах, сводит к минимуму синерезис модельных мясных систем при их хранении.

Использование в составе рассола для шприцевания белков животного происхождения, и прежде всего соединительнотканых белковых ингредиентов и белков плазмы крови, основывается на том, что одновременно с суммарным повышением влагоудерживающей способности солёных модельных мясных систем они позволяют в целом регулировать массовую долю белка в составе продуктов. Введение в состав рассола животного белка в количестве от 0,5 до 1 % позволяет получать мясные системы со стабильными структурно-механическими характеристиками. Принимая во внимание высокую вариабельность свойств мясного сырья в зависимости от целого ряда факторов (вида мышц, pH, продолжительности и условий хранения и др.), согласно экспериментальным данным, можно считать, что содержание животного белка в составе рассола может колебаться от 0,5 до 2 % к массе рассола.

Учитывая важность органолептических показателей качества ветчинных изделий для потребителя, окончательное решение о максимальном уровне животного белка как базового компонента рецептуры принимали на основании дегустационной и инструментальной оценки консистенции модельных мясных систем и готовых ветчинных изделий. Комбинирование белков плазмы крови с соединительноткаными белками также дает возможность сбалансировать аминокислотный состав белковой составляющей ветчинных изделий, снизить количество незаменимых аминокислот, которые не усваиваются организмом, приблизив биологическую ценность мясных продуктов к «идеальному белку». Основываясь на результатах проведенных исследований, были даны рекомендации по использованию соединительнотканых белков и белков плазмы крови (ProGel C 95 и Vergo 75 PSE) в соотношении 3,2:1 в составе рассолов для инъектирования. Ами-



нокислотный скор соединительнотканых белков и белков плазмы крови приведен в табл. 2.

Таблица 2

Аминокислотный скор белков Vepro 75 PSC, ProGel C 95 и эталона FAO/WHO

№	Аминокислота	Аминокислотный СКОР, мг/100 г белка		
		Vepro 75 PSC	ProGel C 95	Эталон FAO/WHO
1	Общий белок, в 100 г продукта	75	91	
2	Вода, %	7	3	
	<i>Незаменимые аминокислоты (мг/100 г продукта):</i>			
3	Валин	4110	2480	4800
4	Изолейцин	2380	1460	4200
5	Лейцин	6730	3250	7000
6	Лизин	5680	3560	5500
7	Метионин	640	820	2600
8	Треонин	4200	1850	4000
9	Триптофан	1200	150	1100
10	Фенилаланин	3910	1970	7300
	<i>Заменимые аминокислоты:</i>			
11	Аланин	3570	7270	–
12	Аргинин	3900	6670	–
13	Аспарагиновая кислота	6520	6370	–
14	Гистидин	2080	1070	–
15	Глицин	2340	18180	–
16	Глутаминовая кислота	9940	9340	–
17	Оксипролин	0	6600	–
19	Пролин	3760	5000	–
20	Серин	4180	360	–
21	Тирозин	3490	370	7300
	Цистин	2420	1420	2600

Термообработанные соленые модельные мясные системы с определенным содержанием полисахаридов и животных белков (уровень инъектирования – 60 %) имеют зоны неравномерного окрашивания на разрезе изделий, что связано с более высокой локальной концентрацией животного белка и что требует дополнительного введения ингредиентов, способных стабилизировать окрашивание цельномышечных мясных изделий. Исходя из этого, при оптимизации состава многокомпонентных рассолов с уровнем инъектирования выше 80 % в состав рассолов целесообразно вводить колоранты. Это позволит регулировать процесс цветообразования соленых продуктов. Композиция гемоглобина крови (Vepro 70 Col) с нитритной солью способствует окрашиванию геля соединительнотканых белков и белков плазмы в мясных системах в тон цвета мышечной ткани готовых цельномышечных изделий.

Учитывая, что взаимодействие основных ингредиентов для посола с мышечной тканью протекает во времени, а при использовании многофункциональных рассольных коллоидных систем, которые содержат разные пищевые добавки, необходимо равномерно распределить их по объему продукта, с

целью интенсификации процесса посола в технологии ветчинных изделий используют механическое массирование.

**Задачей** исследования было изучение влияния многофункциональных рассольных коллоидных систем на основные функционально-технологические показатели мясного сырья. В качестве сырья для исследования была использована длиннейшая мышца от говяжьих полутуш II категории упитанности, pH  $6,2 \pm 0,01$  для говядины NOR и pH  $6,5 \pm 0,01$  для говядины DFD, температура в толще мышечной ткани составляла  $4 \text{ }^\circ\text{C}$ , масса кусков 300 г. Образцы мяса шприцевали рассолами разных составов (табл. 1) под давлением  $P=3,2$  атм, массирование осуществляли в массажере за определенным циклом: 15 мин вращение, 15 мин – покой (6 оборотов за минуту), глубина вакуума в массажере не менее 90 % [1]. В массажор дополнительно вносили 5 % рассола от массы нашприцованного полуфабриката. Длительность процесса массирования мясного сырья составляла 6 часов. Каждый час (массирования и покоя) образцы исследовали на pH, количество связанной влаги, пластичность и напряжение среза. Изменение указанных показателей во времени позволило констатировать, что для введения необходимого количества рассола и равномерного его распределения в мясном сырье (с уровнем шприцевания 80 %) сырье необходимо обрабатывать дважды на инъекторе, который оснащен 24 иглами.

Для достижения максимальных значений pH в образцах с рассолами 1, 2, 3 и 4 достаточно 6 часов массирования говядины, дальнейшая механическая обработка является нецелесообразной.

В процессе работы исследовались изменения влагоудерживающей способности говядины NOR и DFD в зависимости от состава многофункциональных рассолов и длительности механической обработки. Наибольшее поглощение и удержание влаги мышечной тканью наблюдается при шприцевании рассолом состава 1 в количестве 20 % и при механической обработке до 3,5 часа массирования и составляет 97 % от количества нашприцованного рассола. Дальнейшая механическая обработка приводит к потере влаги в результате значительных деструктивных изменений структурных элементов ткани. При шприцевании говядины рассолом состава 2 в количестве 40 % максимальное количество связанного мясной системой рассола происходит при массировании до 3 часов и составляет 96 % от введенного количества. Дальнейшее массирование практически не влияет на количество рассола, который связывается, что, вероятно, обусловлено набуханием животных белков и удерживанием ими влаги. Наибольшее количество удержанного рассола состава 3 в количестве 60 % наблюдается при массировании до 3–3,5 часа и составляет 95 % от уров-

ня шприцевания. Максимальное количество рассола состава 4 в количестве 80 % к массе сырья поглощается и удерживается мясной системой при массировании в течение 3–3,5 часа и составляет 92 % от исходного количества. Более длительное проникновение рассола в мясо обусловлено сильным набуханием мышечных волокон, в результате чего уменьшается пространство между волокнами и мясо приобретает плотную структуру, в связи с чем требуется более длительная механическая обработка.

В первый период массирования говядины NOR, нашприцовой рассолом состава 1 в количестве 20 %, происходят потери рассола, идентичные потерям в говядине DFD. Вероятно, это обусловлено неглубокими изменениями белков миофибрилл в процессе автолиза мяса DFD по причине отсутствия ярко выраженной стадии посмертного окоченения, а именно, не происходит значительных конформационных изменений актомиозиновой фракции, способной поддерживать высокий уровень гидрофильности такого сырья. Это и определяет высокую влагосвязывающую способность как говядины DFD, так и говядины NOR. Однако, как свидетельствуют результаты исследований, максимальное количество поглощенного рассола мясным сырьем NOR наблюдается после 2,0–2,5 часа массирования, в то время как для говядины DFD это время составляет 3,5 часа. Дальнейшее увеличение длительности механической обработки сопровождается потерей рассола как для образцов говядины NOR, так и DFD. Анализ результатов исследований влагосвязывающей способности говядины DFD, нашприцовой рассолами составов 1, 2, 3 и 4, в процессе массирования свидетельствует, что этот показатель существенно зависит от количества введенного рассола в мясное сырье.

Динамика изменения показателя водосвязывающей способности в модельных мясных системах из говядины NOR аналогична изменениям данного показателя в охлажденной говядине DFD, нашприцовой соответствующими рассолами. Вместе с тем исследования показали, что абсолютные значения водосвязывающей способности в мясных системах из говядины NOR значительно меньше, чем у систем из мясного сырья DFD.

При 20 %-ном уровне шприцевания рассолом состава 1 максимальное значение водосвязывающей способности соленой говядины DFD на 5,2 % выше, чем соленой говядины NOR, а при введении 40 % рассола состава 2 наибольшее значение водосвязывающей способности мясной системы из говядины DFD на 4,1 % больше, чем из говядины NOR. Как свидетельствуют результаты исследований, введение в состав рассола 2 животного белка и смеси каррагинанов уменьшает разницу значений водосвязывающей

способности мясной системы соленой охлажденной говядины NOR и DFD.

При введении в мясное сырье 60 % рассола состава 3 разница значений водосвязывающей способности мясных систем соленой DFD и NOR говядины составляет всего 3,0 %, что, вероятно, достигается за счет повышения вязкости рассола.

При шприцевании говядины рассолом состава 4 величина водосвязывающей способности мясной системы из говядины DFD на 2,6 % больше, чем говядины NOR. В данном случае незначительная разница исследуемого показателя между мясной системой из охлажденной говядины DFD и NOR обусловлена в большей степени действием компонентов рассола, чем влагосвязывающей способностью мышечных белков.

Также установлено, что максимальное поглощение многокомпонентного рассола мясным сырьем NOR в процессе механического массирования происходит на 1,0–2,0 часа быстрее, чем сырьем DFD, что обусловлено лучшим проникновением ингредиентов рассола в говядину NOR. Как показали полученные данные, чем выше уровень шприцевания рассола в мясное сырье, тем необходима меньшая продолжительность массирования для достижения максимальной водоудерживающей способности мясной системы, что нашло подтверждение в научных трудах, где показано, что направленность изменения влагосвязывающей способности в процессе механической обработки в основном зависит от способа посола и длительности механического влияния [1, 2].

Исследованиями установлено, что при выбранных уровнях введения многофункциональных рассольных коллоидных систем в модельную мясную систему из говядины DFD пластичность образцов увеличивается от  $1,3 \cdot 10^2$  до  $1,9 \cdot 10^2$  м<sup>2</sup>/кг, а для NOR – от  $1,3 \cdot 10^2$  до  $2,2 \cdot 10^2$  м<sup>2</sup>/кг. Вместе с тем можно констатировать, что на увеличение пластичности образцов влияет и количество вводимого рассола.

Одним из показателей, характеризующих прочностные свойства животных тканей, является напряжение среза. Результаты исследований показали, что в процессе массирования соленого мясного сырья напряжение среза опытных образцов из охлажденной говядины DFD и NOR постепенно уменьшается от 230 до 150 кПа, что является следствием частичной деструкции тканей. При введении до 40 % рассола, как правило, сырье пропускают через многоигольчатый иньектор один раз, а при больших уровнях шприцевания мясное сырье пропускают через иньектор 2–3 раза, что также способствует дополнительному разрыхлению тканей.

В табл. 3 наведены физико-химические показатели и структурно-механические свойства копченых вареных продуктов из говядины.

Таблица 3

Физико-химические показатели  
и структурно-механические свойства  
копчено-вареных продуктов из говядины

Показатель	МФРКС состава			
	1	2	3	4
<i>DFD говядина</i>				
Содержание влаги, %	67,8±0,34	70,2±0,21	73,4±0,28	75,6±0,22
Содержание NaCl, %	3,40±0,15	3,36±0,12	3,30±0,04	3,29±0,25
Влагоудерживающая способность, %	62,35±0,38	63,14±0,55	64,72±0,21	65,3±0,58
Активность воды $a_w$	0,932±0,004	0,938±0,001	0,948±0,002	0,958±0,001
Выход, %	105,2±6,302	124,4±3,11	142,9±4,18	162,9±1,24
Остаточное содержание $\text{NaNO}_2$	2,98±0,02·10 <sup>-3</sup>	2,68±0,02·10 <sup>-3</sup>	2,58±0,02·10 <sup>-3</sup>	2,31±0,12·10 <sup>-3</sup>
Потери при термообработке, %	14,80±0,79	15,60±0,64	18,1±0,32	18,1±0,15
Напряжение среза, кПа	208,8±3,33	204,49±2,27	198,8±3,38	189,8±4,42
Работа резания, Дж/м <sup>2</sup>	375,4±8,11	360,34±4,20	340,3±5,14	327,24± 6,15
Пластичность, м <sup>2</sup> /кг	3,08±0,12	3,12±0,15	3,38±0,31	3,44±0,26
<i>NOR говядина</i>				
Содержание влаги, %	66,1±0,24	68,14±0,23	71,7±0,14	74,5±0,18
Содержание NaCl, %	3,47±0,12	3,36±0,29	3,29±0,26	3,12±0,11
Влагоудерживающая способность, %	60,4±0,52	61,48±0,32	63,7±0,47	64,22±0,38
Активность воды $a_w$	0,923±0,002	0,934±0,001	0,941±0,003	0,945±0,0014
Выход, %	104,8±5,56	123,8±2,81	141,6±3,96	160,8±2,22
Остаточное содержание $\text{NaNO}_2$	2,79±0,02·10 <sup>-3</sup>	2,63±0,02·10 <sup>-3</sup>	2,44±0,02·10 <sup>-3</sup>	2,28±0,02·10 <sup>-3</sup>
Потери при термообработке, %	15,20±0,69	16,2±0,34	18,4±0,39	19,2±0,13
Напряжение среза, кПа	200,1±4,44	192,54±3,29	184,7±2,17	175,4±4,28
Работа резания, Дж/м <sup>2</sup>	366,17±6,12	350,46±7,19	332,40±4,16	312,32±5,18
Пластичность, м <sup>2</sup> /кг	3,21±0,18	3,45±0,12	3,62±0,09	3,84±0,12

Вопрос цветообразования имеет особое значение при разработке интенсивных технологий изготовления ветчинных изделий. В связи с этим была поставлена задача исследования возможности изменения и улучшения цветовых характеристик модельных мясных систем, выработанных с использованием многофункциональных рассольных коллоидных систем, и выявление влияния уровня введения и состава рассолов на цветовые характеристики соленого сырья в процессе массирования. Для полной цветовой характеристики нами были сняты спектры отражения на спектрофотометре CARY-50 с приставкой для отбражения при длине волн от 400 до 750 нм с интервалом 10 нм.

Полученные данные свидетельствуют о снижении красной составляющей координаты цвета в общем световом потоке с повышением уровня введения рассола для шприцевания в охлажденную говядину DFD от 34,94 до 29,22 ед. Результаты наших исследований позволили выявить существенные различия в значениях показателя светлости L. Установлено, что чем выше уровень шприцевания рассола, тем выше показатель светлости L, и, соответственно, образцы имеют более светлый и менее красный цвет, что можно объяснить уменьшением общей доли пигментов в мясной системе. Это необходимо учитывать при изготовлении копчено-вареных продуктов и, соответственно, вводить искусственный краситель при уровнях инъектирования 60 % и выше.

Результаты исследований показали, что хроматические координаты говядины NOR, нашприцеванной рассолами составов 1, 2, 3 и 4 и подвергнутой механической обработке в течение 3–3,5 часа, заметно отличаются от аналогичных показателей опытных образцов из сырья DFD. Величина показателя светлоты L в соленых образцах из говядины DFD при введении 80 % рассола состава 4 ниже на 4,5 %, а при шприцевании рассола состава 3 в количестве 60 % ниже на 3,8 %, что свидетельствует о более темном цвете образцов, вероятно, за счет присутствия в говядине DFD как в исходном, так и в соленом сырье большего количества окисленной формы миоглобина. Можно констатировать, что независимо от уровня шприцевания говядины рассолом соленые массируемые образцы говядины DFD имеют более темный цвет по сравнению с образцами из говядины NOR вследствие более высокого содержания окисленных форм миоглобина (MetMb).

Исследования микроструктуры модельных мясных систем проводились с целью установления механизма влияния на структуру мышечной ткани многофункциональных рассольных коллоидных систем различных уровней шприцевания, дифференцирование под их влиянием структурных изменений мышечной ткани, лежащих в основе положительных и отрицательных воздействий при формировании качества мясopодуков. Определялись

следующие особенности микроструктуры готового продукта: толщина соединительнотканых прослоек, особенности компоновки структурных элементов и распределения компонентов рассола по объему продукта.

Проведенные микроструктурные исследования показали, что наибольшая разница по качественным микроструктурным показателям была установлена по толщине соединительнотканых прослоек перимизия и диаметру мышечных волокон. С увеличением количества рассола, вводимого в модельную мясную систему, диаметр мышечных волокон увеличивается по сравнению с модельной мясной системой, шприцовой обычной рассолом. Толщина соединительнотканых слоев также увеличивается в результате увеличения количества рассола, вводимого при следующем массировании в течение 6 часов.

### Выводы

Разработаны научные принципы корректирования технологических характеристик соленых мясных продуктов путем использования МФРКС, что позволяет значительно повысить эффективность использования сырьевых ресурсов мясоперерабатывающей отрасли Украины. Исследовано использование многофункциональных коллоидных рассольных систем с рациональным составом для разных уровней инъектирования с целью улучшения функционально-

технологических свойств мясного сырья и качественных показателей мясных продуктов в технологии соленых мясопродуктов с охлажденной NOR и DFD говядины. Изучено влияние МФРКС на динамику функционально-технологических свойств охлажденной NOR и DFD говядины в процессе посола в условиях циклического массирования. Использование нитритной соли вместо традиционного нитрита натрия приводит к увеличению количества нитрозопигментов, что обуславливает возможность снижения количества нитрита натрия при производстве цельномышечных изделий. Совместное использование нитритной соли и препаратов гемоглобина крови в составе МФРКС снижает остаточное количество нитрита натрия в два раза от установленной в ДСТУ нормы за счет более полной трансформации нитрита в нитрозосоединения. Определено, что с увеличением уровня введения рассола для шприцевания в охлажденную говядину наблюдается снижение красной составляющей координат в общем светловом потоке. Определено проводить рациональную концентрацию препарата гемоглобина (Verpro 70 Col P) для окрашивания мясных систем, которая составляет соответственно 0,6 %, при одновременном использовании 0,05 % изоаскорбата Na и 0,006 % нитритной соли для корректирования цвета соленых изделий с разным уровнем безмиоглобинового сырья.

### Список литературы

1. Борисенко, Л.А. Интенсификация процессов посола мясных соленых изделий / Л.А. Борисенко, А.А. Борисенко, А.А. Брачихин. – Ставрополь: Сев.-Кав. ГТУ, 2004. – 176 с.
2. Погосян, А.В. Разработка и обоснование технологии копченостей из говядины с использованием многокомпонентных рассолов: дис. ... канд. техн. наук / Погосян А.В. – М., 2008. – 162 с.
3. Фейнер, Г. Мясные продукты. Научные основы, технологии, практические рекомендации / Г. Фейнер; пер. с англ. Н.В. Магды, науч. ред. проф., чл.-кор. Международной академии информатизации при ООН В.Г. Поселков, канд. техн. наук Т.И. Проселкова. – СПб.: Профессия, 2010. – 720 с.

Национальный университет  
пищевых технологий, 01601, Украина,  
г. Киев, ул. Владимирская, 68.  
Тел. (044) 287-93-33, e-mail: info@nuft.edu.ua

**S.V. Ivanov, I.I. Kishenko, Yu.P. Kryzhova**

**SUBSTANTIATION OF FORMULA COMPONENTS OF MULTIFUNCTIONAL CURING COLLOIDAL SYSTEMS FOR WHOLE-MUSCLE MEAT PRODUCTS**

---

One of the priorities for stabilization and improvement of functional and technological properties of meat raw material is the use of multifunctional additives. Therefore, the goal of the research was the experimental study of the concept of using multifunctional curing colloidal systems (MFCCS) with optimization of their composition in the technology of cured meat products.

Proposed is the methodological solution of the problem of technological realization of meat raw material of different classification groups. The obtained data show the specificity and the relationship between the main functional and technological properties of NOR and DFD chilled beef and MFCCS components.

The MFCCS composition is justified according to the compatibility analysis, the specificity of functional and technological properties and the results of the influence on the organoleptic, functional and technological, structural, mechanical and biochemical parameters of model meat systems.

Cured meat products technology, multifunctional curing colloidal systems, hydrocolloids, connective tissue proteins, plasma proteins, blood hemoglobin, levels of injection, massaging modes.

---

National University of Food Technologies,  
68 Volodymyrska St., Kyiv-01601, Ukraine.  
Tel. (044) 287-93-33, e-mail: info@nuft.edu.ua

*Дата поступления: 16.01.2014*





**О.А. Ивашина, Л.В. Терещук, М.А. Трубникова, К.В. Старовойтова**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ МОЛОКА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНО-СЛИВОЧНОГО СПРЕДА**

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность внесения в рецептуры растительно-сливочных спредов молочных компонентов. Исследованы физико-химические и микробиологические показатели сухого молочного сырья, используемого в технологии производства спреда. На основании проведенных исследований реологических и органолептических характеристик спредов установлено, что внесение сухой сыворотки, пахты, сухого цельного и сухого обезжиренного молока благоприятным образом влияет на текстуру спреда, делая её более легкой, и на вкусовые качества готового продукта.

Сухое молоко, сухая молочная сыворотка, пахта, спред, текстура, твердость.

### **Введение**

В настоящее время проводится широкий комплекс научных исследований и технологических разработок по созданию нового ассортимента эмульсионных масложировых продуктов. Состав и свойства сырьевых компонентов непосредственно определяют свойства готового продукта, а изменение соотношения составляющих рецептуры позволяет вырабатывать многообразие продукции с учетом назначения и специфики использования. Для производства спредов согласно ГОСТ Р 52100-2003 в качестве компонентов водно-молочной фазы допускается использование сухого цельного молока, сухого обезжиренного молока, пахты и др.

Особенности состава и органолептические свойства спредов позволяют отнести их к перспективным продуктам питания, а также определяют направление их использования в качестве функциональных продуктов, основными составляющими которых являются растительные масла – источники полиненасыщенных жирных кислот и молочное сырье, в котором находятся все необходимые для нормального развития живого организма аминокислоты и жирорастворимые и водорастворимые витамины. Количество казеина, относящегося к группе фосфопротеинов, достигает 80 % от общего содержания белков в молоке.

Использование продуктов переработки молока в технологии производства спредов обусловлено тем, что производители пытаются воссоздать продукт по структуре и вкусу близкий к сливочному маслу. Молочные компоненты способствуют не только обогащению вкуса спреда, но и обеспечивают его стойкость при хранении, так как протеины молока являются природными эмульгаторами.

Следует отметить, что спреды могут использоваться как для непосредственного употребления в пищу, так и для жарения. Присутствие молочного сырья обеспечивает продукту при жарении золотистую корочку, что является одним из желаемых свойств для потребителей. В случае если молочное сырье, входящее в состав спредов, подвергалось предварительному сквашиванию, то это придает дополнительный аромат при приготовлении пищи,

кроме этого, замедляет нежелательные микробиологические процессы во время хранения спреда за счет слабокислой среды, рН которой составляет 5,0–5,5.

Небольшие количества масляной кислоты, лактонов, кетонов, таких как диацетил, или его предшественников, с одной стороны, служат ароматизаторами, с другой стороны маскируют негативные вкусовые вещества, которые могут образовываться при длительном хранении продукта.

Из вышеизложенного следует, что внесение в рецептуры растительно-сливочных спредов компонентов молока, таких как сухое цельное молоко, сухое обезжиренное молоко, сухая молочная сыворотка, пахта, является целесообразным.

### **Объект и методы исследования**

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

Исследование молока сухого обезжиренного по физико-химическим показателям проводили в соответствии с ГОСТ 10970-87, сухого цельного молока – в соответствии с ГОСТ 4495-87, сухой молочной сыворотки – в соответствии с ГОСТ Р 53492-2009. Отбор проб и подготовка к анализу осуществлялась по ГОСТ 26809-86. Индекс растворимости определяли по ГОСТ Р ИСО 8156-2010. «Молоко сухое и сухие молочные продукты. Определение индекса растворимости».

Дополнительно исследовались сухое цельное молоко, сухое обезжиренное молоко, сывороточный концентрат, пахта на предмет соответствия по микробиологическим показателям требованиям СанПиН 2.3.2.1078-2001 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

Также объектом исследования являлись образцы растительно-сливочных спредов, произведенных на линии по производству маргаринов фирмы «SPX Flow Technology».



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

Твердость (текстуру) спреда определяли на анализаторе текстуры «LFRA BROOKFELD», предназначенном для исследования реологических характеристик свойств твердых веществ, вязких жидкостей, порошков и гранулированных материалов.

Режим: Normal (измерение силы при сжатии).

Скорость: 2 мм/с.

Расстояние: 10 мм.

Триггер: 4 г.

Зонд: Brookfield TA 15–45 ° Perspex конический.

Метод основан на измерении нагрузки, вызывающей деформацию образца испытуемого продукта в стандартных условиях. Испытания проводятся путем однократных либо циклических воздействий на испытуемый образец путем сжатия или растяжения. В ходе теста в каждый момент времени измеряется усилие, которое необходимо приложить для деформации, вплоть до заданного момента окончания теста. Полученные зависимости позволяют оценить твердость, эластичность, прочность, вязкость, текучесть, консистенцию, адгезию и другие реологические параметры образцов.

Органолептическую оценку спредов проводили по 20-балльной шкале, в том числе при максимальной оценке вкуса и запаха – 10 баллов, консистенции – 5 баллов, цвета – 5 баллов в соответствии с ГОСТ Р 52179.

### Цель и задачи исследования

Целью работы является исследование влияния сухого молочного сырья на вкус и структуру растительно-сливочных спредов.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: изучение, анализ и систематизация научно-технической литературы и патентной информации по теме исследования; изучение и сравнительная оценка физико-химических показателей сухих молочных продуктов, используемых

в технологии производства спреда; определение содержания твердых триглицеридов в жировой основе сливочно-растительных спредов; изучение влияния основных технологических факторов на реологические и органолептические характеристики растительно-сливочных спредов.

### Результаты и их обсуждение

На первом этапе были исследованы микробиологические и физико-химические показатели сухого молочного сырья: сухого цельного, сухого обезжиренного молока, сыворотки и пахты.

Требования к органолептическим и физико-химическим показателям молочного сырья, используемого в рецептурах спредов, регламентированы соответствующими стандартами.

Физико-химические показатели сухого молока, сыворотки и пахты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели сухого молочного сырья

Показатель	Сухое обезжиренное молоко	Сухое цельное молоко	Пахта сухая	Сыворотка молочная сухая
Массовая доля влаги, %	2,93	2,56	3,22	3,65
Массовая доля жира, %	0,95	25,10	6,50	0,60
Индекс растворимости, см <sup>3</sup> сырого осадка	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Кислотность, °Т (% молочной кислоты)	17,5	15,5	22	17

Содержание токсичных элементов, микотоксинов, антибиотиков, пестицидов и радионуклидов в продукте не должно превышать норм, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации: СанПиН 2.3.2.1078-2001 и СанПиН 2.3.2.1293-2003.

Микробиологические показатели сухого молочного сырья не должны превышать норм, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Таблица 2

Микробиологические показатели сухого молочного сырья

Продукт	Микробиологические показатели				Примечание
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	БГКП (колиформы)	дрожжи	плесени	
Сухое обезжиренное молоко	5·10 <sup>4</sup>	0,1			Роста нет / не обнаружено
Сухое цельное молоко	1·10 <sup>5</sup>	0,1			Роста нет / не обнаружено
Сыворотка молочная сухая	1·10 <sup>5</sup>	0,1	Не более 50 КОЕ/г	Не более 100 КОЕ/г	Роста нет / не обнаружено
Пахта сухая	5·10 <sup>4</sup>	0,1	Не более 50 КОЕ/г	Не более 100 КОЕ/г	Роста нет / не обнаружено

По микробиологическим и физико-химическим показателям все сырье соответствует нормативной документации.

На втором этапе были выработаны образцы растительно-сливочного спреда с 2 %-ным содержанием одного из молочных компонентов в рецептуре. В качестве контрольного образца был произведен спред без добавления какого-либо компонента молока. Таким образом, было выработано и проанализировано 5 образцов растительно-сливочного спреда.

Все образцы спредов были произведены по одной технологической схеме и по рецептуре с идентичным жировым составом.

Технология производства спреда включает следующие стадии производства: подготовку и дозирование рецептурных компонентов, приготовление жировой и водно-молочной фазы, смешение, переохладение и кристаллизацию, механическую обработку и фасовку.

Поскольку спреды обладают высокими пластическими свойствами, особое внимание уделяется обработке переохлажденной эмульсии.

Важными физико-химическими показателями жиров и масел, используемых в производстве эмульсионных продуктов, являются температура плавления, твердость и содержание твердой фазы.

Содержание твердых триглицеридов в интервале температур от 10 до 40 °С определяет пластичность жировой продукции, которая характеризует способность жира под влиянием механического воздействия изменять форму без разрыва сплошности, т.е. способность сохранять форму после снятия напряжения.

Для получения оптимальных структур жировых фаз спредов возможно использование широкого набора жиров и масел с различным содержанием твердых глицеридов. При этом важно учитывать область и условия их применения.

На рис. 1 приведена диаграмма содержания твердых триглицеридов в жировой фазе исследуемых образцов спредов.

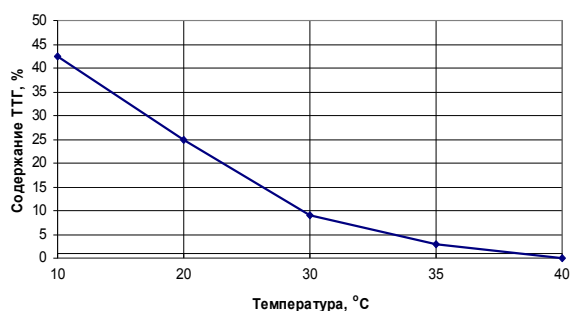


Рис. 1. Содержание твердых триглицеридов в жировой фазе спредов

Анализируя представленные данные, следует отметить, что содержание ТТГ при 35 °С составляет менее 1 %, что обеспечивает лучшее расплавление спреда и гарантирует хорошие вкусовые характеристики. В условиях домашнего использования при температуре окружающей среды 22–25 °С содержание ТТГ должно составлять не менее 10 % для предотвращения размягчения спреда и отделения масла. В исследуемом образце содержание ТТГ при 25 °С

составляет 15 %. Для того чтобы продукт, вытасканный из холодильника, хорошо намазывался, содержание ТТГ при 10 °С должно быть в интервале 30–35 %. В исследуемых образцах содержание ТТГ выше, следовательно, вытасканный сразу из холодильника спред будет достаточно твердым, однако таким образом гарантируется хорошая формоустойчивость продукта во время продажи в магазине: пачка не будет мяться в руках у покупателя.

**Целью** исследования было выявление влияния компонентов молока на вкус и структуру растительно-жирового спреда. Поскольку в результате исследования выявлено, что компоненты молока не влияют на содержание твердых триглицеридов, было принято решение исследовать текстуру спреда на анализаторе текстуры Brookfield.

Важным при конструировании жировой основы является значение показателя твердости исходных жиров, в определенной степени отражающего содержание твердой и жидкой фазы и обуславливающий текстуру и консистенцию готового продукта.

Твердость жировой основы, определяемая при 15 °С, характеризуется содержанием твердой фазы и характеризует одно из важнейших свойств твердых жиров и масел – способность приобретать необходимую структуру при данной температуре. Чем выше содержание твердой фракции в данном жире, тем выше его твердость. Так, при содержании твердой фракции 30, 40 и 50 % твердость жировой основы составляет соответственно 75, 200 и 300 г/см.

Для исследования все образцы были отобраны в одинаковые емкости по 200 мл. По завершению процесса кристаллизации продукта все образцы были темперированы до температуры 20 °С и проанализированы в трехкратном повторении. В табл. 3 приведены средние значения.

Таблица 3

Твердость растительно-сливочных спредов

Образец спреда	Сухое обезжиренное молоко + сухое цельное молоко	Сыворотка молочная сухая	Пахта сухая	Контрольный образец без компонентов молока
Твердость (текстура), гр	420,4	395	466	514

Из приведенных в табл. 3 показателей видно, что наиболее твердым является контрольный образец спреда без добавления компонентов молока. Компоненты молока, особенно сыворотка, придают спреду более легкую структуру.

Таким образом, несмотря на одинаковое содержание твердых триглицеридов, присутствие в водной фазе спреда молочных компонентов благоприятным образом влияет на текстуру спреда.

Также одним из немаловажных факторов при производстве спреда являются вкусовые предпочтения потребителей. В данном исследовании была проведена сравнительная дегустация четырех вышеупомянутых образцов. В дегустации приняло участие 26 человек. К потребителям обратились с вопросом, какому образцу было отдано предпочтение и почему. Каждый участник распределил образцы по местам: самому лучшему – первое место, самому худшему – последнее.

Например, образец спреда № 1 с добавлением сухого обезжиренного и сухого цельного молока был оценен следующим образом: 11 человек поставили его на 1-е место, 9 человек – на 2-е место, 4 человека – на 3-е место, 2 человека – на 4-е. Подсчет баллов осуществлялся по формуле:  $11 \cdot 1 + 9 \cdot 2 + 4 \cdot 3 + 2 \cdot 4 = 49$  баллов. Аналогичным образом было подсчитано количество баллов для остальных трех образцов.

По результатам дегустации путем сложения всех голосов распределились окончательные места.

Результаты дегустации приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты дегустации растительно-сливочных спредов

Номер образца	Добавка	Количество баллов	Место
1	Сухое обезжиренное молоко + сухое цельное молоко	49	1-е
2	Сыворотка	62	2-е
3	Пахта	65	3-е
4	Контрольный образец без компонентов молока	74	4-е

Таким образом, лучший образец набрал наименьшее количество баллов (49), а худший по результатам дегустации – наибольшее количество баллов (74).

Исходя из итогов закрытой дегустации видно, что предпочтение отдано образцу, изготовленному с вводом сухого цельного (1 %) и сухого обезжиренного (1 %) молока. Потребители отмечали легкоплавкий сливочный приятный вкус. Если учитывать итоги анализа текстуры, то данный образец был на втором месте по твердости.

Образцы с сывороткой и пахтой сильно отстают по итогам дегустации. Потребители отмечали более обезличенный вкус.

Последнее место занял контрольный образец. В нем был отмечен несбалансированный обезличенный вкус и тугоплавкая консистенция. По результатам анализа текстуры этот образец был самым твердым – 514 гр.

Таким образом, в данном исследовании было установлено, что введение сухих молочных компонентов оказывает влияние на вкус и текстуру спреда. В частности, спред с введением сухого цельного и сухого обезжиренного молока имеет нежную текстуру и приятный вкус.

#### Список литературы

1. Функциональные пищевые продукты / А.Ф. Доронин, Л.В. Ипатова, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 282 с.
2. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.В. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.А. Тугельян. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.
3. ГОСТ Р 53492-2009. Сыворотка молочная сухая. Технические условия. – Введ. 2009-12-11. – М.: Стандартинформ, 2009. – 12 с.
4. ГОСТ Р ИСО 8156-2010. Молоко сухое и сухие молочные продукты. Определение индекса растворимости. – Введ. 2012-01-01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
5. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М., 2002. – 216 с.
6. Терещук, Л.В. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования: монография / Л.В. Терещук, М.С. Уманский; КеМТИПП. – Кемерово, 2006. – 209 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

**SUMMARY****O.A. Ivashina, L.V. Tereshchuk, M.A. Trubnikova, K.V. Starovoitova****INFLUENCE OF MILK COMPONENTS ON QUALITY INDICES  
OF PLANT-AND-CREAMY SPREAD**

---

The expediency of introduction of dairy components into compounding of plant- and-creamy spreads is theoretically proved and experimentally confirmed. Physical-chemical and microbiological characteristics of dry milk raw materials used in the production technology of spread are investigated. On the basis of the conducted studies on rheological and organoleptic characteristics of spreads, it is established that introduction of dry whey, buttermilk, dry whole and nonfat milk highly influences spread texture, making it lighter, and taste of finished product.

---

Dry milk, dry whey, buttermilk, spread, texture, hardness.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 26.12.2013*



УДК 637.14.2

И.А. Ивкова, А.С. Пиляева, Г.М. Копылов

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУХОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО (СМЕТАННОГО) ПРОДУКТА

Статья посвящена проблеме сохранения качества сухого кисломолочного (сметанного) продукта, стабилизированного антиокислителями в мелкой упаковке специального назначения. Представлены данные по изменению пищевой ценности и качества продукта в процессе длительного хранения. На основании полученных результатов установлены сроки годности сухого сметанного продукта при различных температурных режимах хранения.

Сухой кисломолочный (сметанный) продукт сублимационной сушки, заменители молочного жира, эссенциальные жирные кислоты, антиокислители, синергисты, показатели качества.

### Введение

Актуальная проблема создания сухих молочных консервов, стойких в длительном хранении, транспортабельных, повышенной пищевой и биологической ценности. Сухой кисломолочный (сметанный) продукт разнообразит меню и повысит пищевую ценность рационов питания людей, находящихся в районах с ограниченными сырьевыми ресурсами (армия, флот, космос, альпинисты, туристы, население отдаленных районов страны) [3, 4].

**Цель** нашего исследования – разработать сухой кисломолочный (сметанный) продукт повышенной пищевой и биологической ценности в мелкой одноразовой упаковке, стойкий в длительном хранении.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- замена части молочного жира на жиры растительного происхождения с целью обогащения продукта полиненасыщенными жирными кислотами;
- использование в продукте закваски бифидобактерий на основе культур-пробиотиков;
- выбор наиболее оптимального вида сушки, обеспечивающего получение продукта высокого качества, с сохранением его нативных свойств;
- подбор мелкой одноразовой упаковки, позволяющей сохранить исходные свойства продукта в процессе длительного хранения;
- установление наиболее эффективного и целесообразного комплекса, позволяющего удлинить сроки годности;
- проведение исследований хранимостепости и установление гарантийных сроков годности продукта;
- разработка технологического процесса производства сухого сметанного продукта.

### Объект и методы исследования

Основным объектом являлись молоко коровье не ниже 1-го сорта, закваска прямого внесения фирмы «Хр. Хансен»: ВВ-12, R-704, L.Casei-0,1, заменитель молочного жира ЗМЖ «Эколакт» и ЗМЖ «Союз», антиокислитель дигидрохверцетин (ДГК), синергист аскорбиновая кислота (витамин С) [1, 2].

При выборе и проверке технологического процесса за основу была взята технология сухой сметаны, разработанной ГНУ ВНИМИ РСХА.

### Результаты и их обсуждение

Параметры производства обрабатывались на высококачественном сырье от одних и тех же поставщиков с целью исключения сырьевого фактора.

Подтверждено, для получения продукта с высококачественными показателями рекомендуются следующие основные параметры технологического процесса: температура гомогенизации 58–60 °С, давление 50–60 МПа, массовая доля жира в готовом продукте не более 60 %, вид сушки – сублимационная, наиболее щадящая и сохраняющая начальные свойства продукта [2, 5, 6].

Метод сублимационной сушки по-прежнему остается наиболее прогрессивным способом консервирования пищевых продуктов. Общеизвестно высокое качество пищевых продуктов сублимационной сушки, поскольку при этом способе физико-химические изменения в продукте минимальны, т.к. процесс протекает при минусовых температурах. Продукты сублимационной сушки в соответствующей упаковке могут длительно храниться при положительных температурах [7].

Исходя из этих положений, нами был выбран метод сублимационной сушки как наиболее оптимальный для разработки продукта специализированного направления.

При выборе состава композиции растительных и молочных жиров учитывалось соотношение линолевой и линоленовой ненасыщенных жирных кислот. Было составлено и исследовано несколько растительных и молочных жиров в количестве (%): 70:30, 50:50, 30:70 соответственно.

На основе расчета – экспериментальных исследований отобран вариант с рациональной композицией молочный жир: заменитель молочного жира (%) 50:50, имеющей соотношение  $\omega_6 : \omega_3 = 8 : 1$  [5].

С ее использованием и была составлена нормализованная смесь на основе молочных сливок ЗМЖ «Эколакт» обезжиренного молока.

Результаты исследования жирнокислотного состава представлены на рис. 1.



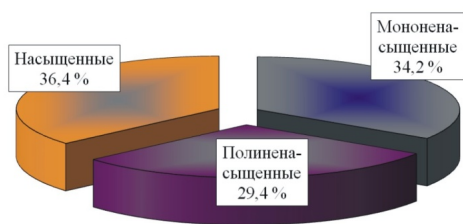


Рис. 1 Соотношение жирных кислот в нормализованной смеси при 50 %-ной замене молочного жира растительным

Из рис. 1 видно, что замена молочного жира его заменителем растительного происхождения в соотношении 50:50 позволяет обеспечить в смеси, идущей на производство продукта, оптимальное соотношение НЖК: МНЖК6: ПНЖК как 36,4:34,2:29,4.

Следующий этап исследования определение качественного и количественного соотношения закваски

сок для производства сухого сметанного продукта с целью обогащения его культурами – пробиотиками.

При изучении процесса сквашивания использовали титруемую кислотность сгустка и органолептические показатели. Культуры заквасок получили активное развитие во всех вариантах опытов; наилучшие показатели были получены в композиции R-704:L.casei 0,1:BB-12, в соотношении 1:1:1.

Параметры сквашивания: температура нормализованной смеси (38±1) °С, время получения сгустка (12±0,5) часа.

Для стабилизации жировой фазы продукта в процессе хранения в качестве антиокислителя был использован флавоноид дигидрокверцетин, в качестве синергиста использовалась аскорбиновая кислота. Дозировка внесения – от 0,01 до 0,03 % к жирокилограммам продукта [6].

Показатели качества и пищевой ценности сухого сметанного свежесывороточного продукта представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Показатели качества сухого сметанного продукта

Показатель	± Неопределенность	Фактическое значение
Массовая доля влаги, %	±0,11	2,0
Массовая доля белка, %	±0,3	0,3
Массовая доля жира, %, в том числе молочного	±1,0 ±0,5	60,0 30,0
Кислотность, °Т	±0,7	59,6
Растворимость, мл сыр. осадка	±0,02	0,1
Массовая доля свободного жира, %	±0,7	59,5
Количество бифидобактерий, КОЕ/1г	±20	10 <sup>7</sup> , не менее
Восстанавливаемость, мин	±20	20,0
Углеводы, %	±0,3	10,3

Таблица 2

Пищевая ценность сухого сметанного продукта

Показатель	± Неопределенность	Фактическое значение
<i>Жирнокислотный состав жировой фазы образца</i>		
Массовая доля масляной кислоты (C <sub>4:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	1,4
Массовая доля капроновой кислоты (C <sub>6:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	1,6
Массовая доля каприловой кислоты (C <sub>8:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	0,4
Массовая доля каприновой кислоты (C <sub>10:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	1,7
Массовая доля деценовой кислоты (C <sub>10:1</sub> ), %	(±20 % относ.)	0,2
Массовая доля лауриновой кислоты (C <sub>12:1</sub> ), %	(±20 % относ.)	1,7
Массовая доля миристиновой кислоты (C <sub>14:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	6,3
Массовая доля миристолеиновой кислоты (C <sub>14:1</sub> ), %	(±20 % относ.)	0,7
Массовая доля пальмитиновой кислоты (C <sub>16:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	29,3
Массовая доля пальмитолеиновой кислоты (C <sub>16:1</sub> ), %	(±20 % относ.)	1,4
Массовая доля стеариновой кислоты (C <sub>18:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	11,5
Массовая доля олеиновой кислоты (C <sub>18:1</sub> ), %	(±20 % относ.)	32,0
Массовая доля линолевой кислоты (C <sub>18:3</sub> ), %	(±20 % относ.)	7,0
Массовая доля линоленовой кислоты (C <sub>20:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	0,5
Массовая доля арахидиновой кислоты (C <sub>20:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	0,1
Массовая доля бегеновой кислоты (C <sub>22:0</sub> ), %	(±20 % относ.)	0,1
<i>Витамины</i>		
Содержание витамина С, мг/100 г	(±0,60)	2,16
Массовая доля витамина В <sub>1</sub> , мг/100 г	(±0,04)	0,26

Окончание табл. 2

Показатель	± Неопределенность	Фактическое значение
Массовая доля витамина В <sub>2</sub> , мг/100 г	(±15 % относ.)	1,15
Массовая доля витамина В <sub>6</sub> , мкг/100 г	(±0,02)	3,36
Содержание витамина Е, г/100 г	(±0,007)	0,570
Массовая доля витамина А, мкг/100 г	(±0,040)	0,236
Массовая доля витамина D <sub>3</sub> , мкг/100 г	(±20 % относ.)	0,194
<i>Содержание аминокислот, мг/100 г</i>		
Аспарагиновая кислота	(±20 % относ.)	1933,0
Глутаминовая кислота		5396,0
Треонин		1138,5
Глицин		495,6
Аргинин		716,0
Валин		1113,4
Метионин		527,7
Лейцин		2291,0
Изолейцин		1284,0
Фенилаланин		1174,0
Цистин		224,0
Лизин		1421,0
Гистидин		476,9
Тирозин		1279,0
Триптофан		364,0
Общее количество незаменимых аминокислот, мг/100 г		7892,6
<i>Фракционный состав липидов</i>		
Насыщенные жирные кислоты, %		42,97
Мононенасыщенные жирные кислоты, %		36,08
Полиненасыщенные жирные кислоты, %		20,43
Фосфолипиды		1,09
Холестерин		0,02
β-ситостерин		0,10

Свежевыработанный сухой сметанный продукт имел массовую долю общего жира (молочного и растительного) 60 % (в т.ч. 30 % молочного), влаги – не более 2 %, массовую долю свободного жира – около 60 %, растворимость – 0,1 мл сырого осадка, кислотность в пределах 60 °Т, количество бифидумбактерий – 10<sup>7</sup> КОЕ/г, восстанавливаемость – не более 20 мин.

Анализ жирнокислотного состава показал, что в наибольшем количестве в жире содержатся высокомолекулярные жирные кислоты (пальмитиновая – 29,3 %, стеариновая – 11,5 %). Достаточно большое количество (около 40 %) незаменимых полиненасыщенных жирных кислот, обладающих высокой пищевой ценностью (олеиновая, линолевая, линоленовая) благодаря наличию в молекуле двойных связей, что делает их лабильными в биологических процессах, протекающих в организме человека.

Доля низкомолекулярных жирных кислот (от масляной до лауриновой), определяющих такие

свойства, как способность к плавлению, а также вкус и запах, составляет, по нашим исследованиям, 7 %.

В составе продукта 15 аминокислот. Белки продукта содержат почти все аминокислоты, выделенные из натуральных белков. Наибольшее содержание приходится на долю дикарбоновых кислот (глутаминовой, аспарагиновой, лейцина). Следует отметить содержание 7 незаменимых аминокислот – около 260 мг/100 г.

Витаминный состав и фракционный состав липидов также подтверждают высокую пищевую и биологическую ценность продукта.

Исследования продукта в процессе длительного хранения продолжались с интервалом 3 месяца с целью установления гарантийных сроков годности.

Изменение физико-химических показателей сухого сметанного продукта с различными дозировками антиокислителей представлено в табл. 3.

Изменения физико-химических показателей сухого сметанного продукта в процессе хранения

Дозировка ДГК, %	После 6 месяцев				После 12 месяцев			
	Массовая доля влаги, %	Растворимость, мл. сыр. осадка	Кислотность, °Т	Массовая доля свободного жира, %	Массовая доля влаги, %	Растворимость, мл. сыр. осадка	Кислотность, °Т	Массовая доля свободного жира, %
	Температура хранения (4±2) °С							
0,0	1,328±0,1	0,10±0,01	109,04±0,5	54,44±0,6	Сняты с хранения			
0,01	1,501±0,1	0,10±0,01	108,41±0,5	55,89±0,6	1,400±0,1	0,022±0,01	112,15±0,5	68,97±0,7
0,02	1,151±0,1	0,10±0,01	101,76±0,4	54,48±0,6	1,560±0,1	0,020±0,01	110,00±0,5	66,19±0,7
0,03	1,655±0,2	0,11±0,01	102,72±0,4	50,35±0,5	1,580±0,1	0,018±0,01	117,24±0,4	62,25±0,6
	Температура хранения (20±3) °С							
0,0	1,234±0,1	0,20±0,01	100,00±0,5	54,04±0,6	Сняты с хранения			
0,01	1,497±0,1	0,15±0,01	109,02±0,5	53,98±0,5	1,484±0,1	0,03±0,01	113,09±0,5	54,19±0,7
0,02	1,069±0,1	0,15±0,01	102,24±0,4	53,79±0,5	1,570±0,1	0,025±0,01	113,00±0,5	57,86±0,8
0,03	1,563±0,1	0,15±0,01	103,05±0,4	53,29±0,5	1,610±0,1	0,025±0,01	118,94±0,4	55,55±0,7

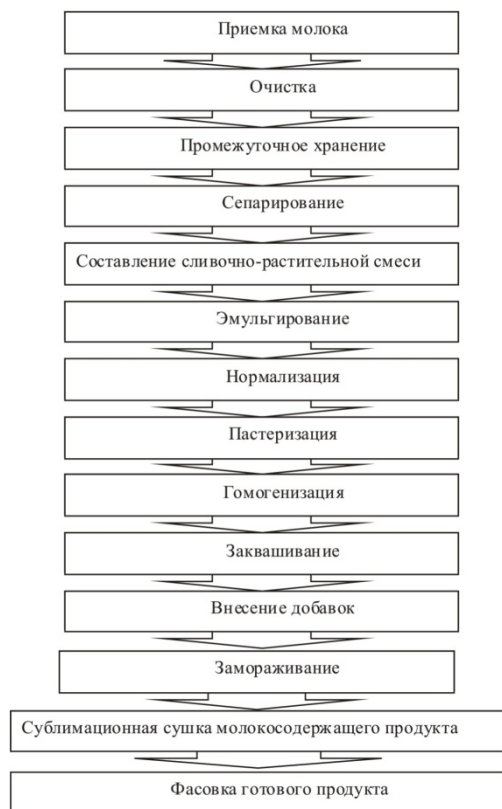


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема производства сухого сметанного продукта

Анализ физико-химических показателей в процессе хранения показал, что существенных изменений в продукте с антиокислителями не происходит как в холодильных, так и в нерегулируемых условиях хранения. Причем чем выше дозировка внесения ингибиторов, тем эти изменения меньше заметны.

Следует отметить, что дозировка внесения ДГК 0,03 % не оказала значительного влияния на увеличение стойкости продукта при хранении по сравне-

нию с образцом с 0,02 % ДГК. Поэтому, оптимальной дозировкой стоит считать последнюю.

Для установления сроков годности разрабатываемого продукта проведены исследования его хранимоспособности в соответствии с рекомендуемыми МУК42.1847-04.

Изучение комплекса показателей: физико-химических, органолептических, безопасности – позволили установить его сроки годности: 24 месяца при температуре (4±2)°С и 18 месяцев при температуре (20±3)°С.

В качестве герметичной мелкой упаковки, позволяющей сохранить исходное качество продукта в процессе длительного хранения, выбрана комбинированная пленка на основе металлической фольги «Хоста-фан-металл-РЕ», в который продукт был расфасован в количестве (150±5) г.

Восстановления продукта проводится охлажденной кипяченной водой  $t=(50±5)$  °С в течении 20 мин.

На основании проведенных исследований на продукт разработана технологическая схема его производства, представленная на рис. 2 (слева).

### Выводы

– разработана НТД (СТО и ТИ), проведена его промышленная апробация в условиях молочного предприятия ОНО ВНИМИ-Сибирь «РАСХН» г. Омска;

– установлено рациональное соотношение молочного и растительного жира, обеспечивающее в сметанном продукте соотношение (%) НЖК:МНЖК:ПНЖК, как 36,4:34,2:29,4. При этом в продукте достигнуто количественное содержание  $\omega_6 : \omega_3$  как 8:1;

– установлено качественное и количественное соотношение заквасок для сухого сметанного продукта: R-704 (*Lactococcus lactis cremoris* и *Lactococcus lactis lactis*): L. casei 01 (*Lactobacillus paracasei paracasei*): BB-12 (*Bifidobacterium lactis*) в

соотношении 1:1:1, а также параметры сквашивания нормализованной смеси: температура ( $38\pm 1$ ) °С, время получения сгустка ( $6\pm 0,5$ ) часа;

– подобраны функциональные ингредиенты: антиокислитель дигидрохверцетин и синергист аскорбиновая кислота, установлены способы и дозировки их внесения: по 0,02 % к жировой фазе продукта перед операцией сквашивания;

– выбрана оптимальный вид сушки – сублимационная как наиболее щадящая, позволяющая полу-

чить продукт высокого качества;

– проведено комплексное испытание хранимостности сухого сметанного продукта в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847-04. Установлены сроки годности продукта: в холодильных условиях при температуре ( $4\pm 2$ ) °С до 2 лет, при нерегулируемых ( $20\pm 3$ ) °С – до 1,5 года хранения соответственно.

#### Список литературы

1. Гаврилова, Ю.А. Биопродукт «Омский-1» с пробиотическими свойствами // Пищевая промышленность. – 2010. – №10. – С. 68–69.
2. Ивкова, И.А. Влияние различных видов упаковки и режимов хранения на качество сухих высокожирных молочных консервов специального назначения / И.А. Ивкова, А.С. Пиляева // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – №1. – С. 39–40.
3. Ивкова, И.А. Современные технологии и ингредиенты в производстве пищевых продуктов / И.А. Ивкова, А.С. Пиляева // Кондитерское производство. – 2012. – № 1. – С. 14–16.
4. Ивкова, И.А. Сухие молочные консервы специального назначения / И.А. Ивкова, А.С. Пиляева // Пищевая промышленность. – 2011. – № 6. – С. 64–65.
5. Ивкова, И.А. Сухой кисломолочный продукт / И.А. Ивкова, А.С. Пиляева // Молочная промышленность. – 2012. – № 8. – С. 17–19.
6. Ивкова, И.А. Сухой сметанный продукт специального назначения / И.А. Ивкова, А.С. Пиляева // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 2. – С. 49–52.
7. Харитонов, В.Д. Термодеструктивные изменения сухого молока в процессе распылительной сушки / В.Д. Харитонов, Л.В. Петрова, С.В. Петрова. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ. – 2009. – 233 с.

Институт ветеринарной медицины и биотехнологии,  
ФГБОУ ВПО «Омский государственный  
аграрный университет имени П.А. Столыпина».  
644122, Россия, г. Омск, ул. Октябрьская, 92.  
Тел. 24-15-35, факс: 23-04-67,  
e-mail: ivm@omgau.ru

#### SUMMARY

**I.A. Ivkova, A.S. Pilyaeva, G.M. Kopylov**

### **DEVELOPMENT OF DRY FERMENTED MILK (SOUR CREAM) PRODUCT TECHNOLOGY**

The paper is devoted to preserving the quality of dry fermented milk (sour cream) product antioxidant stabilized and fractionally packed. The data on changes in nutritional value and quality of the product during storage are presented. Based on the results, the expiry dates for dry sour cream product at different storage temperatures are set.

Dry fermented milk (sour cream) freeze-dried product, milk fat replacers, essential fatty acids, antioxidants, synergists, quality indices.

Institute of veterinary medicine and biotechnology,  
federal public budgetary educational institution  
higher professional education  
«Omsk state agrarian university of the name of P.A. Stolypin»,  
644122, Russia, Omsk, Oktyabrskaya, 92.  
Tel. 24-15-35, fax 04-23-67,  
e-mail: ivm@omgau.ru

Дата поступления: 23.12.2013



**И.О. Казаков, Т.Ф. Киселева, Т.А. Унщикова, Е.В. Цветков**

## **БЕЗАЛКОГОЛЬНЫЕ НАПИТКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ**

На основании проведенных исследований разработана технология полизернового, светлого и темного суслу с использованием разнообразного вида сырья, такого как: светлый ячменный, пшеничный, ржаной ферментированный и неферментированный солод, рисовая, овсяная, кукурузная, гречневая мука. На основании данного суслу разработана рецептура функциональных безалкогольных напитков.

Безалкогольные напитки, полизерновое светлое и темное сусло.

### **Введение**

Потребление алкоголя в России насчитывает тысячелетнюю историю. Славяне использовали для получения спиртных напитков березовый сок, который позднее был вытеснен питейным медом и пивом. В XV веке был изобретен принципиально новый напиток, получавшийся не на основе брожения, а с помощью дистилляции (перегонки) – хлебное вино, потом его стали называть водкой. Водка очень быстро завоевала популярность: она была дешевле и легкодоступна, так как в отличие от предшественников ее производство было возможно в течение всего года, во время транспортировки на большие расстояния и при длительном хранении она не теряла своих потребительских качеств. Уже в XV веке государство попыталось взять рынок нового напитка под свой контроль, объявив его производство и продажу государственной монополией.

В течение XX века многим государствам Северной Европы, прежде всего Дании, Англии, а затем и Скандинавским странам, благодаря целенаправленным усилиям со стороны государства и общества, удалось перейти от преимущественного потребления крепких спиртных напитков к более безопасному потреблению пива и несколько снизить напряженность алкогольной ситуации. В целом же результаты последних кросскультурных исследований свидетельствуют о нарастающей тенденции к сглаживанию национальных особенностей потребления спиртного в условиях глобального общества: в южных регионах пьют все меньше вина, в северных – крепких спиртных напитков; при этом объем продаж пива неуклонно растет [1, 2, 3].

По данным Росстата, объем розничной продажи алкогольных напитков в России в период с января 2009 года по сентябрь 2011 года составил примерно 100 млн дал, причем объем розничной продажи алкогольных напитков в России с каждым годом увеличивается примерно на 3,5 %.

В настоящее время Россия занимает одно из первых мест в мире по потреблению алкоголя на душу населения: 13,6 литра на душу населения чистого спирта. Между тем, по оценкам Всемирной организации здравоохранения, опасный для здоровья уровень потребления чистого алкоголя – 8 л на человека в год.

По официальным данным, «подростковый возраст является наиболее опасным с точки зрения привыкания к алкоголю. Из числа потребителей в

России ежедневно или через день пьют алкогольные напитки, включая пиво, 33 % юношей и 20 % девушек, а доля регулярно потребляющих пиво людей составляет 76 %». ВОЗ отмечает, что российская модель потребления алкоголя – самая опасная: «много, часто, где придется» [5, 6, 7].

Государством проводится ряд мероприятий по снижению потребления этилового спирта: увеличение акцизов на алкогольную продукцию, запрет продажи алкогольной продукции в ночное время, пропаганда здорового образа жизни, ужесточение контроля производства алкогольной продукции.

Одними запретными мерами невозможно решить назревшую проблему. Необходимо также разрабатывать такие напитки, которые могли бы составить альтернативу крепким и слабоалкогольным напиткам и быть популярными среди молодежной аудитории.

**Целью** работы является разработка рецептур и технологии полизерновых напитков повышенной пищевой ценности.

### **Объект и методы исследования**

Объектом исследования являлись светлый ячменный, пшеничный, ржаной ферментированный и неферментированный солод, рисовая, овсяная, кукурузная, гречневая мука, сахар, лимонная кислота, темное пиво «Бархатное», яблочный сок и сок шиповника.

Эксперимент проводился в учебно-исследовательской лаборатории кафедры технологии бродильных производств и консервирования Кемеровского технологического института пищевой промышленности.

### **Методы исследования**

Все исследования проводились с использованием общепринятых методик в пивобезалкогольной промышленности, а также специальных методов, рекомендуемых ГОСТом на отдельные виды сырья и готовую продукцию.

Массовую долю сухих веществ определяли рефрактометрическим методом [8].

Содержание аминного азота – йодометрически [8].

Содержание мальтозы определяли по методу Вильштеттера – Шудля [8].

Содержание полифенолов – по методу Еруманиса [8].



Содержание этилового спирта в готовом напитке определяли с использованием анализатора спирто-содержащих напитков [8].

Кислотность – титриметрическим методом [8].

### Результаты и их обсуждение

Для работы использовали светлый ячменный солод как основной вид сырья, обладающий высокой экстрактивностью и являющийся основным источником ферментов. Пшеничный солод использовался как источник незаменимых аминокислот. Ржаной неферментированный солод является дополнительным источником ферментов.

На основании цели, поставленной в работе, исследования были направлены на разработку рецептур и технологии светлых и темных полизерновых напитков. Основным рецептурным компонентом в полизерновых напитках должно быть соловое сусло, поэтому на начальном этапе исследований для приготовления светлого сусла использовали светлый солод, а также рисовую, кукурузную, овсяную и гречневую муку.

Из указанного сырья были составлены ряд рецептур, ингредиентный состав которых изменялся в соответствии с данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Рецептурный состав светлого сусла, %

Компонент	Номер образца				
	1	2	3	4	5
Светлый солод	80	80	80	80	80
Рисовая мука	15	15	20		10
Овсяная мука		5		20	
Гречневая мука	5				
Кукурузная мука					10
Всего, %	100	100	100	100	100

Согласно образцам, приведенным в табл. 1, из измельченного зернового сырья было приготовлено пять образцов светлого сусла настольным способом при гидромодуле 1:4 с выдержкой пауз в течение 30 минут при температурах 45, 50, 63 °С. При температуре 70 °С выдерживали сусло до полного осахаривания, которое контролировали по йодной пробе. Готовое сусло фильтровали и анализировали.

Анализ сусла проводили по органолептическим показателям таким, как: внешний вид, вкус, аромат по 25- балльной шкале. Внешний вид оценивали по 7 баллам, вкус – по 10 баллам, аромат – по 8 баллам [8]. Результаты анализа органолептических показате-

телей качества полученных образцов светлого сусла представлены на рис. 1.

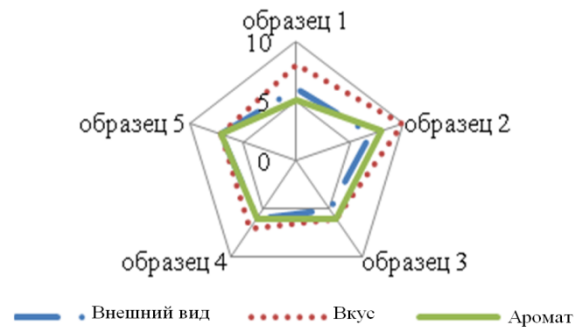


Рис. 1. Органолептическая оценка светлого сусла

Как видно из рис. 1 образец 5, приготовленный из 80 % светлого солода, 10 % рисовой и кукурузной муки, набрал наибольшее количество баллов, так как он обладал гармоничным вкусом, имел аромат, свойственный используемому сырью, сусло было прозрачное в отличие от других образцов, поэтому данный образец светлого сусла использовался для дальнейших исследований.

При составлении рецептур для темных напитков использовали следующее зерновое сырье: светлый солод, ржаной неферментированный солод, пшеничный солод, рисовую и овсяную муку. Из указанного сырья были составлены ряд рецептур, ингредиентный состав которых изменялся в соответствии с данными, приведенными в табл. 2.

Темное сусло на основании представленных в табл. 2 рецептурных компонентов готовилось аналогично светлomu суслу. Готовое сусло фильтровали и анализировали по органолептическим показателям. По продолжительности осахаривания наилучшим оказался образец 2, продолжительность осахаривания этого сусла составила 15 минут. Органолептические показатели образцов темного сусла оценивали так же, как для светлого.

Таблица 2

Рецептурный состав темного сусла, %

Компонент	Номер образца				
	1	2	3	4	5
Светлый солод, %	80	80	90	90	80
Ржаной неферментированный солод, %	5	5	5	5	10
Пшеничный солод, %	5	10		5	10
Рисовая мука, %	5		5		
Овсяная мука, %	5	5			
Всего, %	100	100	100	100	100

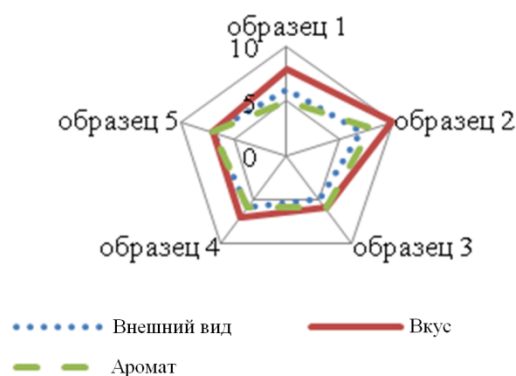


Рис. 2. Органолептическая оценка темного сула



Рис. 3. Технологическая схема приготовления ползерновых напитков

Как видно из рис. 2, образец 2, который приготовлен из 80 % светлого солода, 10 % пшеничного солода, 5 % ржаного неферментированного солода и 5 % овсяной муки, набрал максимальное количество баллов – 24, так как обладал гармоничным вкусом, имел аромат, свойственный используемому зерновому сырью, а по внешнему виду суло было прозрачное с блеском. Этот образец использовался для дальнейших исследований.

На основании проведенных исследований с использованием выбранных образцов светлого и темного сула были составлены рецептуры четырех ползерновых напитков, которые получили название: 1 – «Солодовый светлый»; 2 – «Солодовый темный»; 3 – «Колосок»; 4 – «Кислинка».

Производство ползерновых напитков осуществляется по технологической схеме, представленной

на рис. 3. Приготовление ползернового сула проводится согласно разработанной технологии, купажирование – согласно рецептуре, приведенной в табл. 3.

Норма расход сырья для ползерновых напитков представлена в табл. 3.

Таблица 3

Норма расхода сырья на 100 дал ползерновых напитков

Сырье	«Солодовый светлый»	«Солодовый темный»	«Колосок»	«Кислинка»
Солод ячменный, кг	142,12	160,14	162,14	142,12
Солод пшеничный, кг	17,76	–	17,76	17,76
Неферментированный ржаной солод, кг	8,88	–	8,88	8,88
Рисовая мука, кг	–	20,02	–	–
Кукурузная мука, кг	–	20,02	–	–
Овсяная мука, кг	8,88	–	8,88	8,88
Сахар, кг	15,76	8,34	15,338	15,338
Лимонная кислота, кг	2,57	1,84	2,256	2,256
Пиво, дм <sup>3</sup> 11 %-ное	–	122,69	112,782	112,782
Сок шиповника концентрированный, дм <sup>3</sup>	–	–	–	8,83

В полученных напитках были определены физико-химические и органолептические показатели. Результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Физико-химические показатели напитка

Показатель	Значение			
	1	2	3	4
Массовая доля сухих веществ, %	9,7±0,1	10,3±0,1	9,6±0,1	9,9±0,1
Кислотность, к. ед.	3,3±0,1	3,4±0,1	3,1±0,1	3,5±0,1
Содержание мальтозы, г/100 см <sup>3</sup>	8,59±0,1	8,55±0,1	7,95±0,1	8,29±0,1
Содержание аминного азота, мг/100 см <sup>3</sup>	34,2±0,2	35,0±0,2	33,6±0,2	35,3±0,2
Содержание спирта, %	0,00	0,00	0,00	0,00
Экстрактивность начального сула, %	12,5±0,2	11,6±0,2	11,2±0,2	11,7±0,2
Энергетическая ценность, Ккал	62,3	58,1	55,8	58,3

Органолептический анализ полученных напитков проводили по 25-балльной оценке. Результаты представлены на рис. 4.

На основании органолептического анализа полученные образцы напитков оценены как напитки отличного качества. Все образцы обладают гармоничным вкусом с характерным полным ароматом и прозрачным с блеском.



Рис. 4. Органолептическая оценка полизерновых напитков

### Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований была разработана технология и рецептуры четырех полизерновых светлых и темных напитков, которые могут составить конкуренцию слабоалкогольным напиткам, в том числе и пиву, ввиду схожести их химического состава и оригинальности органолептических показателей.

### Список литературы

1. Гурвич, А. И. Исторические тенденции в алкоголизации населения России: по материалам государственной статистики XIX–XX вв. / А.И. Гурвич, Я. П. Гишинский. – СПб.: Медицинская пресса, 2001. – 156 с.
2. Славянская, И.Л. Обзор рынка алкогольного пива / И.Л. Славянская, С.Ю. Макаров, Е.В. Ильина // Пищевая промышленность. – 2010. – № 2. – С. 4–6.
3. Киселев, В.М. Новая алкогольная политика России. Ч. 1 / В.М. Киселев, Т.Ф. Киселева, О.В. Коркачева // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2009. – № 4. – С. 4–6.
4. Киселев, В.М. Новая алкогольная политика России. Ч. 2 / В.М. Киселев, Т.Ф. Киселева, О.В. Коркачева // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2010. – № 1. – С. 4–6.
5. Нарколог: Потребление алкоголя в России находится на уровне США и Европы. – Режим доступа: <http://vz.ru/news/2012/11/28/609204.html>.
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 29.06.2009 № 46 «О надзоре за алкогольной продукцией».
7. России предсказали рост цен на водку до тысячи рублей за пол-литра. – Режим доступа: <http://lenta.ru/news/2012/10/19/vodka/>.
8. Ермолаева, Г.А. Справочник работника пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

### SUMMARY

**I.O. Kazakov, T.F. Kiseleva, T.A. Unshikova, E.V. Zvetkov**

### SOFT DRINKS BASED ON GRAIN RAW MATERIALS MIXTURE

The technology of poly-grain bright and dark wort production using differend kinds of raw materials has been developed. The sources of raw materials are bright barley, wheat and rye malts mixed with unmalted grains such as rice, oat, corn and buckwheat flours. The wort is used as a base for functional soft drinks production.

Soft drinks, poly-grain bright and dark wort.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 25.11.2013



И.А. Короткий, П.А. Гунько, Т.З. Валиахмедов

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫДЕЛЕНИЯ БЕЛКОВ И ЛАКТОЗЫ ИЗ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Данная работа посвящена исследованию процессов выделения белков и лактозы из молочной сыворотки методом разделительного вымораживания. Проведены опыты по разделительному вымораживанию молочной сыворотки при температурах от  $-2$  до  $-6$  °С. Исследовано изменение плотности молочной сыворотки в процессе разделительного вымораживания. Построены графики зависимости количества образующегося льда, а также количество выпадаемого в осадок белка в процессе кристаллизации. Исследован фракционный состав белкового осадка, физико-химический состав образующегося льда в процессе кристаллизации. Определены параметры криоконцентрирования для выделения ценных компонентов молочной сыворотки.

Молочная сыворотка, криоконцентрирование, разделительное вымораживание, лактоза, белок.

### Введение

Рост населения Земли и повышение его уровня жизни требует постоянного увеличения производства продуктов питания. Однако расширение ресурсной базы для увеличения производства продовольствия в соответствии с требованиями потребителей ограничено. Поэтому насущной потребностью пищевой промышленности в настоящее время является увеличение глубины переработки сырья для увеличения количества и повышения качества пищевой продукции. В России в последние десятилетия сократилось сельскохозяйственное производство, а технологии глубокой переработки пищевого сырья внедряются очень низкими темпами. Дефицит собственного производства компенсируется импортом, который стимулирует зарубежного производителя и развитие импортных технологий, а развитие своего производства и внедрение отечественных инновационных технологий тормозится.

Молочная сыворотка является побочным продуктом производства молочной продукции. В среднем в молочную сыворотку переходит около половины сухих веществ исходного молока, что дает основание использовать термин «полумолоко» (рис. 1) [1, 2, 4].

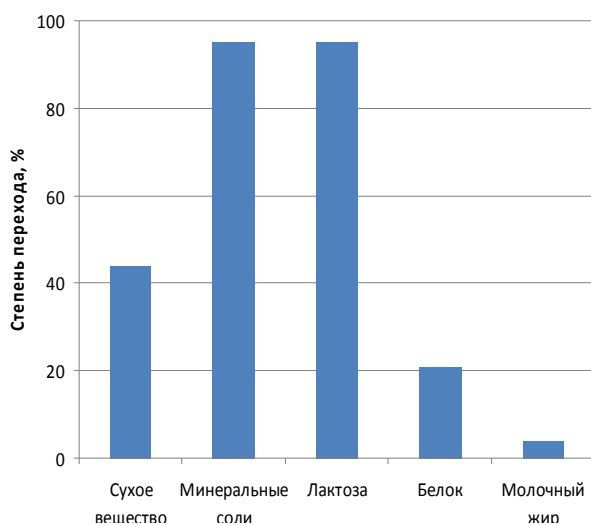


Рис. 1. Степень перехода основных компонентов молока в молочную сыворотку

Из этого следует, что молочная сыворотка может быть источником ценных компонентов при наличии соответствующих технологий их выделения. В развитых странах молочную сыворотку используют в кондитерской, мясной, молочной промышленности, а также парфюмерии и фармакологии путем извлечения из молочной сыворотки белковых компонентов, лактозы, лактулозы и других ценных органических и неорганических веществ. В России большие объемы сыворотки, получаемой в процессе производства молочной продукции, для производителя являются скорее проблемой, чем источником сырья, и, соответственно, источником дохода. Внедрение технологий переработки молочной сыворотки идет достаточно сложно. Технологии эти, как правило, дороги, а своего потребителя в России практически нет, поэтому на молочных предприятиях перерабатывается только небольшая часть сыворотки, основная ее масса в реальном производстве сливается в канализацию. Помимо того, что это очень нерационально с экономической точки зрения, это является также экологически небезопасным процессом. При попадании в канализацию молочной сыворотки выделяются высокотоксичные компоненты, что увеличивает антропогенное воздействие на окружающую среду. Предприятия молочной промышленности вместо того, чтобы извлекать прибыль, несут дополнительные потери, потому как приходится регулярно оплачивать немалые штрафы, которые накладывают органы Госсанэпиднадзора [3].

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что разработка и внедрение технологий переработки молочной сыворотки является актуальной проблемой развития отечественной молочной и смежных отраслей промышленности. Из существующих технологий переработки молочной сыворотки, такие как электродиализ, центробежное выделение, мембранные технологии, характеризуются рядом недостатков, ограничивающих их широкое внедрение в производство. Решить данную задачу позволяет использование метода разделительного вымораживания. Сущность этого процесса заключается в том, что в процессе вымораживания раствора на теплообменной поверхности намерзает чистая влага, а молекулы растворенного вещества остаются в незамерзшей части раствора, концентрация которого

повышается. Криоконцентрирование обладает рядом преимуществ по сравнению с другими способами переработки, такими как:

- низкие энергозатраты на осуществление процесса;
- возможность использования естественного холода при низких температурах окружающей среды;
- простота и надежность в работе применяемого технологического оборудования;
- невысокая стоимость технологического оборудования;
- экологическая безопасность технологии и получаемых продуктов разделения;
- процесс осуществляется при низких температурах, что замедляет микробиологическую порчу продукта, а также исключает тепловую денатурацию белков.

Данная работа посвящена разработке режимов криоконцентрирования для молочной сыворотки с целью выделения из нее ценных белковых компонентов.

### Материалы и методы

Для реализации поставленной задачи был использован криоконцентратор емкостного типа, конструкция которого представлена на рис. 2.

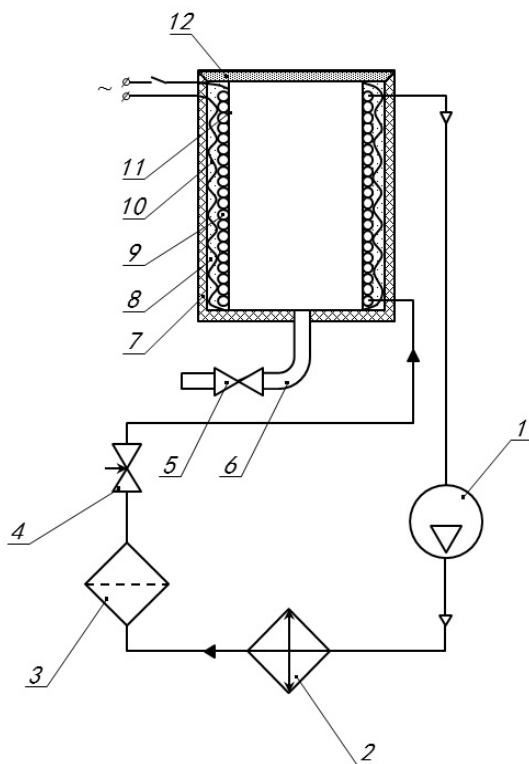


Рис. 2. Схема криоконцентратора емкостного типа:

- 1 – компрессор, 2 – конденсатор, 3 – фильтр-осушитель, 4 – терморегулирующий вентиль, 5 – вентиль трубопровода слива, 6 – сливной трубопровод, 7 – теплоизоляция, 8 – хладоноситель, 9 – змеевиковый испаритель, 10 – ТЭН, 11 – рабочая емкость, 12 – теплоизоляционная крышка

Установка состоит из рабочей емкости 11 объемом 3,5 л, погруженной в хладоноситель 8 и обогреваемой змеевиком испарителя 9. Емкость 11 имеет теплоизолированную крышку 12 и внешнюю

теплоизоляцию 7. Холодильная машина работает по одноступенчатой схеме. Пары хладагента из испарителя 9 отсасываются компрессором 1, сжимаются и нагнетаются в конденсатор 2. Сконденсировавшийся хладагент через фильтр-осушитель 3 и терморегулирующий вентиль 4 направляется обратно в испаритель 9. Для оттаивания образующегося на стенках льда предусмотрены ТЭНы 10. Слив концентрата осуществляется через трубопровод 6 путем открытия вентилей 5.

**Объектом** исследования послужила творожная молочная сыворотка, характеризующаяся содержанием влаги 92,4–94,8 % и плотностью 1028 г/см<sup>3</sup>.

Содержание общего белка определяли на анализаторе белкового азота Rapid N Cube по методу Дюма.

Фракционный состав белка определяли с использованием электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии и в отсутствие додецилсульфата натрия на стандартном оборудовании (камера для вертикального электрофореза Mini Protean).

Плотность концентрата определяли набором погружных ареометров.

### Результаты и их обсуждение

В ходе экспериментов определялось количество вымороженной влаги в ходе кристаллизации при температуре хладоносителя –2, –4 и –6 °С. Вымораживание при более низкой температуре нецелесообразно вследствие значительного повышения энергозатрат. Результаты представлены на рис. 3.

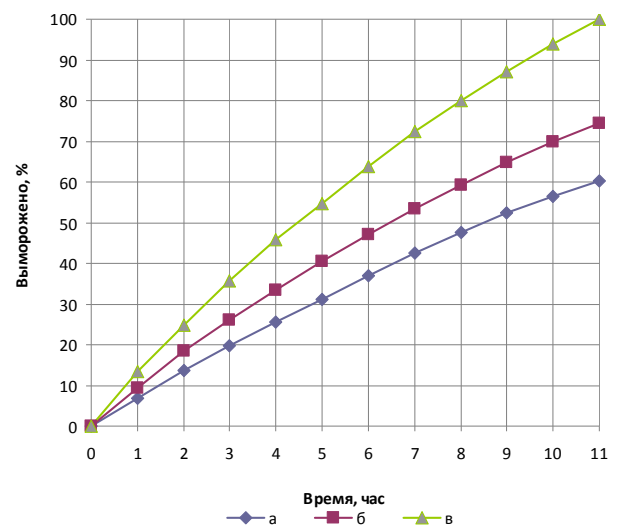


Рис. 3. Зависимость величины образовавшегося льда в процессе разделительного вымораживания молочной сыворотки при температуре хладоносителя –2 °С (а), –4 °С (б) и –6 °С (в)

Установлено, что чем ниже температура хладоносителя, тем быстрее протекает процесс кристаллизации – через 11 часов при температуре хладоносителя –6 °С была выморожена вся влага в молочной сыворотке, тогда как при температурах –4 °С и –2 °С через 11 часов криоконцентрирования было выморожено 74,4 и 60,2 % влаги соответственно.

По полученным данным была рассчитана скорость льдообразования по следующей формуле



$$v = \frac{V_i - V_{i+1}}{\tau}, \quad (1)$$

где  $v$  – скорость льдообразования, %/ч;  $V_i$  и  $V_{i+1}$  – количество вымороженного льда в  $i$ -й час времени;  $\tau$  – время вымораживания между замерами  $V_i$  и  $V_{i+1}$ .

Результаты расчета отражены на рис. 4.

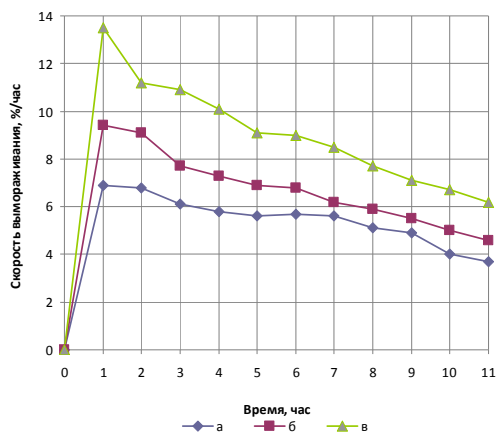


Рис. 4. Скорость льдообразования в процессе криоконцентрирования молочной сыворотки при температуре хладоносителя  $-2$  °C (а),  $-4$  °C (б) и  $-6$  °C (в)

Из графика на рис. 4 следует, что наибольшая скорость льдообразования наблюдается в первый час кристаллизации и составляет 6,9; 9,4 и 13,5 %/ч соответственно при температурах хладоносителя  $-2$ ,  $-4$  и  $-6$  °C. На протяжении всего процесса разделительного вымораживания скорость образования льда снижается и через 11 часов после начала эксперимента составляет 3,7–6,2 %/ч. Стоит отметить, что колебания графиков на рис. 4 вызваны возможными погрешностями при измерении количества образованного льда.

В ходе экспериментов устанавливалось также изменение плотности молочной сыворотки в процессе разделительного вымораживания (рис. 5).

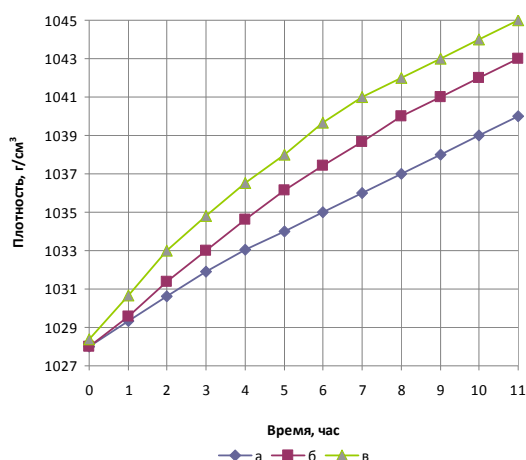


Рис. 5. Зависимость плотности молочной сыворотки от продолжительности криоконцентрирования при температуре хладоносителя  $-2$  °C (а),  $-4$  °C (б) и  $-6$  °C (в)

Исходная сыворотка характеризовалась плотностью 1028,0–1028,5 г/см<sup>3</sup>. В ходе кристаллизации через 11 часов плотность концентрата составляла 1040 г/см<sup>3</sup> при температуре хладоносителя  $-2$  °C. В случае, когда вымораживание осуществлялось при температурах  $-4$  °C и  $-6$  °C, плотность сконцентрированной сыворотки повышалась до 1043 и 1045 г/см<sup>3</sup> соответственно. Было также установлено, что наибольшая скорость концентрирования наблюдается в первые часы кристаллизации, с увеличением продолжительности процесса данная характеристика снижается.

В ходе экспериментальных исследований было обнаружено, что если задавать волнообразный характер изменения температуры в пределах  $-5,5 \dots -6,5$  °C, то на дне рабочей емкости выпадает белковый осадок [4]. Это объясняется тем, что если температура хладоносителя стабильна, то в разделяемом продукте образуется стационарное поле температур и, соответственно, стационарный температурный градиент, который является движущей силой процесса разделения: молекулы воды перемещаются к поверхности, на которой происходит льдообразование, а растворенные компоненты выталкиваются в центральную часть емкости, где находится незамерзший раствор. Если задать определенный волнообразный характер изменения температуры хладоносителя, то в разделяемом продукте возникает нестационарное поле температур, и величина температурного градиента или даже его направление меняется по заданному закону. В этом случае на теплообменной поверхности происходит замерзание льда, а растворенные коллоидные компоненты, к которым относятся сывороточные белки, поскольку отсутствует устоявшийся режим движения белковых мицелл, коагулируют и выпадают из раствора.

Количество выпавшего белкового осадка от общей исходной массы молочной сыворотки в зависимости от скорости изменения температуры ( $-5,5 \dots -6,5$  °C), представлено на рис. 6.

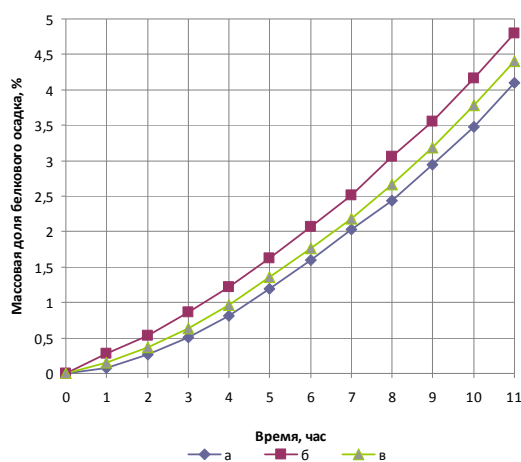


Рис. 6. Количество выпадающего белкового осадка в процессе криоконцентрирования молочной сыворотки при периоде изменения температуры в 10 (а), 30 (б) и 60 (в) минут

Установлено, что с увеличением продолжительности криоконцентрирования молочной сыворотки количество выпадающего белка повышалось. В случае, когда период волнообразного изменения температуры составлял 10 минут, количество белкового осадка через 11 часов процесса составляло 4,4 % от исходной массы сыворотки. Повышение периода изменения температуры до 30 минут влекло за собой увеличение доли белкового осадка до 4,8 %. Дальнейшее повышение периода до 60 минут характеризовалось снижением данного показателя до 4,4 %. Таким образом, наиболее эффективное выпадение белка в молочной сыворотке наблюдается в том случае, когда период волнообразного изменения температуры хладоносителя составляет 30 минут.

Для определения белковых составляющих выпадаемого осадка был проведен электрофорез в полиакриламидном геле, который позволил выявить несколько фракций белков (рис. 7).

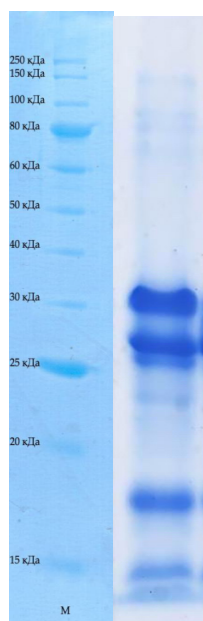


Рис. 7. Результаты электрофореза выпадающего сывороточного белка

Содержание фракций в белковом осадке по результатам электрофореза представлено в табл. 1.

Таблица 1

Фракции белкового осадка

Номер полосы	Молекулярная масса, кДа	Содержание, %
1	32,4	52,5
2	27,1	24,8
3	26,3	4,3
4	23,8	1,5
5	18,4	10,9
6	15,1	3,2
7	12,7	2,8

В выпадаемом осадке было обнаружено семь фракций белка с различной молекулярной массой. Высокомолекулярные фракции (26,3–32,4 кДа) соответствуют казеину, содержание которого составляло 81,6 %. Белки с молекулярными массами 18,4 кДа и 12,7–15,0 кДа соответствуют  $\beta$ -лактоглобулину и  $\alpha$ -лактоальбумину, содержание которых от общего белка составляло 10,9 и 6,0 % соответственно.

В предлагаемой технологии имеется возможность выделять не только белковый компонент, но также водный раствор лактозы, который намораживается на стенках льда при вышеуказанном режиме разделительного вымораживания. В табл. 2 приведены результаты анализа льда, образующегося на стенках теплообменной поверхности при вымораживании 90 % молочной сыворотки.

Таблица 2

Физико-химический состав льда, образующегося при криоконцентрировании молочной сыворотки

Показатель	Содержание, %
Массовая доля влаги	48,1
Массовая доля сухих веществ	51,9
Содержание белка	3,4
Содержание лактозы	45,4

Из результатов анализа следует, что при криоконцентрировании молочной сыворотки во фронте образующегося льда происходило схватывание молекул лактозы, массовая доля которой от сухих веществ составила 87 %. Содержание белка от сухих веществ составило лишь 6,5 %.

### Выводы

Таким образом, в ходе проведенной работы было установлено, что концентрировать молочную сыворотку методом разделительного вымораживания целесообразно при температуре хладоносителя  $-6^{\circ}\text{C}$  в течение 10 часов, что позволяет получить концентрат молочной сыворотки, плотностью  $1044\text{ г/см}^3$  и водный раствор лактозы в виде кристаллизованной фазы в количестве 90 % от исходной массы сыворотки. При этом можно также задавать волнообразный характер изменения температуры хладоносителя в пределах  $-5,5\text{...}-6,5^{\circ}\text{C}$  с периодом вариации в 30 минут, что обеспечивает выпадение белкового осадка в количестве 4,2 % от исходной массы сыворотки. Разработанная технология разделительного вымораживания может найти широкое применение на предприятиях молочной промышленности.

## Список литературы

1. Храпцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А.Г. Храпцов. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
2. Оноприйко, А.В. Технология молочных продуктов мини-производств / В.А. Оноприйко, А.Г. Храпцов, В.А. Оноприйко. – Ростов н/Д: Март, 2004. – 411 с.
3. Свириденко, Ю.Я. Экологические и экономические аспекты переработки молочной сыворотки / Ю.Я. Свириденко, Э.Ф. Кравченко, О.Я. Яковлева // Сыроделие и маслоделие. – 2006. – № 5. – С. 40–41.
4. Короткий, И.А. Исследование работы емкостного кристаллизатора для разделительного вымораживания жидких пищевых продуктов / И.А. Короткий, Д.Е. Федоров, Н.А. Тризно // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4 (27). – С. 106–110.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

## SUMMARY

**I.A. Korotky, P.A. Gunko, T.Z. Valiahmedov**

**RESEARCH ON PROTEINS AND LACTOSE ISOLATION FROM WHEY**

---

The article deals with the study of proteins and lactose isolation from whey using the method of separating freezing out. Experiments on the separating freezing out of whey are done at temperatures from  $-2^{\circ}\text{C}$  to  $-6^{\circ}\text{C}$ . The change of whey density in the course of freezing out is investigated. The diagrams of quantity dependence of the ice formed, and also the amount of the protein deposit formed in the course of crystallization is constructed. The fractional structure of the protein deposit has been studied. The physical and chemical structure of the ice formed in the course of crystallization has been investigated. Rational parameters of cryoconcentration for isolation of valuable whey components have been determined.

Whey, cryoconcentration, separating freezing out, lactose, protein.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 17.12.2013



УДК 664.644.51:633.12

**А.О. Коршенко, О.Г. Чижикова, Т.В. Танашкина,  
С.М. Доценко, Н.Н. Абдулаева, А.А. Семенюта**

## **ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРЕЧНЕВОГО СОЛОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПОЗИЦИИ ХЛЕБОПЕКАРНОГО УЛУЧШИТЕЛЯ**

Обоснован выбор гречневого солода в качестве функциональной основы при создании композиции хлебопекарного улучшителя. Показано, что добавка хлебопекарного улучшителя на основе гречневого солода при производстве хлеба из пшеничной муки с «крепкой» клейковиной улучшает органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий.

Гречневый солод, комплексный хлебопекарный улучшитель, «крепкая» клейковина, качество хлеба.

### **Введение**

Хлебобулочные изделия относятся к продуктам, которые пользуются спросом у всех категорий потребителей. Рынок данных продуктов предполагает жесткую конкуренцию, и в таких условиях производителям необходимо улучшать качественные показатели исходного сырья (т.е. муки) с целью получения готовых изделий с более высокими потребительскими свойствами.

Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено, что хлебопекарные свойства муки зависят от состояния таких основных структурных комплексов муки, как белково-протеиназный и углеводно-амилазный. Степень и скорость изменения этих комплексов обуславливают процессы тестоведения и качество конечного продукта – хлеба. Отсюда одной из возможностей регулирования хлебопекарных свойств муки с целью выпуска продукции с требуемыми показателями качества является применение хлебопекарных улучшителей, которые воздействуют на хлебопекарные свойства муки в зависимости от ее исходного качества.

Хлебопекарный улучшитель – это пищевая добавка, предназначенная для корректировки хлебопекарных свойств муки, интенсификации процессов брожения и созревания теста и улучшения качества хлебобулочных изделий по физико-химическим и органолептическим показателям.

В зависимости от функционального назначения и принципа действия хлебопекарные улучшители разделяют на монодобавки строго направленного действия, которые условно можно классифицировать на улучшители окислительного действия, улучшители восстановительного действия, поверхностно-активные вещества (эмульгаторы), модифицированные крахмалы, ферментные препараты, минеральные соли, и многокомпонентные добавки – комплексные хлебопекарные улучшители.

В настоящее время на предприятия хлебопекарной отрасли все чаще поступает мука, имеющая не один дефект, а несколько. В таких случаях применение индивидуальных улучшителей не обеспечивает желаемого эффекта. Технологическая необходимость и целесообразность обуславливают применение комплексных хлебопекарных улучшителей, со-

ставы которых специально разрабатываются с учетом хлебопекарных свойств муки [1–6].

**Целью** работы является обоснование использования гречневого солода в качестве функциональной основы при разработке комплексного хлебопекарного улучшителя, предназначенного для повышения качества хлеба из пшеничной муки с «крепкой» клейковиной.

### **Объект и методы исследования**

Во время эксперимента проводили анализ основного и дополнительного сырья по показателям, которые требовались в ходе проведения исследования. Все пробы муки пшеничной хлебопекарной анализировались на соответствие требованиям ГОСТ Р 52189 по органолептическим и физико-химическим показателям.

При исследовании химического состава солода определяли массовую долю белка методом Кьельдаля, жира – экстракционным методом с предварительным гидролизом навески, сахаров – спектрофотометрическим методом, крахмала – кислотным гидролизом по методу Пьючера [7]; золы – по ГОСТ 27494. Содержание минеральных веществ, в частности кальция и магния, определяли комплекснометрическим методом [8]; железа – колориметрическим методом по ГОСТ 26928; фосфора – фотометрическим методом по ГОСТ 26657; марганца – фотометрическим методом по ГОСТ Р 51637; цинка и меди – инверсионно-вольтамперометрическим методом по МУК 4.1.1501-03; содержание витаминов: β-каротина – по ГОСТ 13496.17; рутина – сорбционно-люминесцентным методом [9].

Протеолитическую активность солода определяли по методике Бейнона [10, 11]; амилолитическую активность – методом Виндиша – Кольбаха [12]; массовую долю сырой клейковины – на приборе МОК-1 по ГОСТ 27839; качество (упругость) сырой клейковины – на приборе ИДК 3-М по ГОСТ 27839; подъёмную силу дрожжей – по длительности подъёма теста на высоту 70 мм в стандартной форме. Определение качества хлеба проводили по органолептическим показателям по ГОСТ 5667 и 100-балловой системе [13] и физико-химическим показателям: объёмный выход и формоустойчивость – по ГОСТ 27669; пористость мякиша – по ГОСТ

5669; кислотность мякиша – по ГОСТ 5670. Обработку результатов балловой оценки органолептических показателей хлеба осуществляли с помощью методов математической статистики.

### Результаты и их обсуждение

Для разработки композиции хлебопекарного улучшителя, предназначенного для корректировки качества хлеба при использовании пшеничной муки с излишне «крепкой» клейковиной, авторы исследовали измельченный гречневый солод.

Гречневый солод получали путем проращивания зерна гречихи сорта Изумруд селекции Приморского научно-исследовательского института сельского хозяйства Россельхозакадемии (Приморский край, Уссурийский район, п. Тимирязевский). Способ проращивания – оросительный (зерно помещается в специальный аппарат – спраутер, где периодически орошается водой при  $t=15\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 72 часов; предварительного замачивания зерна не предусмотрено). Высушивание производилось в две стадии в течение 12 часов: I стадия – при  $t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , II стадия – при  $t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$  [14].

Высушенный и измельченный солод представлял собой порошкообразный продукт светлорыжевого цвета с темными вкраплениями оболочек солода со слегка ощутимым специфическим запахом.

При обосновании выбора гречневого солода в качестве основы комплексного хлебопекарного улучшителя руководствовались его высокой пищевой ценностью и функциональными свойствами.

Был определен химический состав гречневого солода и сделан сравнительный анализ с пшеничной хлебопекарной мукой. Данные представлены в табл. 1.

Показано (табл. 1), что солод значительно превосходит сортовую пшеничную муку по содержанию белка, сахаров, пищевых волокон, минеральных веществ, в том числе кальция, магния, железа. Кроме того, в солоде установлено содержание витаминов  $\beta$ -каротина и рутина, который отсутствует в пшеничной муке.

Для определения влияния гречневого солода на белково-протеиновый комплекс пшеничной муки проводили анализ массовой доли сырой клейковины и ее физических свойств (качества). Для этого греч-

невый солод вносили в пшеничную муку перед замесом теста в количестве (% к массе муки): 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 2,0.

Таблица 1

Химический состав гречневого солода и пшеничной муки

Показатель	Солод	Мука высшего сорта [15]	Мука первого сорта [15]
Вода, %	7,5	14,0	14,0
Белок, %	14,9	10,3	10,6
Жир, %	2,4	1,1	1,3
Сахара, %	13,0	1,6	1,8
Крахмал, %	49,2	68,5	66,7
Пищевые волокна, %	11,6	3,5	4,4
Зола, %	1,55	0,5	0,7
Кальций, мг/100 г	98,0	18,0	24,0
Магний, мг/100 г	94,0	16,0	44,0
Фосфор, мг/100 г	290,0	86,0	115,0
Железо, мг/100 г	10,8	1,2	2,1
Рутин, мг/100 г	52,0	–	–
$\beta$ -каротин, мг/100 г	0,29	Следы	Следы

Данные табл. 2 показывают, что добавление гречневого солода в пшеничную муку приводит к незначительному увеличению массовой доли сырой клейковины и оказывает заметное влияние на ее качество (упругость и растяжимость).

Упругие свойства клейковины пшеничной муки устанавливали с помощью прибора ИДК 3-М, на котором определялась способность клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия. Чем ниже указанная способность клейковины, тем больше она сжимается и тем большая величина фиксируется на приборе. Представленные исследования (табл. 2) указывают на расслабляющее действие гречневого солода на клейковину пшеничной муки. Максимальное снижение упругости сырой клейковины пшеничной муки и увеличение ее растяжимости отмечено при внесении солода в количестве от 1,0 до 2,0 % к массе пшеничной муки.

Таблица 2

Массовая доля сырой клейковины, ее растяжимость и упругость в зависимости от содержания гречневого солода в пшеничной муке

Содержание солода, %	Массовая доля сырой клейковины, % ( $\Delta X = \pm 0,1$ )	Упругость (ИДК), ед. прибора ( $\Delta X = \pm 2,5$ )	Растяжимость, см ( $\Delta X = \pm 0,25$ )	Группа качества клейковины
Контроль	23,3	47,6	13,7	Вторая
0,25	23,1	47,2	14,0	Вторая
0,5	23,4	49,6	14,3	Вторая
0,75	23,8	50,4	14,5	Первая
1,0	24,0	55,8	15,5	Первая
1,25	23,9	52,2	15,5	Первая
1,5	24,1	60,8	16,0	Первая
2,0	24,4	59,8	16,0	Первая



В зерне злаковых растений, как и во всяком другом живом организме, содержатся ферменты, имеющие значение для биохимических процессов, протекающих в зерне, активность которых возрастает при их прорастивании. В солоде благодаря процессу прорастания зерна особенно активными становятся протеолитические и амилолитические ферменты [1].

Протеолитические ферменты оказывают деструктурирующее действие на белки клейковины, вероятно, с чем и связано расслабляющее действие гречневого солода на клейковину пшеничной муки. В связи с этим была определена протеолитическая активность гречневого солода, которая составила 0,33 условных единиц протеазной активности на грамм исходного сухого вещества.

Для выяснения функциональности гречневого солода устанавливалась также суммарная активность амилолитических ферментов  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы. Амилазы способствуют накоплению в тесте сахаров (мальтозы и глюкозы), которые являются прекрасной питательной средой для дрожжей, этот факт положительно влияет на процесс газообразования, от которого зависит пористость готового изделия. Исследованиями показано, что активность амилаз в гречневом солоде (210,4 ед.) в 4–5 раз выше, чем в пшеничной сортовой муке (высший сорт – 55,1 ед., первый сорт – 44,7 ед.).

Для установления факта влияния гречневого солода на процесс жизнедеятельности дрожжей определяли подъемную силу дрожжей по длительности подъема теста в стандартной форме. В исследованиях использовали дрожжи сухие быстродействующие «Мауриупан». По подъемной силе дрожжей рассчитывали скорость подъема теста.

Установлено, что добавление солода способствует увеличению подъемной силы дрожжей, которая изменяется в зависимости от количества вносимой добавки. Максимальное увеличение скорости подъема теста наблюдалось при внесении солода в дозировках от 0,5 до 1,5 % к массе пшеничной муки. Прирост к контролю соответственно составил 3,7–5,7 отн. %.

Композиция хлебопекарного улучшителя составлялась из основы – гречневого солода и питательных веществ для дрожжей в рекомендуемых для хлебопечения дозировках – фосфорнокислого кальция однозамещенного (Е 341 (i)) (300 мг на 1 кг муки) и сернокислого аммония (Е 517) (172 мг на 1 кг муки) [16]. Рецептuru хлебопекарного улучшителя представлена в табл. 3.

Эффективность действия улучшителя проверялась при выработке хлеба из пшеничной муки первого сорта с клейковиной удовлетворительно крепкой по качеству (массовая доля клейковины – 30,4 %, ИДК – 52,8 ед., растяжимость – 12,0 см, II группа качества).

Выработку контрольных образцов хлеба проводили по следующей рецептуре (кг): мука пшеничная – 100; дрожжи хлебопекарные сушеные – 1,0; соль поваренная пищевая – 1,5; вода питьевая – по расчету (влажность теста 45 %). Исходя из того, что наибольший эффект по влиянию добавок гречневого

солода на хлебопекарные свойства пшеничной муки и жизнедеятельность дрожжей был отмечен при дозировках солода от 1,0 до 1,5 % к общей массе пшеничной муки, то в опытный образец улучшитель вносили в количестве 1,5 % к массе муки. Оценку качества выпеченных изделий проводили по органолептическим и физико-химическим показателям.

Таблица 3

Рецептура хлебопекарного улучшителя

Сырье	Расход сырья, кг
Гречневый солод	100,0
Фосфорнокислый кальций однозамещенный	3,0
Сернокислый аммоний	1,72

Установлено, что изделия с добавлением улучшителя имели ровную, глянцевую поверхность, хорошо развитую пористость мякиша, вкус – приятный, запах – хлебный, цвет мякиша – равномерный с едва заметными вкраплениями улучшителя, в то время как в контрольных образцах корка хлеба была бледной с трещинами на поверхности, а пористость мякиша – очень плотной и неравномерной.

По 100-балловой шкале образцы пшеничного хлеба с добавлением улучшителя были оценены на 81,4 балла и отнесены к категории качества «хорошее», в то время как оценка контрольных образцов составила 66,0 балла (категория качества «удовлетворительное») (табл. 4).

Таблица 4

Органолептическая оценка качества хлеба из пшеничной муки с добавлением улучшителя

Показатель	Оценка единичных показателей с учетом коэффициента весомости $\bar{X} \pm S$ , баллы	
	$X \cdot K_b$	
	Образец хлеба	
	контрольный	с добавлением улучшителя
Форма, состояние поверхности корки (Кв=2)	$3,0 \pm 0$ 6,0	$3,8 \pm 0,16$ 7,6
Окраска корок (Кв=2)	$3,0 \pm 0$ 6,0	$4,0 \pm 0$ 8,0
Цвет мякиша (Кв=3)	$3,6 \pm 0,16$ 10,8	$3,8 \pm 0,16$ 11,4
Характер пористости (Кв=3)	$3,0 \pm 0$ 9,0	$3,8 \pm 0,16$ 11,4
Эластичность мякиша (Кв=3)	$2,8 \pm 0,14$ 8,4	$4,0 \pm 0$ 12,0
Запах (Кв=3)	$4,2 \pm 0,14$ 12,6	$5,0 \pm 0$ 15,0
Вкус (Кв=3)	$3,2 \pm 0,20$ 9,6	$3,8 \pm 0,16$ 11,4
Разжевываемость (Кв=1)	$3,6 \pm 0,16$ 3,6	$4,6 \pm 0,22$ 4,6
Суммарный показатель качества, баллы	66,0	81,4
Категория качества	Удовлетворительное	Хорошее

Физико-химические показатели хлеба с добавлением улучшителя приведены в табл. 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели хлеба из пшеничной муки с добавлением улучшителя

Показатель	Образец хлеба	
	контрольный	с добавлением улучшителя
Объемный выход, см <sup>3</sup> /100 г муки ( $\Delta X = \pm 5,0$ )	304,4	321,3
Удельный объем, см <sup>3</sup> /на 100 г хлеба ( $\Delta X = \pm 7,5$ )	218,6	226,2
Пористость, % ( $\Delta X = \pm 0,35$ )	67,0	71,0
Кислотность, град ( $\Delta X = \pm 0,1$ )	3,1	3,3

Показано, что в опытных образцах хлеба (с добавлением улучшителя) по сравнению с контрольными увеличиваются пористость (на 4,0 абс. %), показатели, характеризующие объем хлеба – объемный выход (на 5,6 отн. %) и удельный объем (на 3,5 отн. %), а также кислотность, что свидетельствует о более интенсивном протекании процессов кислотообразования в тесте, оказывающих положительное влияние на вкус и аромат готовых изделий.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что составленная на основе гречневого солода композиция хлебопекарного улучшителя оказывает положительное влияние на качественные характеристики хлеба, выработанного из муки с низкими хлебопекарными свойствами («крепкой» клейковиной).

#### Список литературы

1. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник / Л.Я. Ауэрман; под общ. ред. Л.И. Пучковой. – 9-е изд.; перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2009. – 416 с.
2. Косован, А.П. Оптимизация технологических процессов при использовании улучшителей в хлебопечении / А.П. Косован, Т.П. Турчанинова // Пищевая промышленность. – 2003. – № 2. – С. 46–47.
3. Косован, А.П. Применение хлебопекарных улучшителей для регулирования качества муки / А.П. Косован, Г.Ф. Дремучева // Пищевая промышленность. – 2003. – № 12. – С. 44–45.
4. Косован, А.П. Хлебопекарные улучшители: тенденции развития и особенности применения / А.П. Косован, Г.Ф. Дремучева // Хлебопечение России. – 2003. – № 4. – С. 20–23.
5. Матвеева, И.В. Концепция и технологические решения применения хлебопекарных улучшителей / И.В. Матвеева // Пищевая промышленность. – 2005. – № 5. – С. 20–23.
6. Поландова, Р.Д. Связь времен и традиций в развитии инновационных технологий хлеба / Р.Д. Поландова // Хлебопечение России. – 2010. – № 2. – С. 6–8.
7. Практикум по биохимии / под ред. С. Северина, Г. Соловьевой. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательство МГУ, 1990. – 509 с.
8. Практикум по агрохимии: учебное пособие / под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
9. Бельтюкова, С.В. Сорбционно-люминесцентное определение рутина в фармацевтических препаратах / С.В. Бельтюкова, А.А. Бычкова // Вісник УжНУ. – 2008. – Вып. 20. – С. 93–98. – (Серія Хімія).
10. Польшгалына, Г.В. Определение активности ферментов: справочник / Г.В. Польшгалына, В.С. Чередниченко, Л.В. Римарева. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 375 с.
11. Пат. 2246536 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> C12N1/14, C12N9/34, C12N9/62, C12N9/24 (C12N1/14, C12R1:085). Ферментативно-гидролизированные пшеничные отруби с глюкоамилазной, протеолитической и ксиланазной активностями и способ их получения путем твердофазного сбраживания пшеничных отрубей с помощью *Aspergillus Niger* / Лабей Пьер Жан, Баре Жан-Люк Ален Ги, Дюширон Франсис Люсьен; заявитель и патентообладатель ЖЪЕ АГРО ИНДЮСТРИЕ (FR). – № 2001124277; заявл. 25.01.2000; опубл. 20.02.2005, Бюл. № 5. – 21 с.
12. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.
13. Пучкова, Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства / Л.И. Пучкова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 232 с.
14. Влияние режимов сушки на амилолитическую активность гречишного солода / А.С. Троценко, Т.В. Танашкина, В.П. Корчагин и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 5. – С. 34–37.
15. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 276 с.
16. Чижикова, О.Г. Эффективное средство повышения качества хлеба – хлебопекарные улучшители / О.Г. Чижикова, Л.О. Коршенко // Вестник Дальневосточной государственной академии экономики и управления. – 1998. – № 1(5). – С. 91–97.

**SUMMARY**

**L.O. Korshenko, O.G. Chizhikova, T.V. Tanashkina, S.M. Dotsenko,  
N.N. Abdulaeva, A.A. Semenyuta**

**SUBSTANTIATION OF USING BUCKWHEAT MALT DURING  
BAKING IMPROVER DEVELOPMENT**

---

The choice of buckwheat malt as the functional basis for developing a composition of baking improver was substantiated. It was shown that adding baking improver on the basis of buckwheat malt in the production of bread produced from wheat flour with resistant gluten improves the organoleptic and physico-chemical quality coefficients of finished products.

---

Buckwheat malt, complex baking improver, resistant gluten, bread quality.

---

Far Eastern Federal University,  
8, Sukhanova str., 690950, Vladivostok, Russia.  
Phone: +7 (423) 243-34-72, fax: +7 (423) 243-23-15,  
e-mail: rectorat@dvfu.ru

*Дата поступления: 09.01.2014*



П.А. Лисин, О.Н. Мусина, И.В. Кистер

## СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЙОГУРТА

Проведен анализ реологических и термодинамических характеристик биоюгурта с фруктово-ягодными компонентами. Изучена эффективная динамическая вязкость, напряжение сдвига, энергия активации. Установлено, что изменение динамической вязкости биоюгурта при увеличении и уменьшении скорости сдвига образует кривую гистерезиса. Площадь, занимаемая кривой гистерезиса, характеризует, по мнению авторов, степень устойчивости структуры биоюгурта к механическому воздействию, оказываемому на продукт. Для количественной оценки степени устойчивости рассчитана площадь, образуемая такой кривой гистерезиса. Оценка энергетического состояния биоюгурта осуществлена путем определения энергии активации исследуемого продукта. Значение энергии активации может использоваться как сравнительная характеристика хранимоспособности молочных продуктов: чем больше данный показатель, тем выше при прочих равных условиях хранимоспособность продукта. Получены математические модели энергии активации вязкого течения молока и молочных продуктов.

Реологические характеристики, термодинамические характеристики, йогурт, динамическая вязкость, напряжение сдвига, энергия активации, модель.

### Введение

В дисперсных системах (по классификации академика П.А. Ребиндера) различают *коагуляционные* и *конденсационные структуры*, характеризующиеся различной природой связей и контактов частиц. В структурах *коагуляционного* типа частицы связаны межмолекулярными силами Ван-дер-Вальса–Лондона, между ними возникают коагуляционные и точечные контакты. Между частицами имеются тонкие прослойки дисперсионной среды. Структура обладает небольшой прочностью, пластичными, эластичными и тиксотропными свойствами. *Тиксотропные* структуры после их механического разрушения способны восстанавливаться во времени [1]. В *конденсационных структурах* дисперсные частицы соединены фазовыми контактами, основанными на химических связях. Они обладают повышенной прочностью, упругопрочными свойствами, после механического разрушения не восстанавливаются.

Кисломолочные сгустки обладают одновременно необратимо разрушающимися и тиксотропными связями и имеют структуру смешанного типа – *коагуляционно-конденсационные* [1,2]. Кисломолочные продукты различаются по характеру сгустков. Так, сгустки йогурта, простокваши, кефира должны быть плотными, эластичными, с ровными краями на изломе, с отделением зеленоватой сыворотки при производстве кефира. Сгустки для творога должны обладать выраженными синергетическими свойствами, легко отдавать сыворотку при термомеханическом воздействии. То есть для творога в сгустке должна преобладать *конденсационная структура*, легко отделяющая сыворотку, с незначительным количеством коагуляционно-тиксотропных связей.

На структуру и свойства образующихся сгустков влияют химический состав молока, состав заквасок, режимы пастеризации и гомогенизации и некоторые другие технологические факторы. Увеличение в молоке массовой доли сухих веществ, особенно

белков, использование в заквасках энергичных кислотообразователей способствует образованию плотных прочных молочных сгустков с выраженными синергетическими свойствами. Повышение температуры пастеризации молока до 93–95 °С, обуславливающее денатурацию сывороточных белков, а также увеличение размера мицелл казеина при низких температурах хранения молока позволяет получить более прочные сгустки, но при этом снижается их синергетическая способность.

Структурно-механические свойства сгустков зависят от температуры сквашивания, кислотности сгустка, режимов охлаждения и созревания, от доз внесения хлористого кальция и сычужного фермента. Агрегация казеиновых частиц не наблюдается до достижения кислотности, соответствующей средней части логарифмической фазы развития молочнокислых стрептококков закваски. Как известно, за *лаг-фазой* наступает логарифмическая фаза максимальной скорости размножения бактерий, когда число клеток увеличивается в геометрической прогрессии. А затем наступает фаза зрелости или старения, во время которой бактериальные клетки начинают гибнуть. До середины *логарифмической фазы* развития молочнокислой микрофлоры наблюдается увеличение дисперсности казеиновых частиц, а со второй половины этой фазы начинаются агрегация казеиновых мицелл и уменьшение их дисперсности.

Кисломолочные напитки (йогурты, кефир, простокваша и др.) относятся к аномально вязким (псевдопластичным) жидкостям. До скорости сдвига  $300 \text{ с}^{-1}$  они имеют выраженную аномалию вязкости, а при более высоких скоростях сдвига ведут себя как ньютоновские жидкости. Наибольшее воздействие на консистенцию кисломолочных напитков оказывают насосы, охладители, расфасовочные машины. В отличие от вязкости молока и сливок, вязкость кисломолочных напитков зависит не только от напряжения, но и от скорости сдвига. Вязкость зави-

сит также от температуры, содержания жира и кислотности продуктов. На реологические свойства кисломолочных напитков в значительной мере влияют режимы тепловой обработки и вид заквасочной культуры. При низкой температуре пастеризации сгусток слабый, с повышением температуры и увеличением выдержки нагревания сгусток становится плотнее и прочнее. Это объясняется повышением степени гидратации и дезагрегации мицелл казеина, а также увеличением содержания денатурированных сывороточных белков.

Структура и консистенция кисломолочных продуктов зависят от гомогенизации молока (рекомендуемые режимы: давление 12,5–17,5 МПа при 55–65 °С). При повышении дисперсности жировых шариков получается продукт с гомогенной консистенцией и стабильной структурой.

Среди большого количества структурно-механических характеристик, описывающих состояние кисломолочных продуктов, важное место отводится *напряжению сдвига и эффективной динамической вязкости*. Для биоогурта важным фактором является как консистенция, так и её устойчивость в процессе хранения. Консистенция биоогурта характеризуется реологическими показателями коагулированного белка.

**Цель** данной работы – изучение и анализ характеристик биоогуртов с фруктово-ягодными композициями, в частности – эффективной динамической вязкости и напряжения сдвига и энергии активации, а также получение математических моделей энергии активации вязкого течения молока и молочных продуктов.

#### Материалы и методы

Объект исследования – биоогурты с фруктово-ягодными композициями [3]. Определяли структурно-механические характеристики биоогуртов с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2» (рис. 1). Рабочий узел ротационного вискозиметра «Реотест-2» представляет собой измерительное устройство типа «цилиндр–цилиндр». В данном цилиндрическом измерительном устройстве исследуемый материал помещается в кольцевой зазор, образующийся между двумя коаксиальными цилиндрами (рис. 1). Наружный неподвижный цилиндр радиусом  $R$  выполнен в виде измерительной емкости. В нее помещается измеряемый материал, а сам цилиндр может быть помещен с целью измерения при определенной постоянной температуре в термостатирующую баню, подключаемую к жидкостному циркуляционному термостату. Внутренний цилиндр радиусом  $r$  и длиной  $L$  вращается с постоянной скоростью вращения. Он соединен через измерительный вал с цилиндрической винтовой пружиной, отклонение которой является мерой для вращающего момента  $M$ , действующего на внутренний цилиндр. Отклонение пружинного элемента воспроизводится потенциометром, включенным в мостовую схему: причем изменение тока, протекаемого по диагонали мостовой схемы, является пропорциональным вращающему моменту  $M$  пружины. Ротационный вискозиметр «Реотест-2» пригоден как для определения

динамической вязкости ньютоновской жидкости, так и для проведения реологических исследований неньютоновских жидкостей. При помощи «Реотеста» измеряют структурную вязкость, дилатансию, пластичность и тиксотропию.

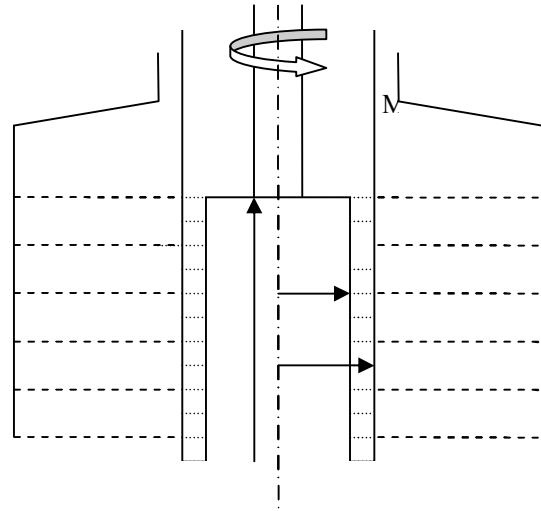


Рис. 1. Принципиальная схема ротационного вискозиметра «Реотест-2»

Обработка результатов измерений проводилась стандартными методами математической статистики с использованием пакета программ MS Excel и MathCAD Pro.

Течение обычных жидкостей при ламинарном режиме подчиняется уравнению Ньютона:

$$\tau = \frac{F}{S} = \eta \cdot \frac{dU}{dx}, \quad (1)$$

где  $\tau$  – тангенциальное напряжение сдвига, действующее между двумя слоями;  $F$  – сила, вызывающая течение жидкости (по абсолютной величине равна силе внутреннего трения);  $S$  – площадь, к которой приложена сила;  $dU$  – изменение скоростей между двумя слоями жидкости, находящимися на расстоянии  $dx$  и движущимися с разными скоростями;  $dU/dx$  – градиент скорости сдвига или скорость сдвига (обозначается  $D$ );  $\eta$  – коэффициент пропорциональности.

При  $dU/dx = 1$ ,  $\tau = \eta$ , тогда принимает физический смысл напряжения сдвига при градиенте скорости, равном единице, и носит названия коэффициента внутреннего трения, или коэффициента вязкости.

Системы, вязкость которых зависит от напряжения сдвига, называются неньютоновскими жидкостями. Для них характерна нелинейная зависимость скорости сдвига от напряжения сдвига. Снижение вязкости с ростом напряжения сдвига называют аномалией вязкости, или структурной вязкостью. Название термина вполне оправдано, так как природа явления связана именно с изменением внутренней структуры жидкости при течении. При этом



происходит изменение ориентации макромолекул в потоке, изменение формы макромолекул и их деформация, а также частичный или полный распад ассоциатов макромолекул, т.е. изменение среднестатистического объема равновесных лабильных структур, возникающих и распадающихся в концентрированных растворах полимеров вследствие межмолекулярного взаимодействия. Деформация и ориентация макромолекул в продукте тем больше, чем выше градиент скорости движения жидкости.

Напряжение сдвига  $\tau$ , развиваемое в исследуемом продукте, рассчитывают по формуле

$$\tau = z \cdot \alpha, \quad (2)$$

где  $\tau$  – напряжение сдвига ( $10^{-1}$ Па);  $Z$  – постоянная цилиндра Реотеста ( $10^{-1}$ Па);  $\alpha$  – показания индикаторного прибора.

Константа цилиндра  $z$  зависит от геометрических размеров цилиндрической системы и от постоянной упругости пружины динамометра. Значения  $z$  для различных измерительных систем приведены в паспортных таблицах прибора.

Скорость сдвига  $D$  ( $c^{-1}$ ), называемая часто скоростью деформации, определяет перепад (градиент) скоростей движения элементарных слоев жидкости в кольцевом зазоре. Скорость сдвига зависит от геометрических размеров цилиндрической системы и пропорциональна скорости вращения цилиндра. Скорость сдвига указана для всех ступеней вращения и типов измерительных цилиндрических систем.

По рассчитанному напряжению сдвига  $\tau$  и скорости сдвига  $D$  вычисляют динамическую вязкость продукта  $\eta$  (мПа·с) [1, 4]

$$\eta = \frac{\tau}{D} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $\eta$  – динамическая вязкость, мПа·с;  $\tau$  – напряжение сдвига,  $10^{-1}$ Па;  $D$  – скорость сдвига,  $c^{-1}$ .

### Результаты и их обсуждение

Нами проведены эксперименты по изучению структурно-механических характеристик биоюгурта с фруктово-ягодными наполнителями. Графическая иллюстрация динамики изменения напряжения сдвига и эффективной динамической вязкости приведена на рис. 2 и 3.

Коэффициенты детерминации (прогнозирования) для представленных линейных математических моделей  $R^2$  близки по величине к единице, следовательно, можно констатировать о высоком уровне адекватности полученных математических моделей. Скорость изменения напряжения сдвига биоюгурта как при увеличении, так и при уменьшении скорости сдвига есть величина постоянная и составляет при увеличении  $0,2844$  Па/ $c^{-1}$ , а при уменьшении –  $0,2578$  Па/ $c^{-1}$ . Учитывая погрешность измерения напряжения сдвига, скорость изменения данного показателя для биоюгурта в исследуемом интервале равна  $0,27$  Па/ $c^{-1}$ .

Изменение динамической вязкости достаточно хорошо описывается степенной зависимостью, коэффициент детерминации равен при увеличении скорости сдвига  $0,9997$ , при уменьшении –  $0,9714$  (рис. 3).

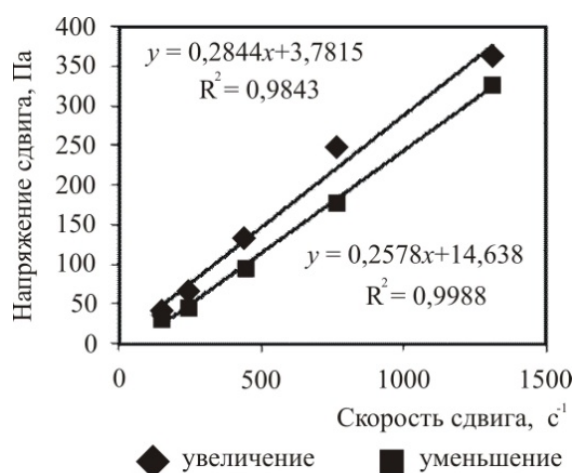


Рис. 2. Динамика изменения напряжения сдвига биоюгурта при увеличении и уменьшении скорости сдвига

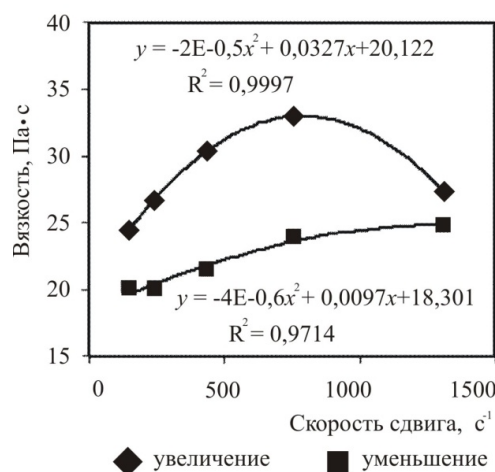


Рис. 3. Динамика изменения эффективной динамической вязкости биоюгурта при увеличении и уменьшении скорости сдвига

Изменение динамической вязкости биоюгурта при увеличении и уменьшении скорости сдвига образует кривую гистерезиса (рис. 3). Площадь, занимаемая кривой гистерезиса, характеризует, по нашему мнению, степень устойчивости структуры биоюгурта к механическому воздействию, оказываемому на продукт. Чем меньше данная площадь, тем слабее силы взаимодействия между молекулами продукта (время релаксации – время восстановления начальных значений показателей, характеризующих структуру, минимальны), и наоборот.

Для количественной оценки степени устойчивости необходимо определить площадь, образуемую кривой (петлей) гистерезиса. Расчет площади произведен с помощью программы MathCAD Pro как определенный интеграл разности двух функций (рис. 3) исходя из следующих соображений:

увеличение скорости сдвига:  $Y_1 = -2 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 0,0327 \cdot x + 20,122$ ;

уменьшение скорости сдвига:  $Y_2 = -4 \cdot 10^{-6} \cdot x^2 + 0,0097 \cdot x + 18,301$ ;

$$S = \int_{x_1}^{x_2} (Y_1 - Y_2) dx = 5663,03,$$

где  $S$  – площадь, образованная кривой (петлей) гистерезиса;  $Y_1$  – уравнение изменения вязкости при увеличении скорости сдвига;  $Y_2$  – уравнение изменения вязкости при уменьшении скорости сдвига;  $x$  – скорость сдвига,  $c^{-1}$ .

Пределы интегрирования  $x_1 = 145 c^{-1}$ ,  $x_2 = 1312 c^{-1}$ .

Оценка энергетического состояния биоогурта осуществлена путем определения энергии активации исследуемого продукта. Как известно, для того чтобы молекула жидкости «перескочила» из одного положения равновесия в другое, должны нарушиться связи с окружающими ее молекулами и образоваться связи с новыми соседями. Для разрыва межмолекулярных связей требуется энергия активации  $E_a$  – термодинамического параметра. Такой переход молекулы из одного положения равновесия в другое является переходом через потенциальный барьер высотой  $E_a$ .

Энергия активации является тем показателем, которая характеризует **меру структурированности** исследуемого биообъекта. Значение энергии активации может использоваться как сравнительная характеристика хранимостепособности пищевых продуктов. Чем больше данный показатель, тем хранимостепособность продукта выше (при прочих равных условиях).

Энергия активации вязкости течения определена с использованием уравнения Френкеля-Эйринга по формуле

$$\eta = A \cdot \exp\left(\frac{E_a}{R \cdot T}\right), \quad (4)$$

где  $\eta$  – динамическая вязкость продукта, Па·с;  $A$  – постоянная, имеющая размерность вязкости, Па·с;  $E_a$  – энергия активации, Дж/моль;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $R=8,32$  Дж/(моль·К);  $T$  – термодинамическая температура, К.

Прологарифмируем уравнение (4)

$$\ln \eta = \ln A + \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T}. \quad (5)$$

Введем следующие обозначения:  $y = \ln \eta$ ;  $a = -\ln A$ ;  $b = E_a/R$ ;  $x = 1/T$ .

С учетом этих обозначений получаем линеаризованное уравнение регрессии  $y=a+bx$ . Вычислив коэффициенты  $a$  и  $b$ , можно рассчитать предэкспоненциальный множитель  $A$  и энергию активации  $E_a$ .

В работе была предпринята попытка определить вид функциональной кривой изменения вязкости продукта от температуры путем их спрямления.

Данная задача была осуществлена путем выбора полулогарифмической шкалы, что показано на рис. 4. Если для рассматриваемой реакции применимо уравнение Аррениуса, то  $\ln(\eta)$  должен линейно зависеть от  $1/T$ . Поэтому если отложить найденные значения в координатах  $\ln(\eta)=f(1/T)$  (эти координаты называют *аррениусовскими*), то все точки должны уложиться на одной прямой. По наклону этой прямой определяется энергия активации процесса.

Энергия активации вязкого течения связана с разрывом вторичных связей и временных узлов флуктуационной сетки, поэтому прямолинейный вид зависимости  $\ln \eta$  от  $1/T$  свидетельствует об образовании связей одного вида. Величина энергии активации указывает на образование структуры в системе за счет водородных связей. Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что характер кривых всех исследуемых продуктов одинаков.

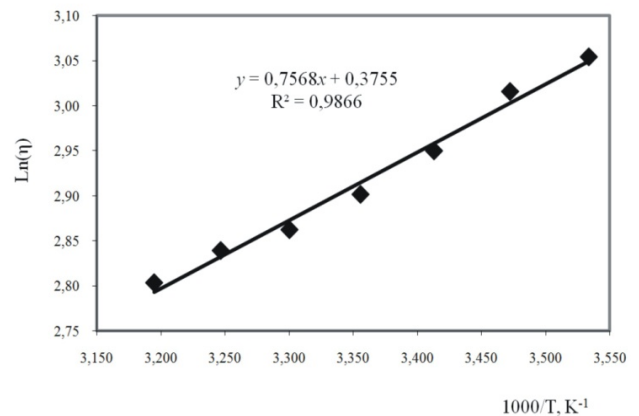


Рис. 4. Линеаризация экспериментальных данных динамической вязкости биоогурта в аррениусовских координатах

Линейный характер зависимостей, полученных нами в экспериментах,  $\ln(\eta)$  от  $1/T$  свидетельствует о корректности данного приближения и позволяет определить значения энергии активации вязкого течения.

На основании математической обработки экспериментальных зависимостей  $\ln(\eta)$  от  $1/T$  определены энергии активации вязкого течения (значения коэффициента вязкости для всех молочных продуктов соответствовали скорости сдвига  $81 c^{-1}$ ).

В табл. 1 приведен алгоритм (последовательность) расчета значения энергии активации и предэкспоненциального показателя.

В табл. 2 сведены расчетные величины энергии активации вязкого течения молока и молочных продуктов, а также приведены значения предэкспоненциальных множителей, ошибки прогнозирования. Адекватность математических моделей оценивалась коэффициентом детерминации ( $R^2$ ).

Полученные модели энергии активации вязкого течения молока и молочных продуктов могут использоваться как сравнительная характеристика их хранимостепособности: чем больше данный показатель, тем хранимостепособность продукта выше (при прочих равных условиях).

Таблица 1

Изменение эффективной динамической вязкости биоогурта  
в зависимости от температуры (скорость сдвига равна  $145 \text{ с}^{-1}$ )

$^{\circ}\text{C}$	T, K	$1000/T, \text{ K}^{-1}$	$\eta_s, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$\ln(\eta)$	R, Дж/моль·К	$\eta_p, \text{ Па}\cdot\text{с}$	$(\eta_s - \eta_p)/\eta_s$
10	283	3,534	21,2	3,054	8,314	21,2	0,0014
20	293	3,413	19,1	2,950	8,314	19,3	0,0117
25	298	3,356	18,2	2,901	8,314	18,5	0,0167
30	303	3,300	17,5	2,862	8,314	17,7	0,0140
35	308	3,247	17,1	2,839	8,314	17,0	0,0035
40	313	3,195	16,5	2,803	8,314	16,4	0,0070
Энергия активации, кДж/моль =						6,292	
предэкспоненциальный множитель						1,456	
Ошибка прогноза, %							0,91

Таблица 2

Энергия активации течения  
молока и молочных продуктов

Продукт (интервал температур)	Энергия активации, кДж/моль	A, $10^{-3}$ Па·с	Ошибка прогноза, %	Коэффициент детерминации
Сливки Ж = 80 % (40...80 $^{\circ}\text{C}$ ) [5, 6]	32,50	0,62	6,68	0,987
Сливки Ж = 70 % (40...80 $^{\circ}\text{C}$ ) [5, 6]	30,62	0,13	6,21	0,973
Сливки Ж = 60 % (40...80 $^{\circ}\text{C}$ ) [5, 6]	18,29	0,38	4,40	0,970
Сливки Ж = 50 % (40...80 $^{\circ}\text{C}$ ) [5, 6]	12,80	0,83	0,64	0,999
Сливки Ж = 40 % (40...80 $^{\circ}\text{C}$ ) [5, 6]	10,13	0,91	0,58	0,998
Восстановленное молоко, Ж = 2,5 % (5...50 $^{\circ}\text{C}$ ) [5]	20,57	0,44	2,79	0,990
Пастеризованное молоко Ж=3,2 % (5...80 $^{\circ}\text{C}$ ) [4]	18,37	0,96	5,27	0,990
Вода (0...100 $^{\circ}\text{C}$ )	15,45	1,81	3,50	0,990
Биоогурт Ж=1,5 % (10...40 $^{\circ}\text{C}$ )	6,29	1,45	0,91	0,987

### Выводы

Проведен анализ реологических и термодинамических характеристик биоогурта с фруктово-ягодными компонентами. Изучена эффективная динамическая вязкость, напряжение сдвига, энергия активации. Скорость изменения напряжения сдвига биоогурта как при увеличении, так и при уменьшении скорости сдвига есть величина постоянная. Изменение динамической вязкости биоогурта описывается степенной зависимостью. Установлено, что изменение динамической вязкости биоогурта при увеличении и уменьшении скорости сдвига образует кривую гистерезиса. Площадь, занимаемая кривой гистерезиса, характеризует, по нашему мнению, степень устойчивости структуры биоогурта к механическому воздействию, оказываемому на продукт. Чем меньше данная площадь, тем слабее силы

взаимодействия между молекулами продукта, и наоборот. Для количественной оценки степени устойчивости рассчитана площадь, образуемая такой кривой гистерезиса. Оценка энергетического состояния биоогурта осуществлена путем определения энергии активации исследуемого продукта. Значение энергии активации может использоваться как сравнительная характеристика хранимоспособности молочных продуктов: чем больше данный показатель, тем выше при прочих равных условиях хранимоспособность продукта. Определен вид функциональной кривой изменения вязкости продукта от температуры путем их спрямления. По наклону полученной прямой и определяется энергия активации процесса. В результате получены математические модели энергии активации вязкого течения молока и молочных продуктов.

### Список литературы

1. Косой, В.Д. Контроль качества молочных продуктов методами физико-химической механики / В.Д. Косой, М.Ю. Меркулов, С.Б. Юдина. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 208 с.
2. Косой, В.Д. Реология молочных продуктов: теория, научные исследования, справочный материал: лабораторный практикум / В.Д. Косой, Н.И. Дунченко, М.Ю. Меркулов. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 826 с.
3. Мусина, О.Н. Современное состояние биотехнологии комбинированных молочных продуктов (обзор). 2. Тенденции совершенствования основных видов комбинированных молочных продуктов / О.Н. Мусина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 4. – С. 62–65.
4. Горбатов, А.В. Реология мясных и молочных продуктов / А.В. Горбатов. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 383 с.

5. Осинцев, А.М. Теоретическое и экспериментальное исследование процессов, лежащих в основе свертывания молока: монография / А.М. Осинцев. – Кемерово, 2003. – 120 с.

6. Осинцев, А.М. Развитие фундаментального подхода к технологии молочных продуктов: монография / А.М. Осинцев. – Кемерово, 2004. – 138 с.

ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»,  
644008, Россия, г. Омск, Институтская площадь, 2,  
Тел. (3812) 24-39-76,  
e-mail: adm@omgau.ru

ГНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия Россельхозакадемии»,  
656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66.  
Тел. (3852) 56-46-12,  
e-mail: sibniis.altai@mail.ru

SAMMURY

**P.A. Lisin, O.N. Musina, I.V. Kister**

## **STRUCTURAL-MECHANICAL AND THERMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF BIO-YOGURT**

---

The analysis of rheological and thermodynamic characteristics of bio-yogurt with fruit and vegetable components are given. Efficient dynamic viscosity, shear stress and activation energy are studied. It is established that the change of dynamic viscosity of bio-yogurt forms the hysteresis curve when the increase and the decrease of the shear rate take place. According to the authors, the area occupied by the hysteresis curve characterizes the degree of the bio-yogurt structure stability to the mechanical impact. The area formed by the hysteresis curve has been calculated for a quantitative assessment of the stability degree. Evaluation of the bio-yogurt energy state is carried out by means of the product activation energy determination. The value of the activation energy can be used as a relative characteristic of dairy products keeping ability: the higher the value, the higher the keeping ability. Mathematical models of activation energy of viscous flow of milk and dairy products are created.

Rheological and thermodynamic characteristics, yogurt, dynamic viscosity, shear stress, activation energy, model.

---

Omsk state agrarian University by P.A. Stolypin,  
644008, Russia, Omsk, Institutskaya square, 2.  
Phone (3812) 24-39-76,  
e-mail: adm@omgau.ru

Siberian research Institute for cheese-making  
Russian Academy of agricultural Sciences,  
656016, Russia, Barnaul, Sovetskaya Army, 66.  
Phone: (3852) 56-46-12,  
e-mail: sibniis.altai@mail.ru

Дата поступления: 24.12.2013



УДК 664.64.016.8:661.719.3

**Н.А. Наумова, В.М. Позняковский****ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИТАМИНИЗАЦИИ  
БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ СЕЛЕНОМ**

Изучено влияние премикса 986 (производитель DSM Nutritional Products), содержащего витамины E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>12</sub>, H, на органолептические, физико-химические, микробиологические показатели качества и формирование пищевой ценности и функциональных свойств булочной продукции, обогащенной селеном.

Установлено, что витаминизация селеносодержащих хлебопродуктов улучшает внешний вид (изделия более пышные с мелкой тонкостенной пористостью, эластичным мякишем) и вкус (более выражены молочно-кислые тона) свежеспеченных изделий, а также некоторые физико-химические показатели: пористость увеличилась на 1,5 %, удельный объем – на 5,9 %. Употребление с пищевым рационом усредненной порции разработанных обогащенных хлебобулочных изделий позволит удовлетворить не менее 45,0 % от суточной физиологической потребности взрослого человека в селене и не менее 20,0–40,0 % – в основных витаминах, что позиционирует разработанные хлебопродукты как обогащенные продукты питания. Клинически доказана большая эффективность применения витаминизированных селеносодержащих хлебопродуктов в качестве профилактических средств для снижения интенсивности свободнорадикальных процессов в организме человека.

Витамины, селен, обогащенные хлебобулочные изделия, антиоксиданты, перекисное окисление липидов.

**Введение**

Южный Урал относится к регионам, находящимся на грани экологического кризиса. Подлинные масштабы и последствия экологических бедствий еще предстоит оценить, но уже выявленные факты и тенденции внушают большие опасения. Основным производством в столице Южного Урала является металлургия и производство готовых металлических изделий, на долю которых (по данным на 2011 г.) приходится более 71,8 % объема всей выпускаемой промышленными предприятиями города продукции. Но концентрация металлургических предприятий в регионе имеет и ряд отрицательных сторон, проявляющихся в резком ухудшении экологической обстановки. Объем выбросов загрязняющих веществ в 2009–2010 годах, по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области», в г. Челябинске увеличился до 181 878 тыс. тонн, что на 45,9 % больше, чем в 1999–2000 годах. Так, выбросы марганца от стационарных источников за истекшие 10 лет возросли на 380,02 %, оксида кадмия – на 400,0 %, свинца – на 55,5 %, мышьяка – на 57,8 %. Соединения кадмия, ртути и свинца вызывают как выраженные специфические, так и хронические неспецифические реакции. Однако у всех тяжелых металлов есть общие направления влияния на организм – все они индуцируют перекисное окисление липидов (ПОЛ) посредством инициирования образования активных форм кислорода (АФК) или блокирования ферментов антиоксидантной защиты. Повышенная генерация активных форм кислорода вызывает повреждение клеток и может способствовать развитию атеросклероза, инфаркта миокарда, инсульта, онкологических заболеваний, бронхолегочных и других заболеваний [1, 11].

Ранее проведенными исследованиями по изучению элементного статуса челябинцев было установлено, что практически каждый горожанин, начиная с 18-летнего возраста и на протяжении всей жизни, испытывает дефицит такого микроэлемента, как

селен. При этом риск развития гипозелементаза селена довольно высок и составляет 93,2–96,2 % [4].

В настоящее время хорошо известно, что селен защищает сердце за счет ограничения содержания в организме тяжелых металлов: свинца, кадмия, кобальта, ртути (возможно, за счет образования нерастворимых комплексов, восстановления дисульфидных связей в белках в SH-группы), которые могут повреждать ткани сердца. К тому же селен является эссенциальным нутриентом и имеет первостепенное значение в защите организма от оксидантного стресса. Селен эффективен при любых физиологических и патологических состояниях, сопровождающихся повышенной нагрузкой свободных радикалов и иных активных форм кислорода. По данным исследователей, селен связан с функциями более 100 ферментов. Селен блокирует синдром перекисного окисления липидов – важнейший механизм развития атеросклероза, ишемической болезни сердца, всей суммы сердечно-сосудистых заболеваний. Селен снижает накопление в стенках артерий окисленного липопротеина низкой плотности, защищает от аритмий, вызванных гипоксией [7].

Забота о здоровье человека и нации в целом – одно из основополагающих и значимых направлений социальной политики уважающего себя государства. Согласно Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности России на 2013–2020 годы и Концепции государственной политики в области здорового питания населения РФ на период до 2020 года, для профилактики хронической недостаточности физиологически функциональных ингредиентов необходимо внедрять новые технологии, позволяющие расширить выработку продуктов питания нового поколения с заданными функциональными свойствами (в т.ч. увеличить долю производства продуктов массового потребления, обогащенных эссенциальными нутриентами, включая массовые сорта хлебобулочных изделий), оказывающих благоприятное воздействие на здоровье человека.



Сформировавшиеся веками традиции питания населения нашей страны с учетом относительно высокой физической активности и холодного климата большинства регионов обусловили значительное потребление продуктов хлебной группы. Анализ потребления различных видов хлебобулочных изделий показывает, что, несмотря на некоторые региональные различия, в целом по России продолжается тенденция снижения потребления ржаного и ржано-пшеничного хлеба. Одновременно несколько увеличивается потребление хлебных изделий из пшеничной муки высших сортов. По-прежнему на низком уровне находится производство специальных изделий лечебного, профилактического и здорового (функционального) назначения, хотя некоторая тенденция к их увеличению все же наблюдается.

Учитывая вышесказанное, в условиях ОАО «Первый хлебокомбинат» (г. Челябинск) была разработана рецептура и технология производства булки «Городская с селеном» (ТУ 9115-066-02068315) ускоренного (на КМКЗ) способа производства из пшеничной муки высшего сорта путем внесения на стадии замеса теста пищевой добавки «Селексен» (в количестве 0,00304 кг на 100 кг муки), предварительно растворенной в расплавленном маргарине. Принимая во внимание положительное действие некоторых витаминов на улучшение качества хлебопродуктов (витамины группы В способствуют увеличению пористости, удельного объема, выхода обогащенной продукции) [8] и метаболизм селена (витамин Е предупреждает окисление селена, способствует его сохранению), экспериментально доказано наличие синергического действия селена и витаминов В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> [9]. Были продолжены исследования по разработке селеносодержащих булочных изделий, дополнительно обогащенных комплексом витаминов.

Для обогащения булки «Городская с селеном» использовали премикс 986 (производитель DSM Nutritional Products), содержащий витамины Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, В<sub>3</sub>, В<sub>С</sub>, В<sub>12</sub>, Н. При этом дозировки «Селексена» и премикса были рассчитаны с учетом того, чтобы употребление 150 г (усредненной суточной порции) обогащенного продукта удовлетворяло 30–50 % от физиологической потребности организма взрослого человека в селене и основных витаминах, а также с учетом ранее установленных потерь селена [3] и некоторых витаминов [8] в процессе выпечки и хранения обогащенных хлебопродуктов.

Витаминный премикс 986 в количестве 75 г предварительно растворяли в воде для дальнейшего внесения полученного раствора в тесто при замешивании. Это позволяет добиться более равномерного распределения микронутриентов в готовом продукте и исключает возможность передозировки.

#### **Объект и методы исследования**

В результате постановки научного эксперимента было изучено влияние витаминного премикса 986 на формирование качества и функциональных свойств обогащенной булочной продукции.

Объектом дальнейших исследований послужили модельные образцы (контроль и опыт) булки «Го-

родская с селеном» и биосубстраты (кровь человека) для исследования функциональных свойств (антиоксидантной активности) хлебных изделий.

В работе были использованы современные стандартные органолептические, физические, химические, микробиологические методы исследования хлебопродуктов и биосред.

Для оценки органолептических показателей качества модельных образцов хлебобулочных изделий использовалась 10-балльная шкала, разработанная и используемая специалистами ОАО «Первый хлебокомбинат». У хлебобулочных изделий оценивались: внешний вид (правильность формы, достаточность объема, состояние поверхности, цвет), состояние мякиша (пропеченность, промес, пористость, эластичность), вкус, запах. Каждой группе показателей качества присваивались баллы от 1 до 10. Если продукция в итоге набирает 35–40 баллов – она считается отличным качеством, 25–35 – хорошего, 10–25 – удовлетворительного.

Оценку качества проводили как у свежеспеченных хлебобулочных изделий, упакованных в полипропиленовую пленку, так и в процессе хранения (при температуре (20±2) °С и ОВВ не более 75 %) с учетом установленных сроков годности согласно ТУ 9115-066-02068315 (72 часа для упакованных изделий) и требований МУ 4.2.727 (с учетом коэффициента резерва 1,5). В результате период исследований для модельных образцов хлебопродуктов составил 5 суток.

Для оценки функциональных (антиоксидантных) свойств обогащенных хлебобулочных изделий было проведено экспериментальное исследование (типа «до – после») крови 64 взрослых добровольцев в возрасте 25 лет, проживающих на территории г. Челябинска, отобранных в соответствии с критериями включения-исключения (информированное согласие на участие в исследовании, отсутствие острых заболеваний, хронических заболеваний в стадии обострения или декомпенсации). Все добровольцы были разделены (по 32 человека) на две группы: 1-я группа – употребляли ежедневно по 150 г (усредненную суточную порцию) булки «Городская с селеном», 2-я группа – употребляли аналогичное количество булки «Городская с селеном», обогащенной витаминами, в течение 30 дней. Контролировалось также фактическое питание с целью исключения вмешивающихся факторов. Самими добровольцами, получавшими обогащенные хлебопродукты, на протяжении всего периода исследований не было отмечено побочных реакций на их употребление. Неудовлетворительных отзывов, в т. ч. на органолептические свойства продукции, не поступало. Переносимость обогащенных хлебобулочных изделий была хорошей.

Определение содержания ТБК-активных продуктов в сыворотке крови проводили по методу И.Д. Стальной и Т.Г. Гаришвили [6]. Активность каталазы в сыворотке крови определяли по методу М.А. Королюк [2]. Активность супероксиддисмутазы (СОД) в сыворотке крови определяли по методу С. Чевари с некоторыми изменениями и дополнениями [5].

### Результаты и их обсуждение

Согласно общим принципам обогащения пищевых продуктов, вносимые обогащающие добавки не должны ухудшать органолептические свойства обогащаемого продукта. Поэтому особое внимание уделялось именно этим характеристикам.

Для проведения органолептического анализа применяли балловый метод, который позволяет установить уровни частичного (по отдельным показателям) и общего (по комплексу показателей) качества. Результаты оценки выражаются в виде баллов

условной шкалы с возрастающей последовательностью чисел, каждое из которых соответствует определенной интенсивности того или иного показателя качества. При использовании научно обоснованной балловой системы и соблюдении других основных требований метод балловой оценки позволяет получать достаточно объективные, надежные, хорошо воспроизводимые результаты.

Результаты органолептической оценки хлебобулочных изделий в процессе хранения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Балльная оценка органолептических показателей качества модельных образцов булки «Городская с селеном»

Образец	Результаты дегустации, баллы				
	внешний вид	состояние мякиша	вкус	запах	итого
<i>Контроль</i>					
– свежеспеченная	9,2	9,4	9,7	9,6	37,9
– в процессе хранения:					
через 1 сутки	7,4	8,2	8,1	7,2	30,9
через 3 суток	6,1	6,6	7,5	5,6	25,1
через 5 суток	4,8	5,2	6,3	4,1	20,4
<i>Опыт</i>					
– свежеспеченная	10,0	10,0	10,0	10,0	40,0
– в процессе хранения:					
через 1 сутки	8,1	8,9	9,7	9,8	36,7
через 3 суток	7,2	7,5	8,8	8,6	32,1
через 5 суток	5,1	5,4	6,5	4,4	21,4

В ходе дегустационных исследований модельных образцов хлебобулочных изделий было установлено, что дополнительное внесение витаминного премикса 986 не только не ухудшило потребительские свойства хлебопродуктов, а напротив – способствовало улучшению некоторых показателей: развитию более равномерной, тонкостенной пористости, нежного и эластичного мякиша и формированию соломенно-желтого оттенка, обусловленного присутствием в составе премикса витамина В<sub>2</sub>. При этом основные потребительские характеристики остались прежними: *форма* – продолговатая, *поверхность* – с гребешком, проходящим вдоль булки, *цвет* изделий – светло-желтый, равномерный, без подгорелостей; *мякиш* – пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, без комочков и следов непромеса, с развитой, без пустот и уплотнений пористостью; *вкус* и *запах* – свойственные данному виду изделия, без посторонних привкуса и запаха.

Свежевыработанные опытные образцы по объему были несколько выше и пышнее контрольных и отличались свойственными, более выраженными молочно-кислыми вкусом и запахом, что нашло свое

отражение в балльной оценке. В итоге опытные образцы набрали 40,0 балла против 37,9 балла у опытных образцов булки «Городская с селеном», что соответствует уровню отличного качества.

По истечении 5 суток хранения признаки процесса черствения (корка стала мягкой, потеряла блеск, мякиш стал менее эластичный, крошащийся, в запахе появились тона «лежалой» булки), характерного для всех хлебопродуктов, сгладили разницу в балльной оценке. В результате снизилась оценка исследуемых образцов до уровня «удовлетворительного» качества. Для более наглядного отражения полученных результатов была построена профилограмма (рис. 1).

Профильный анализ имеет большие перспективы в органолептическом методе благодаря гибкости и возможности приспособить его для решения различных задач исследовательского или производственного характера. Недостатком этого метода является трудность выражения различных ощущений различными описательными терминами. Сущность данного метода заключается в том, что каждой профилограмме соответствует определенный единичный показатель (или свойство).

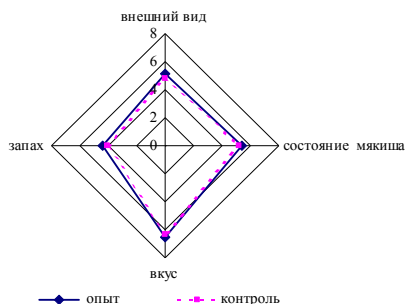


Рис. 1. Профилограмма органолептической оценки модельных образцов булочки «Городская с селеном» через 5 суток хранения

Таким образом, результаты дегустационной оценки позволили установить улучшение потребительских свойств (внешнего вида и вкуса изделий, пористости мякиша) свежеспеченных обогащенных хлебобулочных изделий, которые не сохрани-

лись к концу эксперимента. Поэтому наши предположения о возможности увеличения сроков годности селеносодержащих булочных изделий, дополнительно обогащенных витаминами, не подтвердились.

Факторами, определяющими потребительские предпочтения на ту или иную группу хлебобулочных изделий, являются не только вкус и аромат, но и форма, пористость, которые можно изучить, определяя как общепринятые физико-химические показатели, так и показатели (удельный объем), изучаемые при выполнении научно-исследовательских работ. Поэтому на данном этапе постановки эксперимента нами была изучена возможность влияния витаминного премикса на более широкий перечень физико-химических показателей хлебобулочных изделий. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели свежеспеченных модельных образцов булочки «Городская с селеном»

Показатель	Норма по ТУ 9115-066-02068315	Результаты исследований	
		контроль	опыт
Масса изделия, кг	0,2 (-0,009)*	0,200±0,005	0,200±0,005
Влажность, %	Не более 41,0	40,0±0,5	40,1±0,5
Кислотность, град	Не более 2,5	2,1±0,1	2,2±0,2
Пористость, %	Не менее 73,0	76,4±0,5	77,9±0,7
Массовая доля сахара, %	(4,0±1,0)**	4,6±0,2	4,5±0,2
Массовая доля жира, %	(2,0±0,5)**	2,2±0,2	2,3±0,2
Удельный объем, см <sup>3</sup> /100 г	Не регламентируется	345,8±0,3	366,2±0,2

Примечание. \* отклонение массы изделия в большую сторону от установленной массы не ограничено; \*\* допускается превышение верхнего предела по массовой доле сахара и жира.

По результатам физико-химических исследований было установлено, что внесение премикса не вызвало изменений в таких показателях, как масса, влажность, кислотность, содержание жира и сахара в опытных образцах хлебобулочных изделий. Однако в обогащенных образцах на основе булочки «Городская с селеном» пористость изделий по отношению к контролю была выше на 1,5 %. Это связано с влиянием витаминов на активность молочнокислых бактерий, входящих в состав КМКЗ, и как следствие этого – на степень разрыхленности теста диоксидом углерода, который во многом обуславливает развитие пористости. Пористость хлебобулочных изделий существенно влияет на степень их усвояемости организмом человека. Чем выше пористость, тем лучше усваиваются питательные вещества хлеба.

При изучении результатов по удельному объему модельных образцов хлебопродуктов было установлено положительное влияние премикса, которое проявилось в увеличении данного показателя в опытных образцах на 5,9 %, что отразилось на фор-

мировании органолептических показателей, а именно – внешнего вида и формы изделий.

Согласно требованиям СанПиН 2.3.2.1078, микробиологические показатели в хлебобулочных изделиях без начинки не нормируются, но в последнее время при использовании различных обогащающих добавок большое внимание уделяется показателям гигиенической и микробиологической безопасности.

Поверхность хлебобулочных изделий после выпечки практически стерильна, так как температура выпечки достаточно высока (180–200 °С на поверхности и 93–98 °С внутри изделия), и обсеменение микроорганизмами происходит в процессе охлаждения, упаковывания и хранения продукции.

Также известно, что некоторые химические вещества могут задерживать развитие микроорганизмов, вызывать их гибель или наоборот – способствовать росту. Поэтому целью наших исследований было изучение влияния витаминного премикса 986 на развитие микрофлоры обогащенных хлебобулочных изделий в течение их сроков хранения. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Показатели микробиологической безопасности модельных образцов булки «Городская с селеном»

Срок хранения, сут.	Результаты исследований	
	контроль	опыт
Плесени, КОЕ/г		
Свежевыработанные	Не обнаружены	Не обнаружены
1	Не обнаружены	Не обнаружены
3	Не обнаружены	Не обнаружены
Дрожжи, КОЕ/г		
Свежевыработанные	Не обнаружены	Не обнаружены
1	Не обнаружены	Не обнаружены
3	Не обнаружены	Не обнаружены
КМАФАнМ, КОЕ/г		
Свежевыработанные	$0,2 \cdot 10^2$	$0,2 \cdot 10^2$
1	$0,4 \cdot 10^2$	$0,4 \cdot 10^2$
3	$0,8 \cdot 10^2$	$0,8 \cdot 10^2$

Из результатов исследований, представленных в табл. 3, видно, что дополнительное внесение комплекса витаминов Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, В<sub>3</sub>, В<sub>С</sub>, В<sub>12</sub>, Н в составе премикса 986 при производстве селеносодержащих хлебобулочных изделий не оказало влияния на микробиологическую стабильность продукции в течение всего срока годности, что подтверждает ее безопасность.

На следующем этапе исследований была изучена возможность восполнения дефицита отдельных микронутриентов в пищевом рационе за счет употребления усредненной суточной порции обогащенных хлебопродуктов и, как следствие, подтверждение ее требованиям СанПиН 2.3.2.2804-10, предъявляемым к обогащенным продуктам питания. Результаты исследования микронутриентного состава хлебопродуктов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели витаминно-минеральной ценности витаминизированных образцов булки «Городская с селеном» (мг/150 г)

Нутриент	Уточненная физиологическая потребность, мг/сут	Результаты исследования			
		свежевыработанные		через 3 суток хранения	
		факт. содержание	% удовлетворения потребности	факт. содержание	% удовлетворения потребности
Селен	0,07	0,031±0,001	45,0	0,031±0,001	45,0
Витамин Е	15,0	5,34±0,02	35,6	5,10±0,02	34,0
Витамин В <sub>1</sub>	1,5	0,46±0,01	31,0	0,45±0,01	30,0
Витамин В <sub>2</sub>	1,8	0,49±0,01	27,2	0,46±0,01	25,8
Витамин В <sub>6</sub>	2,0	0,43±0,01	21,5	0,415±0,001	20,8
Витамин В <sub>3</sub>	5,0	1,98±0,01	39,6	1,96±0,01	39,3
Витамин В <sub>С</sub>	0,4	0,102±0,002	25,5	0,100±0,002	25,1
Витамин В <sub>12</sub>	0,003	0,00109±0,00002	36,3	0,00108±0,00002	36,0
Витамин РР	20,0	6,85±0,01	34,2	6,82±0,01	34,1
Витамин Н	0,05	0,016±0,002	32,0	0,016±0,002	32,0

Результаты, представленные в табл. 4, свидетельствуют о том, что употребление с пищевым рационом 150 г разработанных обогащенных хлебобулочных изделий позволит удовлетворить не менее 45,0 % от суточной физиологической потребности взрослого человека в селене и не менее 20,0–40,0 % – в основных витаминах (Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, В<sub>3</sub>, В<sub>С</sub>, В<sub>12</sub>, Н), что позиционирует разработанные хлебобулочные изделия как обогащенные продукты питания. Сочетание микроэлемента и витаминов в разработанных хлебопродуктах способствует оптимизации рациона по набору отдельных микронутриентов и профилактике ряда алиментарно-зависимых заболеваний.

Относительно высокая сохранность исследуемых микронутриентов в процессе хранения позволяет производить обогащенные хлебобулочные изделия повышенной витаминной и минеральной ценности с гарантированным содержанием селена и витаминов Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, В<sub>3</sub>, В<sub>С</sub>, В<sub>12</sub>, Н в течение всего срока годности хлебной продукции, что подтверждает ее соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.2804-10 «Дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

На основании комплексной оценки качества опытных образцов булки «Городская с селеном» была разработана и утверждена технологическая

документация (РЦ, ТИ, ТУ) на булку «Городская с селеном», обогащенную витаминами.

Проектирование обогащенных пищевых продуктов в форме представления доказательств преимущества нового товара предназначено для эффективного продвижения функциональных пищевых продуктов на рынок. При этом информация о новом продукте должна быть аргументированной, подтвержденной апробацией на репрезентативных группах людей, демонстрирующей не только его полную безопасность, приемлемые вкусовые качества, но также способность существенно улучшать показатели здоровья.

Для диагностики липоперекисной патологии в организме человека принято исследовать в плазме крови активность ферментов – антиоксидантов: СОД (супероксиддисмутазы) и каталазы и определять содержание продуктов ПОЛ, в т. ч. ТБК-активных веществ, а именно, малонового диальдегида (МДА) [5].

Изучение системы «ПОЛ – АОЗ» (антиоксидантная защита) до употребления обогащенных хлебо-

продуктов выявило накопление интермедиантов свободнорадикальных реакций и снижение общей антиоксидантной активности.

Свободные радикалы в цитоплазме инактивируют СОД с образованием  $H_2O_2$ , которая разлагается каталазой. Считается, что  $H_2O_2$  участвует в процессе трансформации энергии на цитохромоксидазном участке дыхательной цепи, в окислении сульфгидрильных групп белков, пептидов, аминокислот, в иницировании ПОЛ в биомембранах. Нарушение контроля над разложением  $H_2O_2$  грозит тяжелыми последствиями [5].

В ходе исследования особенностей состояния липоперекисной системы организма челябинцев до и после употребления различных селенсодержащих хлебобулочных изделий была установлена активность ферментативной системы антиоксидантной защиты организма, особенно после употребления в течение 30 дней булки «Городская с селеном», обогащенной витаминами (табл. 5).

Таблица 5

Показатели антиоксидантной защиты организма

Показатель	Результаты исследований			
	до употребления обогащенных хлебопродуктов		после употребления обогащенных хлебопродуктов	
	1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
Каталаза сыворотки, мкат/л	15,81±0,5	15,53±0,31	18,32±0,11*	19,2±0,21**
СОД, усл. ед./л	1,23±0,05	1,20±0,03	0,85±0,03***	0,78±0,04***
ТБК-акт. прод., нМ/мл	4,73±0,12	4,67±0,14	3,89±0,13**	3,69±0,16**

Примечание. Достоверно при \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ .

Так, активность каталазы после употребления булки «Городская с селеном» возросла на 15,88 % ( $p < 0,05$ ), при употреблении булки «Городская с селеном», обогащенной витаминами, – на 23,63 % ( $p < 0,01$ ), по сравнению с аналогичным показателем до употребления обогащенных хлебопродуктов. И это не случайно, т. к. известно, что к алиментарным факторам, повышающим каталазную активность, относят достаточное потребление витаминов группы В, фолиевой кислоты, биотина, пантотеновой кислоты [8], которые и содержатся в булке «Городская с селеном», обогащенной витаминами.

Активность супероксиддисмутазы при этом достоверно снизилась на 30,89 и на 35,0 % соответственно.

После употребления обоих хлебопродуктов достоверным оказалось снижение в крови одной из фракций конечных продуктов ПОЛ – а именно, малонового диальдегида (МДА). После употребления булки «Городская с селеном» его содержание снизилось на 17,76 %, а после употребления булки «Городская с селеном», обогащенной витаминами, – на 20,98 %.

Таким образом, действие селена, входящего в состав пищевой добавки «Селексен», на процессы активации антиоксидантной защиты организма человека более полно проявляется при совместном влия-

нии микроэлемента с витаминами, поскольку употребление в составе пищевого рациона булки «Городская с селеном», обогащенной витаминами Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР, В<sub>3</sub>, В<sub>С</sub>, В<sub>12</sub>, Н, дает более достоверное снижение показателей перекисного окисления липидов в крови обследованных добровольцев.

В результате проведенных исследований показана возможность совместного использования «Селексена» и витаминного премикса 986 в качестве обогащающих добавок для производства хлебобулочных изделий функциональной направленности. Теоретически и экспериментально обоснованы нормы внесения обогащающих добавок.

Впервые доказана антиоксидантная активность хлебопродуктов, обогащенных селеном, употребляемых с пищевым рационом, при этом установлена большая эффективность применения витаминизированных селенсодержащих хлебопродуктов в качестве профилактических средств для снижения интенсивности свободнорадикальных процессов в организме человека.

Результаты проведенных исследований использованы при реализации городской целевой программы «Развитие инновационной деятельности в г. Челябинске в 2010–2012 гг.» от 15.01.10 № 144. В соответствии с распоряжением администрации г. Челябинска от 19.05.11 № 2966 «О присуждении гран-



тов победителям городского конкурса «Перспективный проект 2011 г.», протоколом заседания общественного координационного Совета по развитию предпринимательства и инноваций от 28.04.11 № 4

инновационный проект «Разработка технологии производства и расширение ассортимента хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения» признан победителем.

#### Список литературы

1. Кудревич, Ю.В. Взаимосвязь липидного спектра крови с нарушениями иммунного статуса у больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью: дис. ... канд. мед. наук / Кудревич Ю.В. – СПб., 2008. – 200 с.
2. Метод определения активности каталазы / М.А. Королюк, Л.И. Иванова, Н.Г. Майорова, В.Е. Токарев // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.
3. Наумова, Н.Л. Разработка и товароведная оценка хлебобулочных изделий, обогащенных селеном: дис. ... канд. техн. наук / Наумова Н.Л. – Кемерово, 2008. – 142 с.
4. Наумова, Н.Л. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания / Н.Л. Наумова, М.Б. Ребезов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4 (ч. I). – С. 196–200.
5. Показатели липидного обмена в сыворотке крови практически здорового населения, проживающего в Южно-Уральском регионе в условиях адаптации к климатическим и техногенным воздействиям: методические рекомендации / Э.Н. Коробейникова, А.В. Зурочка, Е.В. Евдокимова и др. – Челябинск: Издательство Челябинской государственной медицинской академии, 2002. – 50 с.
6. Стальная, И.Д. Метод определения диеновых конъюгатов ненасыщенных жирных кислот / И.Д. Стальная, Т.Г. Гаишвили // Современные методы в биохимии. – М.: 1977. – С. 63–64.
7. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе / В.А. Тутельян, В.А. Княжев, С.А. Хотимченко и др. – М.: Изд-во РАМН, 2002. – 224 с.
8. Шатнюк, Л.Н. Научные основы новых технологий диетических продуктов с использованием витаминов и минеральных веществ: дис. ... д-ра техн. наук / Шатнюк Л.Н. – М., 2000. – 336 с.
9. Brady, P.S. Effects of riboflavin deficiency on growth and glutathione peroxidase system enzymes on the baby pig / P.S. Brady // J. Nutr. – 1979. – Vol. 109. – P. 1615–1617.
10. Halliwell, B. Lipid peroxidation, oxygen radicals, cell damage, and antioxidant therapy / B. Halliwell, J.M. Gutteridge // Lancet. – 1984. – P. 1396–1398.
11. Wonh, S.P. Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants / S.P. Wonh, L.P. Leong, J.W. Koh // Food Chemistry. – 2006. – Vol. 99, № 4. – P. 776–783.

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский  
государственный университет»  
(Национальный исследовательский университет)  
Институт экономики, торговли, технологий.  
454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76.  
Тел/факс: (351) 267-97-33,  
e-mail: fpt\_09@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

#### SUMMARY

**N.L. Naumova, V.M. Poznyakovsky**

### **ON THE EFFECTIVE FORTIFICATION OF SELENIUM-ENRICHED BAKERY PRODUCTS**

The effect of premix 986 (manufactured by DSM Nutritional Products), containing vitamins E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP, B<sub>3</sub>, B<sub>C</sub>, B<sub>12</sub>, H on the organoleptic, physico-chemical, microbiological quality, nutritional value and functional properties of selenium enriched bakery products is studied.

It was found that selenium containing grain product fortification improves the appearance and taste of freshly made goods: the items are lighter, have small thin-walled porosity and elastic crumb, more pronounced lactic acid “shade”. Some physical and chemical properties are improved as well: porosity increased by 1, 5 %, share of volume – by 5, 9 %. Consumption of average daily servings of enriched bakery products will meet not less than 45,0 % of the daily physiological needs of an adult man in selenium and at least 20,0–40,0 % – in the main vitamins, which casts the developed bakery products as a fortified food supply. The effectiveness of the use of selenium containing and vitamin fortified cereal products as prophylactic agents to reduce the intensity of free radical processes in the human body are clinically proved.

Vitamins, selenium enriched bakery products, antioxidants, lipid peroxidation.

South Ural State University (National Research University)  
Institute of Economy, Trade, Technology,  
76, avenue of Lenina, Chelyabinsk, 454080, Russia.  
Phone/fax: +7(351) 267-97-33,  
e-mail: fpt\_09@mail.ru

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 20.11.2013*



УДК 637.52.04/.07

И.С. Патракова, Г.В. Гуринович, О.Я. Алексеевна

## ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МЯСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА ПОСОЛОЧНОЙ СМЕСИ

Приведены результаты исследований функционально-технологических свойств мясного сырья в зависимости от уровня замены хлорида натрия солезаменителями и их вида. В качестве солезаменителей изучены хлорид кальция, хлорид калия, в том числе в комбинации, уровень замены солезаменителей составил 20–50 и 100 %. Количество добавляемой посолочной смеси 3 % к массе сырья. Установлены зависимости рН, ВСС и растворимости белков мышечной ткани, согласно которых стабилизирующее влияние на функциональные свойства оказывает посолочная смесь, в которой 30 % хлорида натрия заменено на композицию «хлорид калия + хлорид кальция», что соответствует снижению содержания натрия на 30 %.

Посолочная смесь, натрий, поваренная соль, функционально-технологические свойства мясного сырья, растворимость саркоплазматических и миофибриллярных белков.

### Введение

Одним из важных и жизненно необходимых для организма нутриентов является натрий, однако его чрезмерное потребление сопряжено с высоким риском развития гипертонии, сердечно-сосудистых заболеваний и инсультов. В соответствии с рекомендациями Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), риск развития этих заболеваний может быть существенно снижен при потреблении менее чем 87 ммоль, или 2 300 мг, натрия в день [1]. Основным источником натрия в рационе современного человека – хлорид натрия, или поваренная соль, которая содержит около 40 % натрия и 60 % хлора. Рекомендуемая норма потребления натрия соответствует суточному потреблению 5 г поваренной соли (NaCl).

Фактическое потребление натрия существенно превышает рекомендуемую норму и по отдельным странам и регионам мира характеризуется следующими данными: в США – 140–160 ммоль Na/день (8,2–9,4 г NaCl/день), в Великобритании 161 ммоль Na/день (9,4 г NaCl/день), в азиатских странах уровень потребления натрия выше и составляет более чем 206 ммоль Na/день (12,0 г NaCl/ день) [1, 2]. По другим данным, содержание натрия в рационе европейцев изменяется в пределах от 3,5 до 5 г/день, что соответствует потреблению 9–12 г NaCl, мужчины потребляют в среднем 9,9 г NaCl в день, женщины – 6,8 г/день [3].

Эти данные позволили оценивать высокий уровень потребления натрия в рационе питания современного человека как проблему мирового уровня. Мировая ассоциация WASH (World Action on Salt and Health, 2005 г.) своей основной миссией рассматривает улучшение здоровья населения мира за счет постепенного сокращения потребления поваренной соли (<http://www.worldactiononsalt.com/>).

Основное количество натрия (около 75 %) поступает в организм человека с продуктами питания промышленного производства, при этом вклад отдельных продуктов неоднозначен, зависит от культуры, традиций питания и структуры рациона. В европейских странах наибольшее количество соли поступает с хлебо-булочными и зерновыми продуктами, такими как хлеб, кексы, зерновые завтраки, бисквиты (около 35–50 %), мясом и мясными про-

дуктами (около 20 %), рыбой и птицей (около 15 %), тогда как в азиатских странах, например в Японии, основным источником натрия является пища с добавлением соевого соуса (40–42 %). Увеличение продуктов быстрого приготовления (fast food), особенно пиццы, способствует увеличению потребления натрия [4]. По данным Henderson с соавторами, структура поступления натрия с продуктами питания характеризуется следующими данными: с зерновыми – 35 %, мясом и мясными продуктами – 26 %, овощами – 11 %, молочными продуктами – 8 %, прочими продуктами – 20 % [5].

Промышленная переработка сырья приводит к существенному повышению натрия в пищевых продуктах. Так, в различных видах мяса содержание натрия составляет 63–77 мг, тогда как в мясных продуктах оно возрастает от минимального уровня в 311 мг до максимального 1 030 мг [6].

Следует отметить, что мясные продукты характеризуются достаточно высоким содержанием хлорида натрия, которое может изменяться в широких пределах и составлять от 1,2 до 6 % и даже 12 % в зависимости от вида продукта. Максимальное содержание хлорида натрия характерно для изделий, в технологии которых не применяются высокие температуры с длительным сроком годности, например, сыровяленые и сырокопченые.

Повышенное содержание соли в мясных продуктах объясняется теми функциями, которые она выполняет в процессе производства и хранения изделий. Хлорид натрия способствует растворению миофибриллярных белков, оказывающих решающее влияние на консистенцию и текстуру мясных продуктов, связывание воды и жира мышечными белками. Поваренная соль совместно с жировым компонентом оказывает решающее влияние на формирование сенсорных свойств мясных изделий, в том числе выраженного аромата и вкуса солености. Доказано, что в мясных продуктах с повышенным содержанием жира увеличение уровня соли более ощутимо, чем в маложирных. Соль обладает бактериостатическим эффектом, регулируя срок годности мясных продуктов.

Поэтому при снижении количества добавляемого в мясные продукты хлорида натрия необходимо

учитывать сопутствующие аспекты, связанные с возможным снижением функциональных свойств мясных систем и устойчивостью мясных продуктов к развитию микроорганизмов, в том числе патогенных. Следует отметить, что для многих продуктов уменьшение количества поваренной соли не оказывает критического влияния на безопасность. В эту группу входят замороженные продукты, продукты, подвергнутые стерилизации, кислые продукты ( $pH < 3,8$ ) и продукты с низкой активностью воды.

Существующие тенденции в области производства продуктов питания с пониженным содержанием натрия могут быть реализованы различными способами, включая уменьшение количества добавляемой поваренной соли; частичной заменой поваренной соли на другие соли; заменой части соли на бесхлоридные соли, например, фосфаты; использованием ароматизаторов, усилителей вкуса; добавлением трав, специй, пряностей, комбинированием названных приемов [7, 8]. Использование специальной обработки мясного сырья также может способствовать снижению количества добавляемой соли при обеспечении высокой водосвязывающей способности и микробиальной стабильности, например, обработка высоким давлением, тумблирование, герметичная упаковка.

Наиболее часто для частичной замены поваренной соли в технологии мясных продуктов, включая ферментированные, используют хлориды калия, кальция, реже хлорид магния, аммония. Хлорид кальция в комбинации с лактатом калия и ацетатом натрия применяют для усиления антимикробного действия смесей с пониженным содержанием хлорида натрия для ферментированных продуктов [6, 9, 10]. Уменьшение количества хлорида натрия в составе посолочных смесей в технологии ферментированных продуктов является положительным фактором для ускорения процессов ферментации под действием стартовых культур микроорганизмов. При использовании посолочных смесей с пониженным содержанием хлорида натрия в технологии эмульгированных необходимо учитывать их влияние на формирование функционально-технологических свойств мясного сырья. То есть в технологии разных групп мясных продуктов необходимо учитывать сопутствующие эффекты посолочных смесей.

**Целью** исследования являлось оценка влияния состава посолочных смесей на изменение гидрофильных свойств мясного сырья в процессе посола, что важно в технологии как ферментированных, так и эмульгированных продуктов.

#### **Объект и методы исследования**

В работе исследованы посолочные смеси следующих составов:

- хлорид натрия (К);
- хлорид натрия: хлорид калия (А);
- хлорид натрия: хлорид кальция (Б);
- хлорид натрия: смесь «хлорид калия + хлорид кальция» в соотношении 1:1 (В).

В каждой из смеси количество солезаменителя составляло 20, 30, 40, 50 и 100 % от общего количе-

ства компонентов. Уровень введения посолочных смесей составил 3 % к массе сырья. Количество натрия в составе посолочной смеси уменьшается относительно образца К на 20, 30, 40, 50 и 100 %.

**Объект** исследования – измельченная размороженная созревшая говядина I сорта традиционного характера автолиза с  $pH (5,53 \pm 0,3)$  со сроком хранения 3 месяца при температуре  $-12^\circ C$ . Для объективной оценки влияния состава посолочной смеси на изменение исследуемых показателей сырье выдерживали в посоле 48 часов при температуре  $0-4^\circ C$ . Массовую долю влаги определяли методом высушивания по ГОСТ 9793-74,  $pH$  – потенциометрическим методом с использованием  $pH$ -метра 150-М, водосвязывающую способность (ВСС) – методом прессования на фильтровальной бумаге. Растворимость белков мышечной ткани определяли путем последовательной экстракции водо- и солерастворимых белков фосфатным буфером.

#### **Результаты и их обсуждение**

Важная роль в формировании функционально-технологических свойств мясного сырья принадлежит белкам мышечной ткани, растворимость, набухаемость, гелеобразующая и эмульгирующая способности которых влияют на формирование консистенции как одной из основных потребительских характеристик мясных продуктов. Стабильность функциональных свойств белков зависит от температуры, электростатического взаимодействия между белками, ионной силы и  $pH$ , которые могут значительно изменяться в зависимости от концентрации посолочной смеси, ее состава, условий посола.

Это определило необходимость изучения влияния изучаемых посолочных смесей на  $pH$  мясного сырья в динамике (рис. 1).

Согласно полученным данным, в процессе посола измельченной говядины хлоридом натрия (образец К) происходит увеличение  $pH$  с 5,72 до 5,79 через 48 часов. Увеличение концентрации хлорида калия, хлорида кальция и их композиции в составе посолочных смесей с 20 % (А1, Б1, В1) до 100 % (А5, Б5, В5) приводит к снижению активной кислотности сырья через 24 часа посола в образцах на 0,01, 0,46, 0,11 и 0,3, 0,5, 0,35 ед. соответственно. Аналогичная зависимость наблюдается в последующие 48 часов посола. То есть при замене хлорида натрия на солезаменители наблюдается общая тенденция к снижению величины  $pH$  относительно контрольного образца в течение исследуемого периода посола, при этом максимальное снижение активной кислотности установлено в образцах с хлоридом кальция.

Активная кислотность среды оказывает непосредственное влияние на величину электрического заряда, и как следствие, гидрофильные свойства мышечных белков. При условии изменения состава посолочной смеси важно учитывать соотношение анионов и катионов, оказывающих влияние на ионную силу и связанную с ней растворимость мышечных белков.

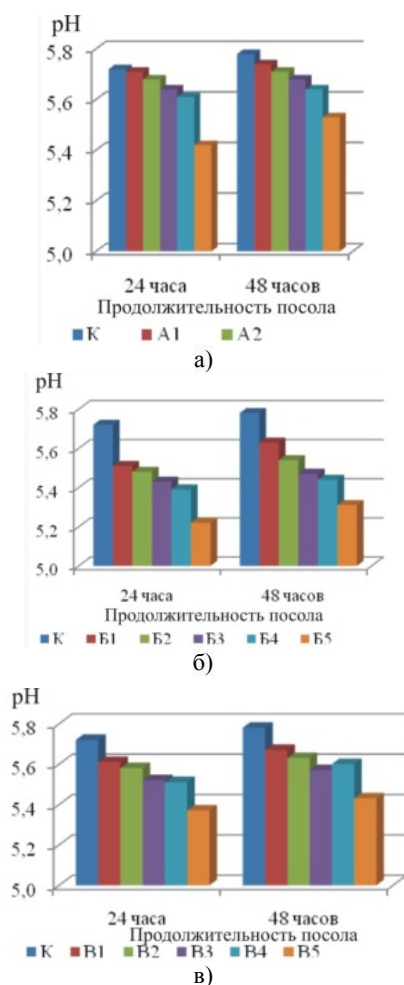


Рис. 1. Влияние состава посолочной смеси на динамику pH мясного сырья при посоле

В механизме активизации функциональных свойств мышечных белков в первую очередь участвуют анионы хлора, количество которых зависит от вида используемой соли. Так в хлориде натрия, хлориде калия и хлориде кальция оно составляет соответственно, 61, 47 и 73 %. По эффективности влияния на гидрофильные свойства белка катионы располагаются в следующем порядке:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Li}^+ > \text{Cs}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+$  [11].

Принимая во внимание вышеизложенное, устанавливали зависимость растворимости миофибриллярных и саркоплазматических белков мышечной ткани применительно к изучаемым составам посолочных смесей.

Согласно полученным данным (рис. 2), через 24 часа посола хлоридом натрия (К) количество растворенных миофибриллярных белков составило 3,6 мг/мл, что на 19,3 % больше, чем в несоленом сырье (3,017 мг/мл), что согласуется с известными данными и объясняется уменьшением электростатического взаимодействия между молекулами белка, и как следствие, увеличением их экстрагируемости.

Несомненный интерес представляют результаты изучения влияния смесей с различным содержанием катионов кальция на растворимость миофибриллярных белков, т.к. их роль в формировании функциональных характеристик белков мяса неоднозначна. При концентрациях близких к 0,001 М происходят

конформационные изменения белковых макромолекул, агрегирование и выпадение в осадок миозина, что, естественно, приводит к снижению их растворимости, и как следствие, уменьшению водоудерживающей и водосвязывающей способности мяса, в то время как увеличение концентрации ионов кальция до 0,1М приводит к повышению растворимости белковых систем.

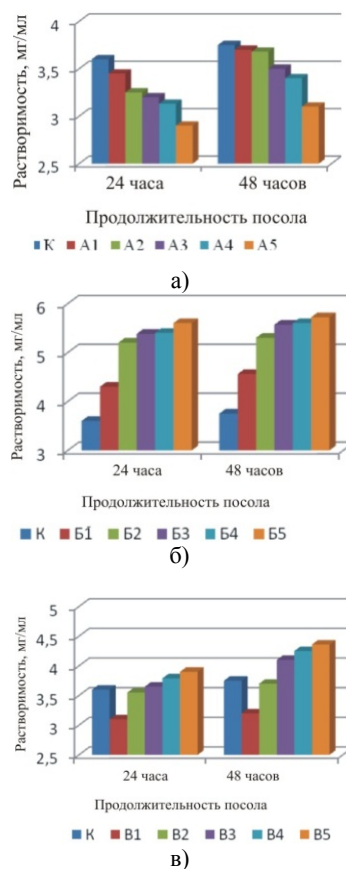


Рис. 2. Влияние состава посолочной смеси на растворимость миофибриллярных белков

Установлено, что в сырье, обработанном смесью с частичной заменой хлорида натрия на хлорид кальция, растворимость миофибриллярных белков выше, чем в сырье, обработанном только хлоридом натрия. С увеличением уровня замены хлорида натрия (B1, B2, B3, B4, B5) увеличение растворимости составило 19,4, 44,4, 49,4, 50,0 и 55,5 % соответственно. Аналогичная тенденция сохраняется в последующие 48 часов посола. Повышение растворимости белков увеличением концентрации ионов кальция в системе, расчетное значение которых изменяется от 0,002 М (образец B1) до 0,09 М (образец B5).

При замене хлорида натрия на композицию «хлорид калия+хлорид кальция» получены следующие зависимости растворимости миофибриллярных белков: при минимальном уровне замены (20 %, образец B1) она снижается, а при более высоких уровнях замены, вплоть до полной (образцы B3, B4, B5) – повышается. Полученные экспериментальные данные, скорее всего, являются результатом действия ионов кальция. Расчетным путем установлено,



что содержание ионов кальция в посолочной смеси В1 составляет 0,0009 М, что максимально близко к критической концентрации.

При любом уровне замены хлорида натрия на хлорид калия наблюдается снижение растворимости миофибриллярных белков, тем большее, чем больше уровень замены. Так при минимальном уровне снижение растворимости составляет 4,16 %, при максимальном – 19,4 %. Аналогичное действие хлорид калия оказывает в том числе на белковые препараты растительного происхождения [4]. Это свидетельствует о неадекватности замены хлорида натрия на хлорид калия в технологии эмульгированных продуктов, для которых потерю растворимости необходимо будет компенсировать другими добавками.

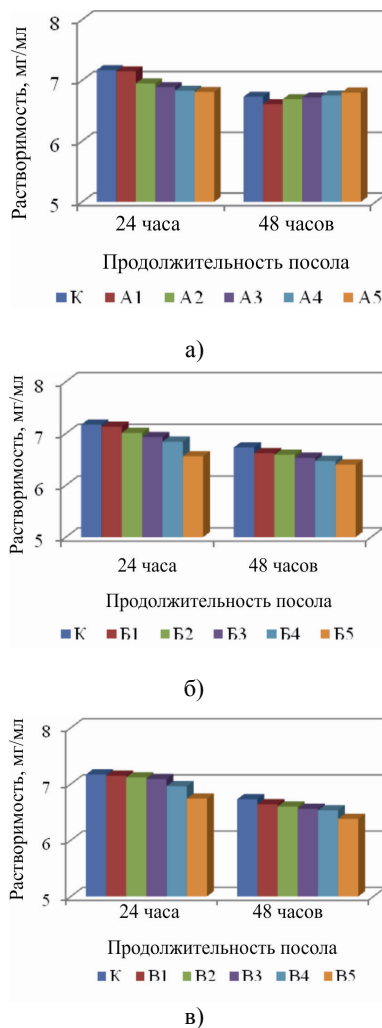


Рис. 3. Влияние состава посолочной смеси на растворимость саркоплазматических белков

Саркоплазматические белки, хотя и не оказывают существенного влияния на функциональные свойства мяса, но в совокупности с миофибриллярными участвуют в формировании характеристик готовых продуктов.

Установлено, что замена хлорида натрия на хлорид кальция (рис. 3а), хлорид калия (рис. 3б) или их композицию (рис. 3в) приводит к снижению растворимости саркоплазматических белков, с увеличением уровня замены степень растворимости снижает-

ся. Вместе с тем абсолютные значения показателя позволяют говорить о том, что изменения растворимости незначительны.

Представленные экспериментальные данные позволяют говорить о положительном влиянии солезаменителей в составе посолочных смесей на растворимость мясного размороженного сырья, при этом наибольшей эффективностью характеризуются посолочные смеси с хлоридом кальция и композицией «хлорид кальция+хлорид калия» в соотношении 1:1.

Установленные зависимости гидрофильных свойств мясного сырья оказывают непосредственное влияние на формирование технологических характеристик, в частности водосвязывающей способности.

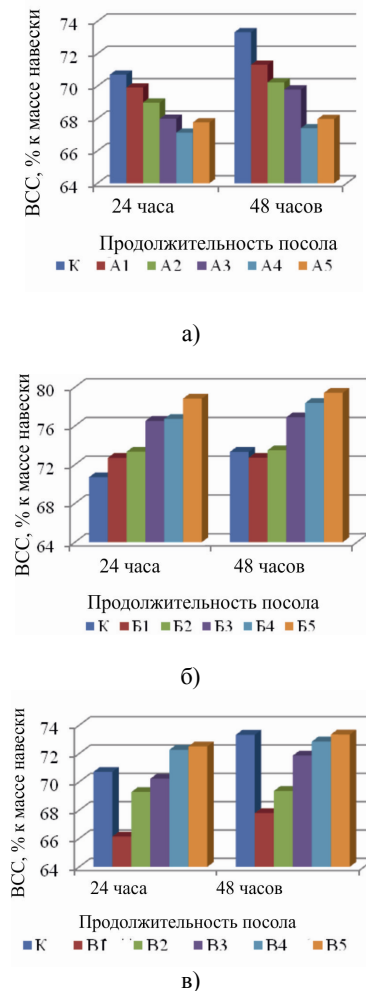


Рис. 4. Влияние состава посолочной смеси на ВСС мясного сырья

Установлено, что динамика изменения BCC изучаемых опытных образцов в процессе посола (рис. 4) согласуется с результатами определения растворимости миофибриллярных белков.

По совокупности полученных экспериментальных данных можно говорить о том, что лучший стабилизирующий эффект на гидрофильные свойства мясного сырья оказывает посолочная смесь «хлорид калия+хлорид кальция», уровень замены хлорида натрия составляет 30 %, что подтверждается результатами органолептической оценки.

## Список литературы

1. World Health Organization. Reducing Salt Intake in Populations: report of a WHO Forum and Technical Meeting, 5–7 October 2006, Paris, France; WHO: Geneva, Switzerland, 2007.
2. Salt intakes around the world: implications for public health / I.J. Brown, I. Tzoulaki, V. Candeias, P. Elliott // *Int. J. Epidemiol.* – 200. – № 38. – P. 791–813.
3. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *British Medical Journal.* – 1988. – № 297. – P. 319–329.
4. Liem, D.G. Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor / D.G. Liem, F. Miremadi and Russell S J. Keast // *Nutrients.* – 2011. – № 3. – P. 694–711.
5. National Diet and Nutrition Survey: adults aged 19–64 years / L. Henderson, K. Irvin, J. Gregory et al. – Vol. 3: Vitamin and mineral intake and urinary analytes. – L.: TSO, 2003.
6. Desmond, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry / E. Desmond // *Meat Science.* – 2006. – № 74. – P. 188–196.
7. Lilic, S. Salt reduction in meat products – challenge for meat industry / S. Lilic, V. Matekalo-Sverak // *Tehnologija mesa.* – 2011. – № 52 (1). – P. 22–30.
8. Sofos, J.N. Use of phosphates in low-sodium meat products / J.N. Sofos // *Food Technol.* – 1986. – № 40 (9). – P. 52, 54–58, 60, 62, 64, 66, 68–69.
9. Mineral composition of Italian salami and effect of NaCl partial replacement on compositional, physico-chemical and sensory parameters / E. Zanardi, S. Ghidini, M. Conter & A. Ianieri // *Meat Science.* – 2010. – № 86. – P. 742–747.
10. Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability / F. Devlieghere, L. Vermeiren, E. Bontenbal et al. // *International Journal of Food Science & Technology.* – 2009. – № 44 (2). – P. 337–341.
11. Baldwin, R.L. How Hofmeister ion interactions affect protein stability / R.L. Baldwin // *Biophysical Journal.* – 1996. – № 71 (4). – P. 2056–2063.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

## SUMMARY

**I.S. Patrakova, G.V. Gurinovich, O.Ya. Alekseevna**

**STUDYING OF MEAT FUNCTIONAL PROPERTIES DEPENDING  
ON CURING MIXTURE COMPOSITION**

---

The results of researches on functional and technological properties of meat raw materials depending on the level of sodium chloride replacement by salt substitutes and their kind are given in the article. Calcium chloride, potassium chloride combinations have been studied as salt substitutes. The level of salt substitutes replacement was 20–50 % and 100 %. The amount of added curing mixture was 3 % to the mass of raw materials. Dependences of pH, water binding ability and the solubility of muscular tissue proteins have been established. The curing mixture has a stabilizing effect on the functional properties. In the curing mixture 30 % of sodium chloride are replaced with the «potassium chloride+calcium chloride» composition that corresponds to the reduction of sodium by 30 %.

Curing mixture, sodium, salt, functional and technological properties of meat raw materials, sarcoplasmic and myofibrillar proteins solubility.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 27.12.2013*



УДК 641:641.85

**Е.А. Плеханова, А.В. Банникова, Н.Е. Шестопалова, Н.М. Птичкина****ВЗБИТЫЙ ДЕСЕРТ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ  
С ПИЩЕВЫМИ ВОЛОКНАМИ CITRI-FI**

Разработаны новые технологические решения по созданию взбитого десерта – мусса клюквенного на основе молочной сыворотки. Технологический подход в новых разработках включал замену желатина, используемого для стабилизации пенной системы, на пищевые волокна Citri-Fi, а с целью снижения калорийности десерта была произведена замена сахара на фруктозу. Показано, что использование пищевых волокон и фруктозы во взбитых десертах позволят получить продукт с улучшенными свойствами пены, обогащенным комплексом витаминов и минеральных веществ и с высокими сенсорными характеристиками. Более того, разработанные взбитые десерты способствуют укреплению иммунитета, благотворно влияют на биологические процессы в организме, тем самым помогая бороться с некоторыми заболеваниями и улучшая состояние организма в целом.

Молочная сыворотка, пищевые волокна Citri-Fi, фруктоза, взбитый десерт.

**Введение**

Одним из наиболее перспективных направлений развития пищевой промышленности в настоящее время является разработка продуктов здорового питания, в т.ч. обогащенных функциональными ингредиентами. Учитывая существующие тенденции развития рынка пищевых продуктов, производители работают над расширением ассортимента ряда путем включения функциональных ингредиентов в состав традиционных рецептов [1].

Современные условия производства продуктов на основе молочного сырья ставят новые задачи по усовершенствованию технологии их получения и улучшению потребительских характеристик. Достижение таких результатов невозможно без использования специальных веществ (пищевых добавок), позволяющих создавать безопасные и качественные продукты, с улучшенными функционально-технологическими свойствами [2].

Производство десертов на основе побочного молочного сырья с включением в технологическую схему процесса аэрирования позволяет разнообразить рацион, улучшить вкусовые качества продукта, одновременно снижая его себестоимость [3, 4].

Использование пищевых волокон Citri-Fi актуально в производстве продуктов на молочной основе, а также на основе молочной сыворотки с целью стабилизации и повышения их биологической ценности. Пищевые волокна Citri-Fi обладают высокой влаго- и жиросвязывающей способностью и позволяют получать продукты с необходимой структурой, устойчивой к механическому воздействию и перепадам температур на протяжении всего срока хранения.

Главным преимуществом волокон Citri-Fi является то, что наряду с технологической задачей формирования необходимой консистенции и улучшения органолептических свойств волокна позволяют расширить ассортимент продуктов функционального назначения. Волокна Citri-Fi позитивно воздействуют на физиологические процессы организма человека: очищают от шлаков, снижают холестерин,

выводят тяжелые металлы, улучшают функционирование желудочно-кишечного тракта [5].

В свете изложенного разработка технологии и рецептур продуктов питания с пищевыми волокнами является актуальной задачей. Кроме того, использование вторичного молочного сырья (молочной сыворотки) в качестве основы таких продуктов позволит одновременно решить задачи обеспечения полноценным питанием населения, полного использования всех составных частей молока, что, в свою очередь, повлияет на снижение себестоимости готовых продуктов, минимизацию затрат на утилизацию отходов.

Таким образом, целью настоящего исследования стала замена привычных ингредиентов путем включения новых, функциональных (молочная сыворотка, пищевые волокна и фруктоза) в новые взбитые десерты, подбор технологических параметров их производства и характеристика потребительских свойств.

**Объект и методы исследования**

Для проведения исследований использовали пищевые волокна Citri-Fi («Цитри-Фай») производства Fiberstar Inc., США; а также: фруктозу (ТУ 9111–011–3593767-02); сыворотку молочную (ГОСТ Р 53438-09); желатин (ГОСТ 11293-89); сахар-песок (ГОСТ 21–94).

Определение сухих веществ осуществлялось рефрактометрическим методом [6]; кратность пен определяли как отношение объема пены к объему жидкости, которая использована для получения пены, стабильность пен определяли по истечению времени, в минутах [7]. Проводили органолептический анализ готовых изделий по 5-балльной системе [6], минеральный состав, пищевая и энергетическая ценность готовых десертов определены расчетным методом [8]. Массовая доля аминокислот установлена на аминокислотном анализаторе марки ARACUS и была подтверждена хроматографическим методом на жидкостном хроматографе модели Varian «ProStar 500 Series».

### Результаты и их обсуждение

**Характеристика минерального и аминокислотного состава разработанных взбитых десертов на основе молочной сыворотки.** Восстановление структуры питания – одна из важнейших и приоритетных задач. Поэтому разработка технологий производства продуктов питания, обогащенных биологически активными веществами, получаемыми из естественных источников, позволит решить эту проблему. Наиболее популярной группой продуктов на сегодняшний день являются десерты (кремы, желе, муссы и другие). Технология приготовления муссов менялась с течением времени, что связано с применением различных ингредиентов, а именно: стабилизаторов пенообразования, и изменением техники взбивания. Так, традиционно технология производства муссов основана на использовании воды, в данной работе для создания функциональных продуктов мы применили молочную сыворотку. Данный технологический подход был основан на перспективности направления использования сыворотки для пищевых целей, что обусловлено рядом факторов: свойствами и составом молочной сыворотки, ее относительной дешевизной и доступностью, решением экологической проблемы использования компонентов молока, целесообразностью использования сыворотки в диетическом и лечебном питании.

Для усовершенствования технологических решений по созданию новых взбитых десертов на ос-

нове молочной сыворотки за основу был взят компонентный состав мусса клюквенного, содержащего клюкву, сахар, стабилизатор – желатин и воду [9]. Как упоминалось ранее, с целью обогащения мусса минеральными веществами (табл. 1) и аминокислотами (табл. 2) была произведена замена жидкой основы (воды) на молочную сыворотку. Оказалось, что такая замена позволит увеличить содержание кальция на 0,101 % и незаменимых аминокислот (580,7 мг/100 г).

Таблица 1

Минеральный состав разработанных продуктов

Определяемый параметр	Массовая доля в молочной сыворотке, %	Массовая доля в разработанных продуктах на основе молочной сыворотки, %
Зольность	0,671	0,436
Фосфор	0,148	0,096
Кальций	0,155	0,101
Магний	0,013	0,008
Натрий	0,049	0,032
Калий	0,150	0,098

Таблица 2

Массовая концентрация аминокислот в сыворотке и разработанных продуктах

Определяемый параметр	Массовая концентрация в пробе, нмоль*	Массовая доля аминокислоты в молочной сыворотке, X±Δ мг/100 г продукта	Массовая доля аминокислоты в образце функционального продукта на основе молочной сыворотки, X±Δ мг/100 г продукта
Аспарагиновая кислота	1,060	10,6	6,9
Серин	2,880	22,7	14,8
Треонин	3,582	32,0	20,8
Глутаминовая кислота	3,870	42,7	27,8
Пролин	0,533	4,6	3,0
Глицин	8,383	47,2	30,7
Аланин	6,794	45,4	29,5
Цистеин	5,472	98,6	64,1
Метионин	7,185	80,4	52,3
Изолейцин	16,020	157,6	102,4
Лейцин	13,650	134,3	87,3
Тирозин	3,878	52,7	34,3
Фенилаланин	8,427	104,4	67,9
Гистидин	11,575	134,7	87,6
Лизин	17,858	195,8	127,3
Аргинин	4,133	54,0	35,1
<b>Общее содержание аминокислот, в т.ч.</b>	–	<b>1217,7</b>	<b>791,8</b>
<b>незаменимых</b>	–	<b>893,2</b>	<b>580,7</b>
<b>заменимых</b>	–	<b>324,5</b>	<b>211,1</b>

\*Инъекционный объем составляет 20,0 мкл.

Таким образом, использование сыворотки в качестве основы для приготовления мусса клюквенного расширит ассортимент взбитых десертов, улучшит экологическую обстановку и обогатит продукт комплексом минеральных веществ и эссенциальных аминокислот (791,8 мг/100 г) по сравнению с контрольным образцом.

**Усовершенствование технологических свойств и дальнейшая разработка функциональных взбитых десертов на основе молочной сыворотки.** Помимо обогащения состава разработанного продукта минералами и аминокислотами, новая технология также включала увеличение его биологической ценности путем замены сахара на фруктозу и желатина, используемого в качестве стабилизатора, на пищевые волокна. Известно, что употребление желатина нежелательно людям при тяжелой хронической сердечной недостаточности, нарушении водно-солевого обмена и при мочекаменной болезни. Следовательно, данный технологический подход позволит употреблять новый продукт людям с нарушенным углеводным обменом, заболеванием сахарного диабета, ожирением, а также разработанный десерт может служить для профилактики данных заболеваний. Кроме этого, замена сахара в традиционных продуктах сахарозаменителями и создание продуктов пониженной энергетической ценности являются неотъемлемой тенденцией развития пищевой технологии в соответствии с современными требованиями трофологии и диетологии. Так, использование пищевых волокон и фруктозы в новых муссах снижает калорийность продукта на 31,1 Ккал по сравнению с контрольным образцом (табл. 3).

Таблица 3

Пищевая и энергетическая ценность муссов клюквенных

Определяемый параметр	Контрольный образец	Мусс клюквенный с Citri-Fi и фруктозой
Белки, г	2,4	0,6
Жиры, г	0,1	0,2
Углеводы, г	21,0	15,0
Энергетическая ценность, Ккал	96,9	65,8

Мусс представляет собой пенную систему, в которой дисперсной фазой являются пузырьки газа, а дисперсионной средой – жидкость в виде тонких пленок. Для получения пены необходимы три компонента: жидкость, газ и пенообразователь. В качестве пенообразователей часто рассматривают коллоидные поверхностно-активные вещества (ПАВ) и высокомолекулярные соединения (ВМС) [7]. К природным ВМС относятся белки, и, таким образом, ожидается, что использование молочной сыворотки в новых технологических решениях позволит улучшить процесс пенообразования за счет содержащихся сывороточных белков.

Оказалось, что после непродолжительного взбивания системы мусса клюквенного в растворе появляются пузырьки газа, на их поверхности начинают

адсорбироваться молекулы ПАВ или ВМС, и образуется структура, имеющая вид стабильной пластичной пены. Из-за избытка поверхностной энергии такая система термодинамически не стабильна. Избыточная энергия вызывает самопроизвольные процессы, которые ведут к уменьшению дисперсности и разрушению ее как дисперсной системы. Минимальное значение свободной энергии достигается при полном разделении пены на две сплошные фазы: жидкость и газ. При этом пленки пены лопаются [7]. Для того чтобы сохранить продукт в том виде, к которому мы привыкли, необходимо стабилизировать пенную систему, то есть обеспечить неизменное в масштабе длительности эксперимента распределение капелек как по размеру, так и по пространству системы. Так, устойчивость пен зависит от реологии дисперсионной среды (чем выше вязкость, тем устойчивее пена) и внешних факторов (температура, механическое воздействие).

Как упоминалось ранее, традиционно система мусса стабилизирована желатином, позволяющим увеличить вязкость дисперсионной среды и являющимся универсальным агентом в пищевой промышленности. Растущий спрос на замену желатина в связи с религиозными, диетическими и вегетарианскими представлениями позволил нам в данной работе заменить привычный стабилизатор в муссах на пищевые волокна. Кроме того, для повышения пенообразующей способности молочной сыворотки, использованной как основы в новых продуктах, в данной работе мы аэрировали систему (муссы) с помощью миксера на средних оборотах скорости при температуре системы, равной 30–35 °С. В качестве стабилизаторов в разрабатываемом десерте используются цитрусовые волокна Citri-Fi. Подбор концентраций пищевых волокон осуществлялся экспериментально, ориентируясь на органолептический анализ полученных образцов (рис. 1).

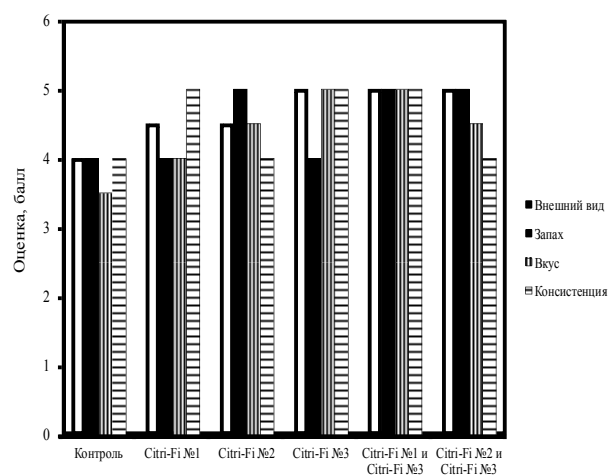


Рис. 1. Органолептические характеристики муссов: номер образца означает состав и степень помола пищевого волокна Citri-Fi. Концентрации пищевых волокон в тексте не указываются, так как подана заявка на патент



Из рис. 1 видно, что органолептические показатели образцов муссов с пищевыми волокнами на основе молочной сыворотки улучшаются по сравнению с контрольным образцом. Заметим, что пищевые волокна маскируют привкус сыворотки, кроме того, консистенция становится более легкой, воздушной.

На следующем этапе разработки новых продуктов в данном исследовании необходимо было оценить свойства пены, образуемой и стабилизированной пищевыми волокнами, по сравнению с образцом, содержащим желатин. Оценка свойств пены включала ее кратность и устойчивость во времени (табл. 4).

Таблица 4

Физико-химические характеристики пен муссов

Образец	Сухие вещества, %	Кратность пены, %	Стабильность пены, мин
Контрольный образец	14,2	82,5	Стабильна (более 6 часов)
Образец с Citri-Fi № 1	14,0	83,3	Стабильна (более 6 часов)
Образец с Citri-Fi № 2	12,8	88,9	Стабильна (более 6 часов)
Образец с Citri-Fi № 3	12,3	84,6	Стабильна (более 6 часов)
Образец смеси Citri-Fi № 1 и Citri-Fi № 3	13,5	85,6	Стабильна (более 6 часов)
Образец смеси Citri-Fi № 2 и Citri-Fi № 3	14,2	90,2	Стабильна (более 6 часов)

Из табл. 4 видно, что системы стабильны, кратность пен у образцов с пищевыми волокнами выше на 7,7 %, чем у контрольного образца, а по содержанию сухих веществ разрабатываемые муссы не уступают контрольному образцу, что подтверждает целесообразность новых технологических решений.

На основании полученных данных была разработана технология взбитого десерта (мусса клюквенного) пониженной калорийности на основе молочной сыворотки с пищевыми волокнами Citri-Fi (рис. 2).

Технологический процесс разрабатываемого мусса клюквенного усовершенствован за счет сокращения числа операций (подготовка стабилизатора – пищевых волокон не требует дополнительной стадии растворения, как у мусса на желатине, волокна не требуют предварительного гидратирования и вносятся вместе с другими сухими составляющими в смесь), а также изменения временных и температурных режимов (в традиционной рецептуре стабилизатор – желатин сначала подвергают набуханию в дистиллированной воде при температуре 20 °С в течение 20–30 минут, а затем растворяют в водяной бане при температуре 80 °С в течение

20 минут). Кроме того, ягоды клюквы отвариваются непосредственно в молочной сыворотке, а не в воде с предварительным отжимом сока из ягод как в традиционной рецептуре. Процесс взбивания в разработанной технологии не отличается от традиционного. Таким образом, разработанная технология является эффективной, сокращается не только продолжительность процесса приготовления мусса, но энерго- и трудозатраты.

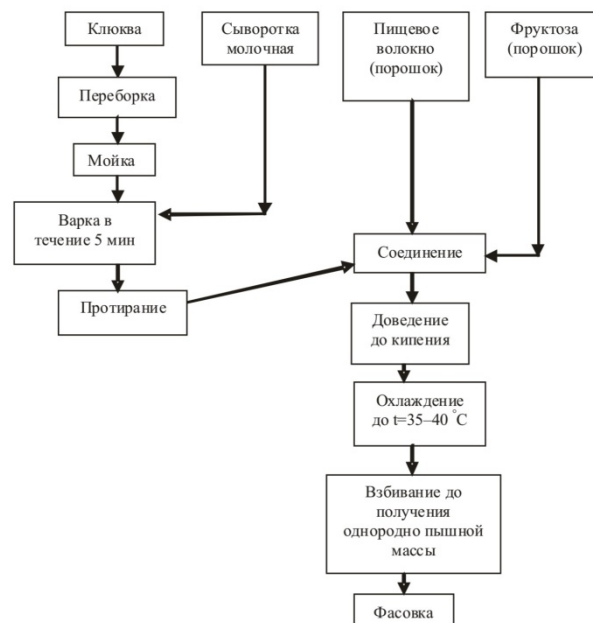


Рис. 2. Технологическая схема приготовления мусса клюквенного на основе молочной сыворотки с пищевыми волокнами Citri-Fi

### Выводы

Разработаны новые технологические решения в производстве мусса клюквенного на основе молочной сыворотки с пищевыми волокнами Citri-Fi. Новый технологический подход позволит снизить калорийность десерта (31,1 Ккал) путем замены сахара на фруктозу и обогатить продукт комплексом минеральных веществ в целом на 0,436 % и незаменимых аминокислот – на 580,7 мг/100 г. Кроме этого, разработанные продукты отличаются улучшенными характеристиками пены с кратностью, увеличенной на 7,7 %.

Регулярное потребление разработанных взбитых десертов будет способствовать обеспечению организма человека жизненно важными веществами, прежде всего, биологически активными ингредиентами – витаминами, пищевыми волокнами, минеральными веществами, белками и другими эссенциальными нутриентами.

Выражаем благодарность нашим коллегам из компании «Джорджия» (Fiberstar Inc., США), любезно предоставивших образцы цитрусового волокна.

## Список литературы

1. Куркина, О.С. Стабилизация консистенции функциональных напитков / О.С. Куркина // Сборник докладов XIV Международного форума «Пищевые ингредиенты XXI века». – М., 2013. – С. 105–107.
2. Птичкин, И.И. Пищевые полисахариды: структурные уровни и функциональность / И.И. Птичкин, Н.М. Птичкина. – Саратов: ГУП «Типография № 6», 2012. – 96 с.
3. Иванова, С.А. Пеногенерирование молочного сырья / С.А. Иванова // Молочная промышленность. – 2010. – № 1. – С. 59–60.
4. Научные и практические аспекты технологии производства молочно-растительных продуктов: монография / Н.Б. Гаврилова, О.В. Пасько, И.П. Кая и др. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2006. – 336 с.
5. Губина, И. «Цитри-Фай» – новый компонент здорового рациона питания / И. Губина // Переработка молока. – 2010. – № 3. – С. 51.
6. Ловачева, Л.Н. Стандартизация и контроль качества продукции. Общественное питание: учеб. пособие для вузов по спец. «Технол. прод. общ. питания» / Л.Н. Ловачева. – М.: Экономика, 1990. – 239 с.
7. Гельфман, М.И. Коллоидная химия / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. – 3-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2005. – 336 с.: ил.
8. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ., под общ. ред. д-ра мед. наук А.К. Батурина. – СПб.: Профессия, 2006. – 416 с., табл.
9. Здобнов, А.И. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / А.И. Здобнов, В.А. Цыганенко. – Киев: ООО «Издательство Арий»; М.: ИКТЦ «Лада», 2009. – 680 с.: ил.

ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»,  
410012, Россия, г. Саратов, Театральная пл., 1.  
Факс: (8452) 23-47-81, тел.: 23-32-92,  
e-mail: rector@sgau.ru

## SUMMARY

**E.A. Plekhanova, A.V. Bannikova, N.E. Shestopalova, N.M. Ptichkina**

**THE WHIPPED DESSERT ON THE BASIS  
OF WHEY WITH CITRI-FI FOOD FIBERS**

---

New technological decisions on the creation of whipped desserts (mousse) on the basis of whey were developed. The new technological approach included the replacement of gelatin with the dietary Citri-Fi fibers and the replacement of sugar with fructose. It was done in order to reduce the caloric content of the desserts. It is shown that using of dietary fibers and fructose in whipped desserts will lead to the manufacture of a food product with improved foaming properties, enriched with a complex of vitamins and minerals and having super high sensory characteristics. Moreover, the designed whipped desserts enhance immune system, have beneficial effects on biological processes in the body, thus helping to combat certain diseases and improving the body condition on the whole.

---

Whey, Citri-Fi dietary fibers, fructose, whipped dessert.

---

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov,  
410012, Russia, Saratov, Teatralnaya pl., 1.  
Fax (8452) 23-47-81, tel.: 23-32-92,  
e-mail: rector@ssau.saratov.ru,  
e-mail: rector@sgau.ru

Дата поступления: 13.11.2013



**А.Е. Рябова, А.Г. Галстян, Т.И. Малова, И.А. Радаева, С.Н. Туровская**

## **К ВОПРОСУ О ГЕТЕРОГЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЛАКТОЗЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ С САХАРОМ**

Рассмотрена возможность направленной гетерогенной кристаллизации в производстве сгущенных молочных продуктов с сахаром. Представлены результаты исследований гетерогенных кристаллов лактозы, а также имитационных зародышевых материалов. Также приведены принципиальные технологические схемы производства молочного и молокосодержащего продукта, сгущенного с сахаром, с интегрированным процессом гетерогенной кристаллизации.

Лактоза, гетерогенная кристаллизация, сгущенный молочный продукт с сахаром, имитационные затравочные материалы.

### **Введение**

Обеспечение населения страны качественными продуктами питания в востребованном ассортименте и количестве является важной народнохозяйственной задачей. Априори в реализации соответствующих социально-экономических программ важное место занимает продукция молочной промышленности.

Сбалансированные и легкоусвояемые белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и витамины, содержащиеся в молоке и молочных продуктах, ставят их на одно из важнейших мест в рационе питания человека. Однако полноценное обеспечение молочными продуктами населения России, особенно в регионах с неразвитым молочным животноводством, затрудняется малыми сроками хранения продуктов. Данную проблему способно решить производство молочных консервов с длительными сроками хранения [1].

При производстве концентрированных молочных консервов с сахаром одним из главных технологических процессов является кристаллизация лактозы, заключающаяся в создании условий для массового формирования центров кристаллизации и последующего регулируемого роста при определенных параметрах производственного процесса и условиях посттехнологического хранения. В традиционных технологиях производства сгущенных молочных консервов с сахаром предусматривается проведение процесса кристаллизации с внесением затравки в виде мелкокристаллической лактозы или проведение ее частичного ферментативного гидролиза [2–4]. Актуальная проблема первого варианта – при незначительном несоблюдении технологических режимов нарушается целостность системы, что приводит к неконтролируемому росту кристаллов лактозы. В технологии классического сгущенного молока с сахаром не всегда удается получить желаемую консистенцию кристаллита, так как большое влияние на процесс кристаллизации оказывает техника внесения затравочного материала и его свойства.

Применение второго варианта – ферментации – нецелесообразно из-за появления риска потемнения

продукта в результате реакции Майяра и удорожания готового продукта.

В печатных публикациях и интернет-источниках, в том числе по кристаллизации солей, различных сплавов, биологических жидкостей, указывается, что центры кристаллизации могут быть гомогенными, зарождающимися в результате локальных флуктуаций состава или структуры, так и гетерогенными – на примесных центрах инородной фазы [5–9]. Имеющиеся данные по наличию гетерогенной кристаллизации сахаров позволили предположить гипотезу о возможности её направленного проведения в технологии сгущенных молочных продуктов с сахаром [7]. При этом, развивая идею, было решено исследовать возможность применения не растворимых в воде веществ, что при положительных результатах, то есть при подтверждении кристаллизационного эффекта, вероятно, в дальнейшем позволит сделать универсальным момент внесения зародышевых центров и существенно видоизменить традиционные технологии и оборудование.

### **Объект и методы исследования**

Работа выполнена в лаборатории технологии молочных консервов ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности Россельхозакадемии (ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии). Часть исследований на уровне консультаций и проведения специфических анализов с применением современных аналитических методов проводилась в творческом сотрудничестве со специалистами Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова (ИПЭиЭ им. А.Н. Северцова) с четким разделением объектов интеллектуальной собственности.

На различных этапах работы объектом исследования являлись: сухая лактоза по ГОСТ Р 54664-11, имитационные зародышевые центры (табл. 1) и дистиллированная вода. Все применяемые в ходе работ компоненты и вещества соответствовали требованиям действующей нормативно-технической документации.

Таблица 1

## Выборка имитационных затравочных материалов

Индекс	Добавка	Основные технологические функции	Содержание основного вещества, % не менее
E170	Карбонат кальция (CALCIUM CARBONATE)	Краситель, антислеживающий агент, стабилизатор, носитель	98 % на безводной основе
E171	Диоксид титана (TITANIUM DIOXIDE)	Краситель	99 % на основе алюминия и без кремния
E226	Сульфит кальция (CALCIUM SULPHITE)	Консервант, антиокислитель	95 % $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и не менее 39 % $\text{SO}_2$
E341	Фосфаты кальция (CALCIUM PHOSPHATES): (i) орто-фосфат кальция 1-замещенный (Monocalcium orthophosphate)	Регулятор кислотности, вещество для обработки муки, стабилизатор, разрыхлитель, агент антислеживающий, агент влагоудерживающий, эмульгирующая соль, носитель	95 % на сухой основе
	(ii) орто-фосфат кальция 2-замещенный (Dicalcium orthophosphate)		Дикальцийфосфат, после высушивания при температуре 200 °С в течение трех часов, содержит не менее 98 % и не более, чем эквивалент 102 % $\text{CaHPO}_4$
	(iii) орто-фосфат кальция 3-замещенный (Tricalcium orthophosphate)		90 % рассчитанные на зажатой основе
E504	Карбонаты магния (MAGNESIUM CARBONATES): (i) карбонат магния (Magnesium carbonate)	Регулятор кислотности, агент антислеживающий, фиксатор окраски, носитель	Не менее 24 % и не более 26,4 % Mg
	(ii) гидрокарбонат магния (Magnesium hydrogen carbonate)		Mg Содержание не менее 40 % и не более 45 % рассчитывается как MgO
E542	Фосфат костный (фосфат кальция) (BONE PHOSPHATE (essentiale Calcium phosphate, tribasic))	Эмульгатор, агент антислеживающий, агент влагоудерживающий	Не менее 30 % и не более 40 % Ca, и не менее 32 % $\text{P}_2\text{O}_5$
E551	Диоксид кремния аморфный (SILICON DIOXIDE AMORPHOUS)	Агент антислеживающий, носитель	Содержание после зажигания не менее 99 % (белой сажи), или 94 % (гидратированные формы)
E552	Силикат кальция (CALCIUM SILICATE)	Антислеживающий агент, носитель	Содержание на безводной основе: – $\text{SiO}_2$ не менее 50 % и не более 95 % – CaO не менее 3 % и не более 35 %

Предварительный отбор имитационных затравочных материалов был осуществлен на основе анализа перечня допустимых добавок СанПиН 2.3.2.1293-03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» с учетом их рекомендуемых доз и безопасности. Следует отметить, что с учетом вступления в силу Технического регламента Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических средств» (ТР ТС 029/2012) был произведен повторный анализ, который не выявил необходимости корректировки в связи с идентичностью допускаемых пищевых добавок с аналогичным списком СанПиН 2.3.2.1293-03.

При выполнении работы использовали стандартизованные (массовая доля влаги и сухого вещества – ГОСТ 29246-91, ГОСТ 30305.1-95; определение размеров кристаллов лактозы – ГОСТ 29245-91) и общепринятые в химико-технологическом и микробиологическом контроле молочных продуктов и воды методы исследований, изложенные в специализированных литературных источниках, а также оригинальные методы, комплексно обеспечивающие

выполнение поставленных задач. В частности, общие структурные особенности гетерогенных кристаллов определяли методом микроскопирования с применением ближнепольного оптического микроскопа МИКМЕД-6 (объектив-планахромат – Plan 10/0.25 ∞/0.17) с программным обеспечением «Микро-Анализ PRO» (на базе ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии). Более детальные исследования кристаллов выполнены на цифровом сканирующем (растровом) микроскопе Tescan Vega 5130MM (Чешская Республика, г. Брно) (второе название CamScan MV2300), оснащенный YIG детекторами вторичных (SE) и обратно рассеянных (отраженных) электронов (BSE)<sup>1</sup> (на базе ИПЭиЭ им. А.Н. Северцова). По паспорту<sup>2</sup> микроскоп Tescan Vega 5130MM при ускоряющем напряжении 30 кВ имеет разрешение 3нм. Конструкция микроскопа позволяет работать при ускоряющем напряжении от 0,5 до 30 кВ.

Линейные размеры кристаллов лактозы в исследуемых образцах сгущенных молочных продуктов с сахаром определяли микроскопированием по методике Л.В. Чекулаевой при увеличении в 600 раз.

<sup>1</sup> Детекторы микроскопа оснащены сцинтилляторами, изготовленными из иттрий-железистых гранатов (YAG).

<sup>2</sup> Данные характеристики получаются на специальных контрольных образцах при идеальных условиях эксплуатации, т.е. при отсутствии сетевых и эфирных электромагнитных помех, а также при отсутствии механических вибраций (микроскоп Tescan Vega5130MM имеет механическую подвеску колонны, что затрудняет его эксплуатацию в условиях большого города).



Средний размер кристаллов:

$$D = \Sigma na / \Sigma n,$$

где  $D$  – среднее значение размера кристаллов лактозы, мкм;  $n$  – частота кристаллов;  $a$  – линейный размер кристаллов, мкм.

Коэффициент однородности кристаллизации определяли по формуле Н. Фигуровского

$$U = \Delta a \sqrt{\sum n / (2 \sum nv^2)},$$

где  $U$  – коэффициент однородности;  $\Delta a$  – предел размера кристаллов, мкм;  $n$  – частота кристаллов;  $v$  – расхождение данного размера со средним, мкм.

Ориентировочное количество кристаллов лактозы в  $1 \text{ мм}^3$  продукта определяли по среднему размеру кристаллов справочными данными.

Статистическая обработка и визуализация экспериментальных данных проводились с применением методов матричной алгебры с помощью программ «STATGRAPHICS», Microsoft Excel, «MatCad», «CurveExpert», «MatLab» и др. Повторность опытов на всех этапах выполнения работы – не менее 3.

### Результаты и их обсуждение

При базовой выборке потенциальных имитационных затравочных центров задавались такие критерии, как: вещество кристаллической структуры, не растворимое в воде (в  $100 \text{ г H}_2\text{O}$  – меньше  $0,01 \text{ г}$  вещества). Данная выборка дала восемь результатов – табл. 1.

Далее вводили дополнительные параметры отбора: допустимую дозировку и максимальное суточное потребление; минимальную реакционную способность; термоустойчивость; оценку экономической целесообразности использования; рациональность (технологичность) применения в молочной промышленности (последнее – на базе экспертной оценки). В итоге всем установленным критериям отвечают только три вещества – карбонат кальция, диоксид титана и диоксид кремния.

**Подготовка и стандартизация имитационного затравочного материала.** В соответствии с требованиями ГОСТ Р 53436, размеры затравочного материала не должны превышать  $4 \text{ мкм}$ . Предварительные исследования гранулометрического состава ИЗМ, проведенные с применением микроскопии, показали, что вышеуказанным требованиям соответствует только  $\text{TiO}_2$ , размеры частиц которого не превышали  $1 \text{ мкм}$ . Для стандартизации  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Ca}_2\text{CO}_3$  создан лабораторный стенд (рис. 1) на базе мельницы Cyclone Sample Mill.

Принцип работы мельницы заключается в создании воздушного вихревого потока, обеспечивающего контакт частиц с абразивной поверхностью из карбида вольфрама, их помол и просеивание до размеров  $5\text{--}10 \text{ мкм}$  при однократном прохождении через сетчатый фильтр. Для более дисперсного дробления предложена система циркуляции воздушно-пылевой смеси (рис. Б). Суть работы стенда сле-

дующая. Исходную фракцию  $\text{CaCO}_3$  или  $\text{SiO}_2$  загружают через дозатор 1 в перемалывающее устройство 2 (мельница Cyclone Sample Mill), на выходе из которого измельченный ИЗМ разделяется на два потока I и II. Поток I с размерами частиц до  $10 \text{ мкм}$  рециркулирует, возвращая в исходный дозатор 1. Поток II (пылевая фракция) направляется в емкость 3 (соотношение  $H/\Phi = 15$ ), заполненную кольцами Рашига, в которую противотоком потоку II с помощью перистальтического насоса 5 подавали водно-пылевую смесь. После прохождения жидкой фазы воздушный поток (с частичками пыли) через верхний отвод емкости 3 направляли в линию рецикла. Жидкую фазу, содержащую измельченный ИЗМ, через нижний отвод емкости 3 направляли на стадию разделения (узел разделения 4). Пройдя стадию фильтрации в узле разделения 4, водно-пылевую смесь с помощью насоса 5 подают обратно в емкость 3. При этом забор смеси осуществляется из верхнего слоя воды. Полученный после фильтрации измельченный ИЗМ после тщательной осушки и определения размеров был исследован и опробован в качестве затравочного материала на моно- (насыщенные растворы лактозы) и поликомпонентных (модели-аналоги продукта и в промышленных технологиях) смесях.

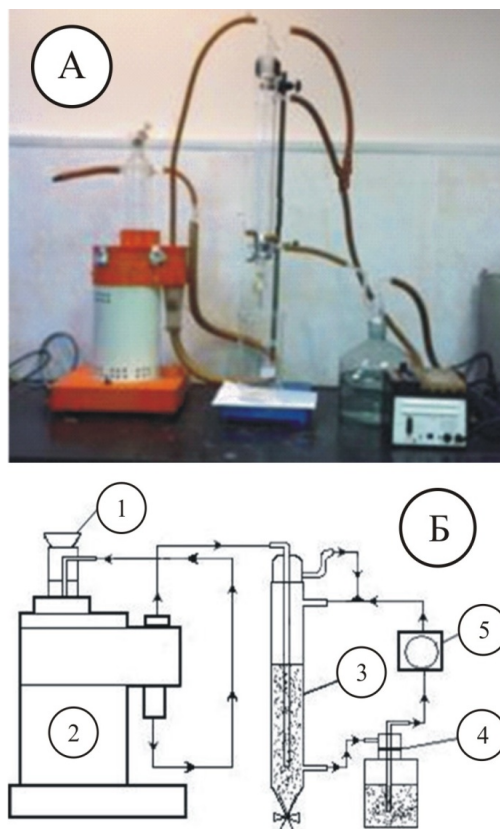


Рис. 1. Вид (А) и схема (Б) работы стенда по измельчению ИЗМ

Полученные микрофотографии базовой лактозы и имитационных затравочных центров представлены на рис. 2.



На рис. 3 представлены микрофотографии имитационных затравочных центров после стандартизации размеров в сравнении с лактозой.

На рис. 4 представлены полученные гетерогенные кристаллы из монокомпонентной смеси (30 %-ный раствор лактозы и имитационный затравочный центр).

Для проведения эксперимента готовили насыщенный раствор лактозы (30 %). При температуре 60–65 °С в раствор вносили расчетное количество имитационного затравочного центра и при постоянном перемешивании осуществляли охлаждение до 18–20 °С, выдерживали в течение 6 часов и наносили 0,3–0,5 мл на предметное стекло, пассивно высушивали и проводили микроструктурные анализы.

В результате исследований подтверждена гипотеза о возможности направленного проведения про-

цесса гетерогенной кристаллизации лактозы, что обосновало дальнейшие исследования моделей-аналогов продукта и последующую разработку принципиальных технологических схем молока цельного сгущенного с сахаром «вареного» (рис. 5) и продукта молока содержащего сгущенного с сахаром «вареного» (рис. 6). Установлены размеры и рациональные дозировки новых затравочных материалов, значения коэффициента однородности кристаллов лактозы при размерах затравочного материала не более 4 мкм – рис. 7.

Производственная апробация, осуществленная ОАО «Гагаринское молоко», и результаты анализа продукции в хранении в течение 8 месяцев подтвердили эффективность гетерогенной кристаллизации с применением имитационных зародышевых центров.

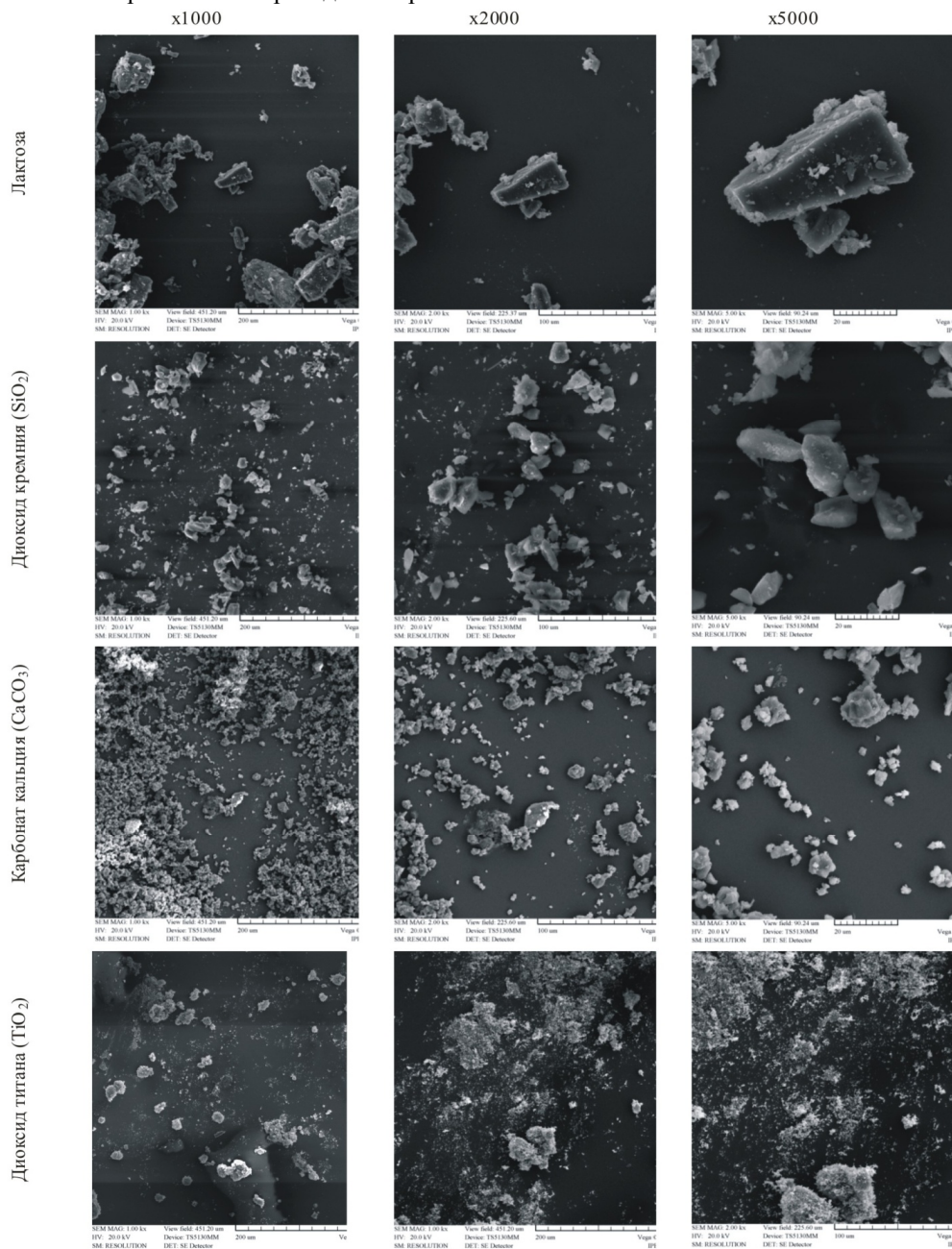


Рис. 2. Микрофотографии лактозы и имитационных затравочных центров

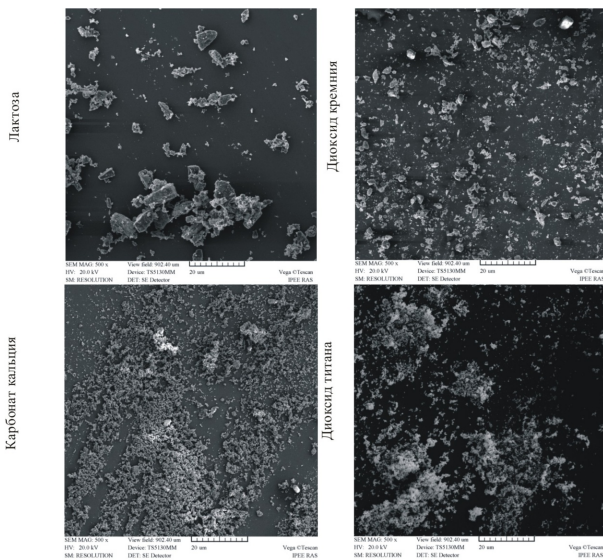


Рис. 3. Микрофотографии имитационных затравочных центров после стандартизации размеров в сравнении с лактозой

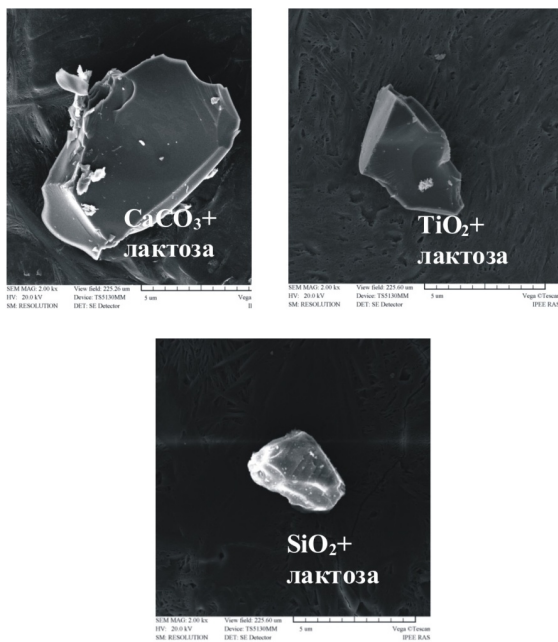


Рис. 4. Визуализация гетерогенных кристаллов из монокомпонентной смеси

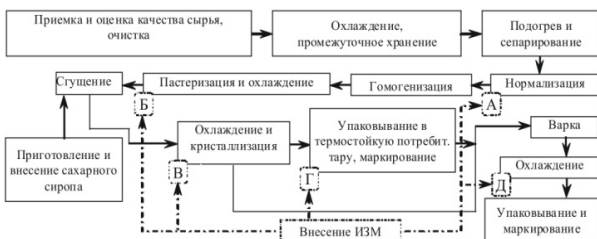


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема молока цельного сгущенного с сахаром «вареного» (А, Б, В, Г и Д – рациональные моменты внесения имитационного затравочного материала)



Рис. 6. Принципиальная технологическая схема продукта молочносодержащего сгущенного с сахаром «вареного» (А, Б, В и Г – рациональные моменты внесения имитационного затравочного материала)

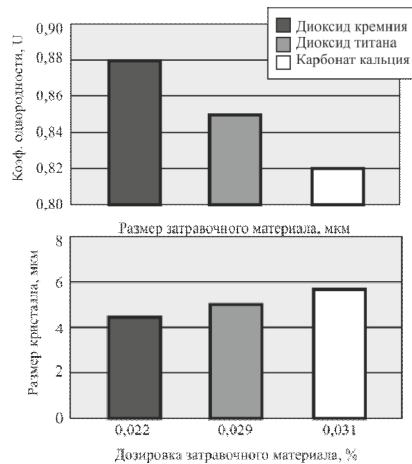


Рис. 7. Эффективность гетерогенной кристаллизации лактозы

**Выводы**

1. Осуществлен выбор не растворимых в воде имитационных затравочных материалов кристаллической природы. Установленным критериям: допустимой дозировке и максимальному суточному потреблению; минимальной реакционной способности; термоустойчивости, оценке экономической целесообразности использования, рациональности (технологичность) применения в молочной промышленности (последнее на базе экспертной оценки) соответствует три вещества – карбонат кальция, диоксид титана и диоксид кремния.

2. Установлены существенные различия микроструктурных особенностей кристаллов лактозы и имитационных затравочных центров.

3. Предложен способ пробоподготовки имитационных затравочных центров, позволяющий гарантировано получать зародыши размерами 2–4 мкм.

4. Установлено, что форма гетерогенных кристаллов монокомпонентной системы существенно отличается от классических представлений о форме кристалла лактозы. При этом в моделях-аналогах и в продукции, выработанной в производственных условиях, данные различия не отмечаются. Это, вероятно, обосновано уровнем связанности влаги и, соответственно, разными механизмами образования и роста кристаллов.

5. Разработаны принципиальные технологические схемы и осуществлена производственная апробация. Установлено, что на 8-й месяц хранения молока цельного сгущенного с сахаром «вареного» и продукта молочносодержащего сгущенного с сахаром «вареного» размеры кристаллов лактозы не превышали 5–7 и 6–8 мкм соответственно.

6. Разработан проект технической документации.

## Список литературы

1. Голубева, Л.В. Хранимоспособность молочных консервов / Л.В. Голубева, Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский. – М.: ДеЛи принт, 2001. – 115 с.
2. Храмцов А.Г. Молочный сахар / А.Г. Храмцов. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 224 с
3. Чекулаева, Л.В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья / Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский, Л.В. Голубева. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1996.
4. Радаева, И.А. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока / И.А. Радаева, В.С. Гордезиани, С.П. Шулькина. – М.: Агропромиздат, 1986 – 350 с.
5. Портнов, В.Н. Возникновение и рост кристаллов / В.Н. Портнов, Е.В. Чупронов. – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2006.
6. Rosenberger, F. Fundamentals of Crystal Growth / F. Rosenberger. – Berlin, 1979.
7. Hartel, R.W. Crystallization In Foods / R.W. Hartel. – N. Y.: Kluwer Academic Publishers, 2001.– 325 p.
8. www.wikipedia.org
9. www.xumuk.ru и др.

ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии  
115093, Россия, Москва, ул. Люсиновская, д. 35, корп. 7.  
Тел/факс: (499)236-02-36,  
e-mail: conservalab@mail.ru

## SUMMARY

**A.E. Rjabova, A.G. Galstjan, T.I. Malova, I.A. Radaeva, S.N. Turovskaja**

**HETEROGENEOUS CRYSTALLIZATION OF LACTOSE IN TECHNOLOGY  
OF SWEETENED CONDENSED MILK**

---

The article deals with heterogeneous crystallization in the production of sweetened condensed milk. The research results on heterogeneous lactose crystals and simulation seed material are shown. Technological schemes of sweetened condensed milk and milk-containing product using the integrated process of heterogeneous crystallization are presented.

---

Lactose, heterogeneous crystallization, sweetened condensed milk, imitation seed materials.

---

All-Russia dairy research institute,  
35, Lusinovskaya st., Moscow, 115093, Russia.  
Phone/fax:(499)236-02-36,  
e-mail: conservalab@mail.ru

*Дата поступления: 09.12.2013*





И.Ю. Сергеева

## ПРИМЕНЕНИЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ КОЛЛОИДНОЙ СИСТЕМЫ НАПИТКОВ

Приведена краткая характеристика свойств хитозана, его химическая формула. Представлен анализ литературных источников на предмет модификации хитозана для изменения его свойств, а также использования хитозана в отечественной и зарубежной пищевой промышленности. Представлены данные экспериментальных исследований по изучению способности хитозана регулировать компонентный состав напитков с использованием растительного сырья. Показано влияние хитозана на удаление полифенольных, пектиновых и белковых веществ полуфабрикатов напитков, приготовленных с использованием плодово-ягодного и зернового сырья. Представлены данные по изучению осадков, полученных в результате естественной седиментации взвесей напитка, а также при обработке ягодных соков стабилизатором.

Напитки с использованием растительного сырья, соки, морсы, пиво, квас, компоненты коллоидных помутнений, хитозан, стабилизация напитков.

### Введение

Напитки, приготовленные с использованием растительного сырья, занимают лидирующую позицию в современной модели их потребления. Роль для физиологии человека таких нутриентов напитков растительного происхождения, как фенольные, пектиновые вещества, органические кислоты, витамины и прочие, очевидна. Однако совокупность таких факторов, как избыточное количество высокомолекулярных полимеризованных соединений, биохимические превращения, происходящие в системе напитка, негативным образом сказываются на стойкости полуфабрикатов и готовых напитков. Необходимо создать сбалансированную систему напитка, которая служила бы как источником биологически активных веществ, так и находилась бы в устойчивом коллоидном состоянии при хранении с целью обеспечения товарного вида продукта.

Арсенал способов и вспомогательных материалов для обеспечения прогнозируемой стойкости напитков достаточно разнообразен. Однако поиск эффективных видов, форм и способов применения стабилизаторов для повышения стойкости напитков и в настоящее время являются актуальными и перспективными.

Все нарастающее внимание как отечественных, так и зарубежных исследователей привлекает к себе гидробионт хитозан. Хитозан – это гидроколлоид полисахаридной природы (рис. 1), который получают из панцирей крабов, грибов, мелких ракообразных и насекомых путем удаления карбонового соединения. Исследования свойств и путей применения хитозана начались еще в 60-х годах XIX века [1, 2].

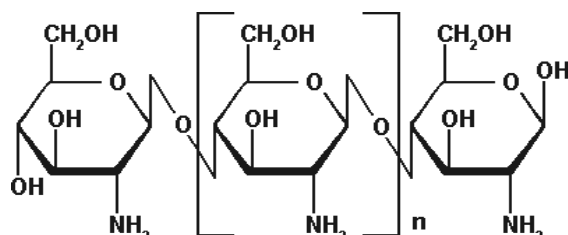


Рис. 1. Химическая структура молекулы хитозана

Хитозан плохо растворяется в воде, т.к. связи между молекулами хитозана более прочные, чем между молекулами хитозана и воды. Но зато он хорошо растворяется в кислотах, например, таких как лимонная, уксусная, щавелевая и янтарная. Еще одна способность хитозана – это удерживать в своей структуре растворитель и растворенные в нем вещества. Более существенным сорбирующим эффектом хитозан обладает в растворенном состоянии, чем в нерастворенном [1, 3].

Ведутся исследования, направленные на получение водорастворимого хитозана. Так, например, японские ученые [4, 5] получили водорастворимый хитозан с пониженной молекулярной массой (до 730 Дальтон) путем воздействия на него ферментов  $\alpha$ -амилазы и глюкоамилазы. Процесс получения растворимого хитозана протекал в слабокислой среде при температуре 50–55 °С.

Модификация является перспективным направлением изменения свойств хитозана с целью повышения эффективности его использования в различных целях как в медицине, так и в пищевой промышленности. Современные исследования модификации хитозана ориентированы на создание комплексов с различными реагентами (привитая полимеризация). В качестве таких реагентов применяют вещества природного происхождения, такие как альгинаты, пектин, целлюлоза, гликолевая кислота [6–9], банановая мука [10]. Из синтетических используют поливиниловый спирт, поливинилпирролидон, полиакрилонитрил [8, 11], винилацетат [8], акриловую кислоту и 2-гидроксиэтилметаакрилат [12], карбоксиметилцеллюлозу [13]. Модифицированный химическим способом хитозан используют для создания барьерных пленок для пищевых и непивных целей, шовного материала в хирургии, сорбентов металлов и прочее.

В зарубежной и отечественной практике хитозан активно привлекают для исследований в области предохранения продуктов питания от микробиологической порчи взамен синтетических фунгицидов [14–19], в качестве структурообразователя пищевых

продуктов в смеси с белковыми компонентами [20], в целях повышения целебных физиологических свойств напитков и продуктов питания [21–23], в сельском хозяйстве – для предпосевной обработки семян [24], в производстве напитков с использованием растительного сырья – для регулирования качественного состава полуфабрикатов напитков с целью повышения стойкости готовых изделий [25–30].

Таким образом, многочисленные исследования по применению хитозана в различных отраслях пищевой промышленности доказывают перспективность и эффективность данного гидроколлоида, а исследования возможности использования хитозана для формирования устойчивой коллоидной системы напитков являются актуальными.

**Целью** настоящих исследований является сравнительная оценка эффективности хитозана в отношении осаждения избытка компонентов полуфабрикатов напитков из различного растительного сырья, таких как полифенольные, белковые и пектиновые вещества, участвующих в образовании коллоидных помутнений напитков.

#### **Объект и методы исследования**

Объектами исследований являлись:

– хитозан, произведенный по ТУ 9289-046-04689375-96 в условиях ЗАО «Биопрогресс»;

– плодово-ягодные полуфабрикаты для приготовления ликероводочных изделий, безалкогольных морсов, осветленных соков, полученные в лабораторных условиях на кафедре технологии бродильных производств и консервирования Кемеровского технологического института пищевой промышленности (КемТИПП) по традиционным технологиям, а именно: спиртованные морсы, приготовленные из плодов черноплодной рябины и ягод черной смородины; соки прямого отжима из ягод брусники и клюквы; соки прямого отжима из плодов яблок сортов Красноярское сладкое, Симеренко, Апорт, Шафран;

– полуфабрикаты напитков на основе зернового сырья (пиво на стадии дображивания, квас на стадии брожения).

Количественное содержание компонентов полуфабрикатов напитков определяли следующими методами:

– полифенольных веществ – методом Еруманиса [31];

– белков высокомолекулярной фракции в пиве и квасе – фотоколориметрическим методом [31];

– белковых веществ в плодово-ягодных полуфабрикатах – методом Лоури [31];

– пектиновых веществ – титриметрическим методом [32].

Исследования проводились не менее чем в 5-кратной повторности, обрабатывались статистическим методом, отклонения в результатах составляли  $\pm 0,05 \dots 0,3$ .

Анализ осадков, полученных в результате осветления напитков, проводился микроскопированием с

использованием микроскопа марки «Carl Zeiss Axio Scope. A1» при увеличении в 10 раз.

#### **Результаты и их обсуждение**

Ранее проведенными исследованиями [25, 28, 29] экспериментально обозначены оптимальные параметры использования хитозана – дозировка, форма внесения (в сухом виде или в растворителе), стадия внесения – в технологии приготовления плодово-ягодных спиртованных морсов и соков из плодов яблок, а также в производстве пива. Так, при обработке плодово-ягодных морсов и соков использовали хитозан в количестве:

–  $0,1 \text{ г/дм}^3$  (для спиртованных морсов из черной смородины и черноплодной рябины);

–  $0,3 \text{ г/дм}^3$  (для соков из яблок).

В указанные полуфабрикаты напитков хитозан вносили в виде 1 %-ного раствора в 2 %-ной лимонной кислоте, продолжительность выдержки составляла 24 часа. Приведенные выше дозировки хитозана эффективны с точки зрения сорбции полифенольных веществ [25, 28]. Ранее проведенные исследования дополнены результатами настоящих на предмет изучения эффективности применения хитозана в отношении сорбции белковых и пектиновых веществ плодово-ягодных полуфабрикатов напитков.

При приготовлении пива хитозан вносили в молотое пиво в сухом виде в количестве  $62,5 \text{ мг/дм}^3$  на стадии дображивания [29].

По результатам экспериментов в настоящих исследованиях определены параметры использования хитозана при осветлении соков прямого отжима из ягод клюквы и брусники, а также при приготовлении кваса. Так, эффективные дозировки хитозана для оклейки соков прямого отжима составили:

–  $0,4 \text{ г/дм}^3$  – для сока из клюквы;

–  $0,5 \text{ г/дм}^3$  – для сока из брусники.

В отношении формы внесения хитозана и продолжительности обработки лучшие результаты оклейки полуфабрикатов отмечены при использовании 1 %-ного раствора изучаемого стабилизатора в 2 %-ной лимонной кислоте. При этом продолжительность выдержки составила 24 ч. После снятия с осадка в осветленных соках определяли количественное содержание полифенольных, белковых и пектиновых веществ. Контрольными служили образцы, приготовленные без использования хитозана.

Квас готовили путем сбраживания сусла, приготовленного на основе концентрата квасного сусла, хлебопекарными дрожжами. Продолжительность брожения составляла 21 ч. Момент внесения стабилизатора выбран на основании следующих предпосылок. Имеющийся экспериментальный опыт об эффективной продолжительности воздействия хитозана на напиток говорит о необходимости контакта не менее 6 ч. В отличие от пива, квас – это напиток с более сжатым периодом брожения, и преждевременная седиментация дисперсной фазы нежелательна с точки зрения для получения полноценных качественных показателей напитка. Поэтому вносить хитозан в начале брожения кваса нерациональ-



но. Хитозан вносили в квас при брожении после 15 ч от начала процесса, т.е. практически на заключительной стадии брожения с целью интенсификации осветления напитка. Опираясь на ранее полученные результаты по использованию хитозана в пивоварении, хитозан вносили в квас в сухом виде. Опытным путем определена эффективная дозировка стабилизатора –  $50 \text{ мг/дм}^3$ . Данное количество стабилизатора способствует снижению высокомолекулярных белков и полифенольных веществ при одновременном сохранении полноценных вкусовых характеристик готового кваса. Контрольным образцом служил квас, приготовленный без использования хитозана.

Результаты проведенных испытаний представлены на рис. 2–6.

Полученные данные показывают, что эффект сорбции компонентов полуфабрикатов напитков, участвующих в образовании коллоидных помутнений, неоднозначен для плодово-ягодных соков, морсов и напитков брожения из зернового сырья. Это обусловлено следующими факторами:

- исходным содержанием веществ, участвующих в образовании коллоидных помутнений. При этом исходное содержание компонентов в свою очередь также зависит от многих критериев – места и климатических условий произрастания, степени зрелости в момент сбора сырья, сорта и пр. Так, экспериментально обнаружено, что в напитках брожения из зернового сырья (в пиве и квасе) содержание полифенольных веществ колеблется в пределах от 100 до  $200 \text{ мг/дм}^3$ , тогда как в ягодных соках и плодово-ягодных морсах количество этих веществ достигает  $8000 \text{ мг/дм}^3$ , в яблочных – от 200 до  $350 \text{ мг/дм}^3$ . Содержание пектиновых веществ также колеблется даже в пределах одной группы напитков, например, в соке из яблок сортов Апорт и Шафран составляет более 1 %, в соке из яблок сортов Красноярское сладкое и Ренет Симеренко – порядка 0,5–0,7 %. В то же время в ягодных соках прямого отжима из брусники и клюквы – до 0,5 %. Высокомолекулярных белковых веществ априори больше в напитках из зернового сырья, а в плодово-ягодном сырье общее содержание белковых веществ не превышает  $2 \text{ мг/дм}^3$ ;

- степень извлечения экстрактивных веществ в напиток, которая в свою очередь зависит от способа экстракции [33].

Данные исследований, представленные на рис. 2, свидетельствуют об эффективной сорбционной активности хитозана в отношении:

- пектиновых веществ – для соков из ягод брусники и клюквы, для соков из яблок сортов Апорт, Симеренко, Красноярское сладкое;
- белковых веществ – для клюквенного сока, морса из черноплодной рябины и сока из яблок сортов Шафран, Апорт и Симеренко;
- полифенольных веществ – для ягодных соков и морсов, а также соков из яблок сортов Шафран и Апорт.

При этом незначительный процент убыли компонентов помутнений (от 10 до 15 %) наблюдался при обработке хитозаном соков из яблок: полифенольных веществ – сортов Красноярское сладкое и Симеренко, белковых веществ – сорта Красноярское сладкое, пектиновых веществ – сорта Шафран.

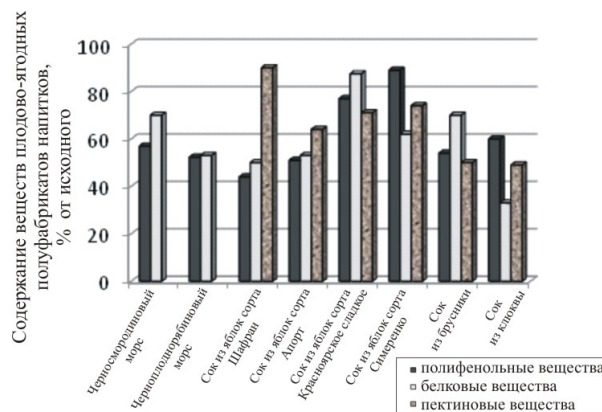


Рис. 2. Влияние хитозана на количественное содержание веществ коллоидных помутнений плодово-ягодных полуфабрикатов

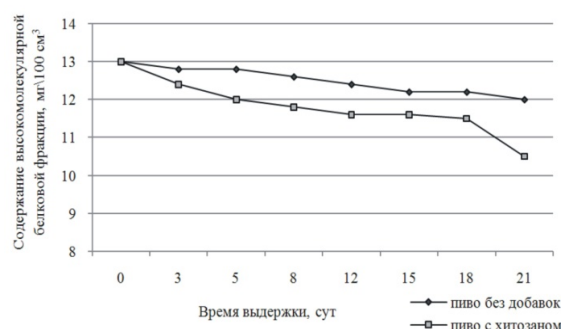


Рис. 3. Влияние хитозана на изменение содержания высокомолекулярной белковой фракции пива при дображивании

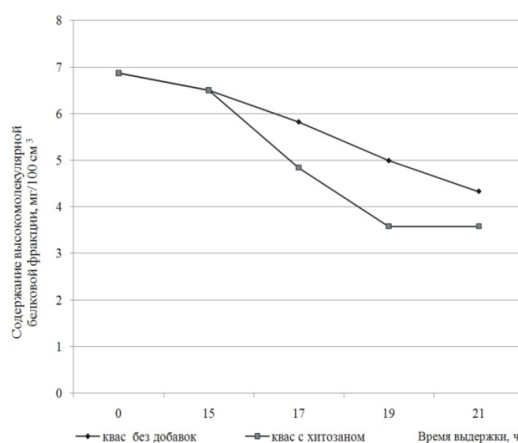


Рис. 4. Влияние хитозана на изменение содержания высокомолекулярной белковой фракции кваса при брожении

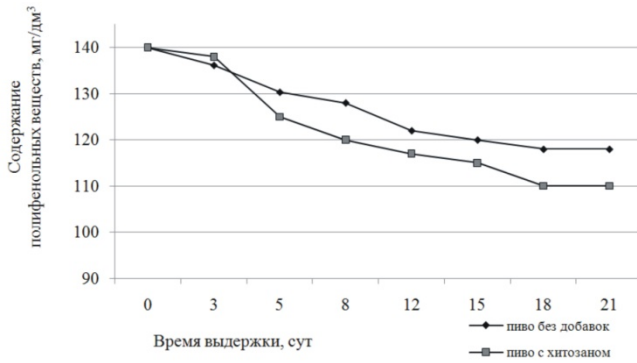


Рис. 5. Влияние хитозана на изменение содержания полифенольных веществ пива при дображивании

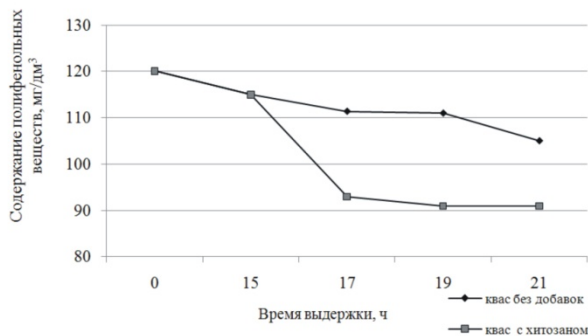


Рис. 6. Влияние хитозана на изменение содержания полифенольных веществ кваса при брожении

Высокомолекулярные белки полуфабрикатов напитков брожения сорбируются хитозаном не так значительно, как в плодово-ягодных полуфабрикатах, порядка 13–18 %, полифенольные – на 10–15 % (рис. 3–6). Однако проведенные в дальнейшем исследования по тестированию готовых напитков к образованию коллоидных помутнений показали, что полученный эффект достаточен для формирования устойчивой системы напитка при одновременном сохранении полноценных органолептических показателей.

Удаление таких потенциальных мутеобразователей напитков, как полифенольные и пектиновые компоненты, при помощи хитозана можно объяснить химической структурой гидроколлоида. Хитозан как активный катионник эффективно выводит из дисперсной системы напитка отрицательно заряженные полифенольные, пектиновые вещества. Коагуляция же белковых веществ хитозаном может протекать двумя путями. Кислые белки осаждаются путем прямой коагуляции, щелочные и нейтральные – путем вторичной. Первоначально происходит образование комплексов «белки-полифенолы», а далее происходит увлечение их в осадок при воздействии стабилизатора.

Посредством микрофотографирования была изучена структура образовавшихся осадков. В качестве примера на рис. 7–10 представлены фотографии осадков ягодных соков из брусники и клюквы.

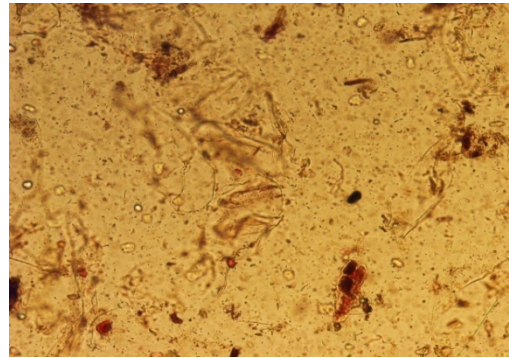


Рис. 7. Естественный осадок сока клюквы

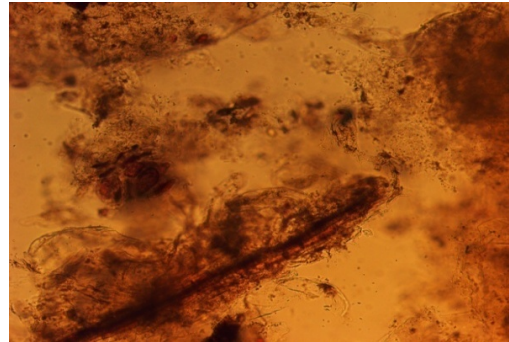


Рис. 8. Осадок, полученный при обработке сока клюквы хитозаном

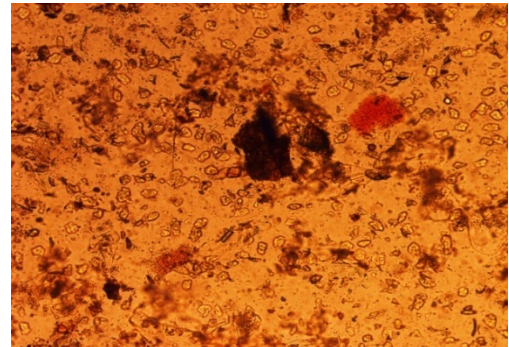


Рис. 9. Естественный осадок сока брусники

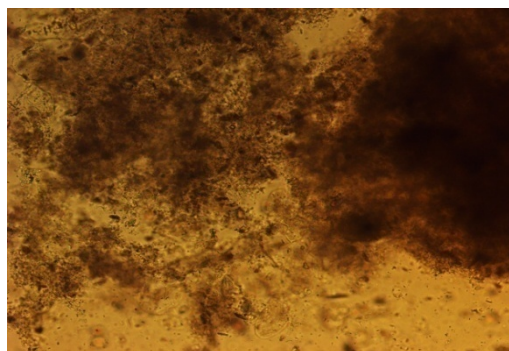


Рис. 10. Осадок, полученный при обработке сока брусники хитозаном

В результате естественной седиментации (рис. 7, 9) осадок образуется нестойкий, легко нарушаемый, взвеси рассредоточены. Это в свою очередь свидетельствует об образовании непрочных водородных связей между разнозаряженными по-

лифенолами, пектиновыми и белковыми веществами. При обработке сока хитозаном осадок сформировался плотный, с четкой границей раздела, не разрушаемый при взбалтывании. На рис. 8 и 10 видно, что хитозан как бы «втянул в себя» взвеси. По всей видимости, имеет место прочное ионное взаимодействие между осадителем и высокомолекулярными компонентами соков. Формирование осадка в виде «пробки» в свою очередь способствует облегчению процесса декантации осветленного напитка с осадка. Опытные напитки отличались от контрольных насыщенным цветом, обладали характерным блеском и имели выраженный аромат плодов и ягод.

Проведенные исследования показали эффективность применения гидробионта – хитозана в производстве полуфабрикатов напитков с использованием различного растительного сырья с целью снижения избыточного количества основных компонентов, участвующих в образовании коллоидных помутнений, таких как белковые, пектиновые и полифенольные вещества. Показано, что эффект сорбции потенциальных мутеобразующих компонентов полуфабрикатов напитков неоднозначен для плодово-ягодных соков, морсов и напитков брожения из зернового сырья.

#### Список литературы

1. Немцев, С.В. Комплексная технология хитина и хитозана из панциря ракообразных / С.В. Немцев. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 134 с.
2. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс (ред); пер. с англ., под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.
3. Physicochemical characterization of chitosan extracted from *Metapenaeus stebbingi* shells / A. Kucukgulmez, M. Celik, Y. Yanar et al. // *Food chemistry*. – 2011. – № 3. – P. 1144–1148.
4. Shengjun, Wu. Preparation of water soluble chitosan by hydrolysis with commercial  $\alpha$ -amylase containing chitosanase activity / Wu. Shengjun // *Food chemistry*. – 2011. – № 3. – P. 769–772.
5. Siakun, P. Preparation of water-soluble chitosan by hydrolysis with commercial glucoamylase containing chitosanase activity / P. Siakun, Wu. Shengjun // *Eur. Food Res. and Technology*. – 2011. – № 2. – P. 325–329.
6. Ильина, А.В. Формирование наночастиц – один из способов модификации хитозана / А.В. Ильина // *Рыбная промышленность*. – 2010. – № 2. – С. 70–75.
7. Получение хитин-меланиновых комплексов из *Apis mellifera* и изучение возможности их использования в качестве сорбентов радионуклидов / А.В. Бакулин, И.Е. Велешко, Е.В. Румянцева и др. // *Доклады РАСХН*. – 2011. – № 5. – С. 48–51.
8. Карбоксиметилирование хитин-глюкановых комплексов грибного происхождения и сорбционные свойства продуктов / Л.А. Нудьга, В.А. Петрова, С.И. Ганичева и др. // *Журнал «Прикладная химия»*. – 2000. – Т. 3. – № 2. – С. 297–301.
9. Вихорева, Г.А. Химическое модифицирование полисахаридов гидробионтов / Г.А. Вихорева, И.Н. Горбачева, Л.С. Гальбрайт // *Химические волокна*. – 1994. – № 5. – С. 37–45.
10. Natcharee, P. Physical and antimicrobial properties of banana flour/chitosan biodegradable and self sealing films used preserving fresh-cut vegetables / P. Natcharee, K. Rakshit Sudip // *LWT-Food science and technology*. – 2011. – № 10. – P. 2310–2315.
11. Калориметрическое изучение модификации хитозана виниловыми мономерами / К.В. Кирьянов, Н.А. Андриянова, А.Е. Мочалова, Л.А. Смирнова // *Всерос. научный симпозиум по термохимии и калориметрии, 13 июля 2004 г.* – Н. Новгород, 2004. – С. 189.
12. Study of optimization of the synthesis and properties of biocomposite films based on grafted chitosan / A. Avila, K. Bierbrauer, G. Pucci et al. // *J. Food Eng.* – 2012. – № 4. – P. 752–761.
13. De Moura, M.R. Highly stable, edible cellulose films incorporating chitosan nanoparticles / M.R. De Moura, M.V. Lorevice, V.J. Zucolotto // *J. Food science*. – 2011. – № 2. – P. 25–29.
14. Difference between chitosan and oligochitosan in growth of *Monilinia fructicola* and control of brown rot in peach fruit / Yang Ling-Yu, Zhang Jian-Lei, L. Basset Carole, Meng Xian-Hong // *LWT – Food Science and Technology*. – 2012. – № 1. – P. 254–259.
15. Грачева, А.Ю. Изучение использования композиций консервантов на основе хитозана для увеличения сроков хранения нестерилизуемых плодовоовощных продуктов / А.Ю. Грачева, Е.С. Гореньков // *Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов: сборник научных трудов*. – М., 2012. – С. 352–355.
16. Alvares Maria, V. Antimicrobial efficiency of chitosan coating enriched with bioactive compounds to improve the safety of fresh cut broccoli / V. Alvares Maria, G. Ponce Alejandra, R. Moreira Maria del // *LWT – Food Science and Technology*. – 2013. – № 1. – P. 78–87.
17. Изменение микрофлоры сладких блюд функционального назначения при хранении / Н.А. Бугаец, З.Т. Бухтоярова, О.А. Корнева, И.А. Бугаец // *Известия вузов. Пищевые технологии*. – 2011. – № 2–3. – С. 116–117.
18. Physico-chemical characterization of chitosan-based edible films incorporating bioactive compounds of different molecular weight / A.I. Bourbon, A.C. Pinheiro, M.A. Cerqueira et al. // *J. Food Eng.* – 2011. – № 2. – P. 111–118.
19. Moreira, M.R. Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli / M.R. Moreira, S.I. Roura, A. Ponce // *LWT – Food Science and Technology*. – 2011. – № 10. – P. 2335–2341.
20. Complex coacervation in pea protein isolate-chitosan mixtures / C. Elmer, A. Kacara, N. Low, M. Nickerson // *Food Res. Int.* – 2011. – № 5. – P. 1441–1446.
21. Максимова, С.Н. Хитозан – перспективный биополимер в технологии рыбных продуктов / С.Н. Максимова // *Инновационные технологии переработки продовольственного сырья: материалы Международной научно-технической конференции, Владивосток, 16–18 ноября 2011 года*. – Владивосток, 2011. – С. 5–7.
22. Пат. 2458115 Россия, МПК C12G3/12 (2006.01), C12G3/07 (2006.01). Способ производства крепкого напитка / Аванесьянц Р.В. (RU), Агеева Н.М. (RU), Аванесьянц Р.А. (RU), Якуба Ю.Ф. (RU); патентообладатель НПП «Эффект-91» (RU). – № 2011104770/10. – Заявл. 09.02.2011; опубл. 10.08.2012.



23. Сергеев, Н.С. Разработка напитка на основе творожной сыворотки с добавлением пищевого хитозана и грейпфрутового сока / Н.С. Сергеев, А.С. Роина // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество: материалы 8-й Международной научно-практической конференции. 6–9 сентября 2011 г., Светлогорск. – Калининград, 2011. – С. 184–187.
24. Боева, Т.В. Биостимулятор на основе низкомолекулярного хитозана из панциря раков для предпосевной обработки семян арбуза // Т.В. Боева, М.Д. Мукатова, Н.А. Киричко // Вестник АГТУ. Серия «Рыбное хозяйство». – 2011. – № 2. – С. 133–136.
25. Сергеева, И.Ю. Совершенствование коллоидной стабилизации напитков / И.Ю. Сергеева, В.А. Помозова, Е.А. Вечтомова // Международная научно-практическая конференция «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки» / Fundamental science and technology – promising developments: материалы конференции, Москва, 22–23 мая 2013 г.– М., 2013. – Т. 1. – С. 210–212.
26. Пат. 2143826 Россия, МПК А23L2/02. Способ осветления плодово-ягодного сока / Сафронова Т.М. (RU), Максимова С.Н. (RU), Бобылева А.Е. (RU); заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (RU). – № 98117099/13. – Заявл. 15.09.1998; опубл. 10.01.2000.
27. Ломач, Ю.Л. Применение хитозана как стабилизатора пива при коллоидных помутнениях / Ю.Л. Ломач, Г.Г. Няников, Т.Э. Маметнабиев // Пиво и напитки. – 2007. – № 3.
28. Применение природных стабилизаторов в технологии ликероводочных изделий / И.Ю. Сергеева, В.А. Помозова, Е.А. Вечтомова, К.В. Кузьмин // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2011. – № 3.
29. Стабилизация напитков с использованием хитозана / И.Ю. Сергеева, В.А. Помозова, А.Л. Сыроватко и др. // Пиво и напитки. – 2009. – № 5. – С. 29–34.
30. Климова, Е.В. Применение нового коагулянта при осветлении плодовых соков / Е.В. Климова, Ю.А. Жиманова, Ю.С. Пряжников // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы 4-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Бийск, 27–29 апреля 2011 года. – Бийск, 2011. – С. 354–357.
31. Покровская, Н.В. Биологическая и коллоидная стойкость пива / Н.В. Покровская, Я.Д. Каданер. – М.: Пищевая промышленность, 1987. – 273 с.
32. ГОСТ 29059-91. Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 5 с.
33. Исследование процесса экстрагирования дикорастущих ягод Сибири с использованием биокаталитических методов / Е.А. Овсянникова, Т.Ф. Киселева, А.Н. Потапов, А.В. Дюжев // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 4 (27). – С. 110–114.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

**I.Yu. Sergeyeva**

## **USE OF CHITOSAN TO STABILIZE COLLOIDAL SYSTEM OF BEVERAGES**

---

The article briefly characterizes the properties of chitosan and its chemical formulae. The analysis of the literature on the chitosan properties modification as well as the use of chitosan in home and foreign food industry is given. The results of experimental studies on the ability of chitosan to regulate component composition of plant-based beverages for providing predictable product stability are presented. The effect of chitosan on the removal of polyphenolic, pectin and protein substances from fruit and grain based semi-prepared beverages are shown. The data for the study of precipitation obtained by natural sedimentation of beverage suspensions, as well as by processing berry juices with a stabilizer are presented.

Plant-based beverages, juices, fruit beverages, beer, kvass, components of colloidal turbidity, chitosan, stabilization of beverages.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 13.12.2013



**Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина**

## **ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕСОЛОЖЕННЫХ ЗЕРНОПРОДУКТОВ**

Приведен анализ теоретических и экспериментальных исследований отечественных и зарубежных ученых в области подготовки биополимеров несоложеного зерна к гидролитическим процессам тепловыми методами. Систематизированы и обобщены результаты научных экспериментов, дающие представления о происходящих при такой обработке физических, биохимических и структурных изменениях в несоложеном зерне. На основе анализа информационных источников определена тенденция развития тепловых способов, влияющих на технологический потенциал несоложеного сырья и, следовательно, формирование качества пива.

Пивное сусло, несоложеное зерно, предварительная подготовка, формирование качества пива.

### **Введение**

При производстве пива наиболее важной задачей процесса затирания является перевод из смеси солода и несоложенных зернопродуктов в водный раствор максимального количества ценных растворимых и нерастворимых частей зернопродуктов, обеспечивающих необходимый уровень экстракта пивного сусла и готового напитка. Достижение указанной цели обусловлено различными факторами, и в первую очередь деятельностью ферментов, накапливающихся в солоде в процессе солодоращения.

Биополимеры (крахмал и белок) несоложенных зернопродуктов, применяемых взамен части солода, в сравнении с биополимерами солода менее подготовлены для ферментативного воздействия, поскольку не подвергались предварительному процессу растворения, изменяющему структуру зерна, как это происходит с зерном при солодоращении.

К основным различиям между солодом и несоложенным зерном относятся наличие клеточных стенок в крахмальных гранулах. Теоретически высококачественный солод содержит достаточное количество цитолитических, протеолитических и амилолитических ферментов для эффективного гидролиза нерастворимых компонентов, содержащихся как в самом солоде, так и в несоложенных зернопродуктах. Однако на практике для продуктивного ведения процесса затирания зернопродуктов, особенно при замене значительного количества солода несоложенным зерном (более 20 %), на протяжении многих лет используются раздельное затирание несоложеного сырья и солодовой части затора, а также применение ферментных препаратов для обеспечения нормального течения процесса затирания.

Очевидно, что биохимическое воздействие ферментов солода на биополимеры несоложенных зернопродуктов, в первую очередь на крахмальные зерна, окажется более эффективным при условии их предварительной клейстеризации. Следовательно, для эффективного использования несоложенных зернопродуктов при приготовлении пивного сусла и получения продукции высокого качества необходима перед затиранием предварительная подготовка биополимеров зерна к биотрансформации.

**Целью** настоящего исследования является анализ, систематизация и обобщение информационных данных отечественных и зарубежных исследователей о способах тепловой обработки, формирующих технологический потенциал несоложеного сырья и товароведные характеристики пива.

### **Объект и методы исследования**

Объектом исследования являлись научные данные отечественных и зарубежных источников информации.

В качестве методов исследования использовали методы анализа, синтеза, систематизации и обобщения.

### **Результаты и их обсуждение**

Жесткая конкуренция на рынке пива диктует необходимость оптимизации технологических параметров и приемов на каждом этапе технологии. Одним из основных технологических этапов производства пива является процесс затирания зернового сырья. Замена части солода несоложенным зерном предполагает применение гидролитических ферментных препаратов микробного происхождения на стадии производства пивного сусла либо предварительную подготовку несоложеного сырья.

К наиболее эффективным и часто применяемым технологическим приемам, способствующим подготовке биополимеров несоложеного зерна к технологическому процессу затирания, относится тепловая обработка, которая может осуществляться различными методами, в том числе комбинированными. К примеру, возможно одновременное совместное воздействие температуры и влаги, температуры и давления.

В.А. Афанасьевым предложена классификация тепловых методов обработки зерна, включающая три группы температурной обработки: термическую, гидротермическую и термомеханическую [1]. Данная классификация в полной мере применима и к тепловым методам подготовки несоложеного сырья, применяемым в пивоварении.

К термическим методам воздействия на зерно относят нагрев зерновой массы сухим нагретым



воздухом (конвективный нагрев) либо нагрев от нагретой поверхности (кондуктивный нагрев), а также нагрев токами высокой частоты и микронизация (ИК-обработка).

Эффективность термических методов тепловой обработки несоложенных зерновых продуктов при приготовлении пивного суслу отмечена исследователями более 40 лет назад.

С целью повышения качества готового пива Д.Г. Главинским запатентован способ производства пивного суслу, полученного с применением термически обработанного несоложенного зерна ячменя. Автор предложил осуществлять высокотемпературную термическую обработку несоложенного ячменя, увлажненного до 15 % [2]. При температуре 230–250 °С происходит разрушение дубильных веществ, играющих значительную роль в образовании коллоидного помутнения пива, а также разрыхляется структура зерна, что способствует повышению степени атакуемости зерен крахмала ферментами солода.

Следует отметить, что жесткие режимы тепловой обработки приводят к образованию меланоидиновых соединений, интенсивность образования которых можно снизить, корректируя режимы термической обработки несоложенного сырья. Например, по мнению Н.В. Голиковой с соавторами, значительному улучшению качества пива способствует термическая обработка сырья, проводимая в несколько этапов. На первом этапе увлажненное ячменное зерно предлагается подвергнуть термической обработке при 230–250 °С, а затем быстро (в течение 5–10 с) охладить увлажненным до 75–85 % воздухом с температурой от –5 до –10 °С [3]. Результатом первого этапа воздействия контрастными температурами является резкое прерывание реакции меланоидинообразования. Одновременно с этим снижается степень сцепления оболочки зерна и эндосперма.

На втором этапе с целью исключения проникновения влаги, находящейся на поверхности зерна после первого этапа обработки, в эндосперм зерна осуществляют продувку зерновой массы сухим холодным воздухом с температурой от –5 до –10 °С с пониженной относительной влажностью (20–25 %) в течение короткого периода 5–10 с. Предлагаемое технологическое решение позволяет сохранить оболочку зерна увлажненной, что способствует ее целостности при дроблении, и следовательно, создает возможности образования рыхлого, хорошо дренирующего слоя дробины при фильтрации пивного суслу и высокой скорости фильтрации затора.

Установлено, что термическое воздействие на несоложеное зерно в течение короткого периода (0,5–1,5 мин) способствует эффективному улучшению его технологических параметров за счет разрыхления эндосперма зерна. В результате разрыхления эндосперма происходит увеличение насыпного объема зернопродуктов в 1,25–2 раза [4]. Исследователи подчеркивают возможность применения термообработанного несоложенного зерна с измененными структурными свойствами в качестве замены 15–40 % солода при производстве пивного суслу. Предлагаемый способ обработки зерна приводит к облегчению выхода экстрактивных веществ, что предпо-

лагает увеличение редуцирующих сахаров. В результате ображивания дрожжами повышенного количества редуцирующих сахаров образуется большее количество этилового спирта, что меняет товарные характеристики пива.

Научный и практический интерес для пивоварения представляет собой и другое направление термического воздействия на зерно – применение инфракрасного излучения.

Инфракрасное излучение применяется в отраслях пищевой промышленности для интенсификации химических и биохимических процессов, протекающих при выпечке, сушке, обжаривании, бланшировании, варке, пастеризации.

В основе этого способа обработки лежит способность инфракрасных излучений с длиной волны 0,8–6 мкм проникать в зерно и вызывать интенсивную вибрацию молекул. Известен способ, в котором термообработку зерна со стандартной влажностью осуществляют, воздействуя на него потоками инфракрасного излучения с длиной волны 0,8–3,2 мкм до достижения температуры зерна 150–200 °С. В результате обработки зерно становится мягким, увеличивается в объеме и растрескивается [5].

Механизм указанного процесса обусловлен диффузией влаги с поверхности обрабатываемого зерна в середину зерновки, созданием высокого давления пара внутри зерновки при достижении температуры 150–200 °С, которое и приводит к «взрыву». Об изменении биохимических показателей микронизированного зерна свидетельствует значительное повышение содержания декстринов и глюкозы, являющихся продуктами деструкции крахмала зерна. Кроме этого, воздействие инфракрасного излучения приводит к улучшению физических свойств зерна. Ячмень увеличивается в объеме, в 2–3 раза уменьшается его плотность и в 3–4 раза увеличивается гигроскопичность. Изменение структуры зерна позволяет использовать его в технологии получения продуктов брожения без использования процесса разваривания. В результате эффективного воздействия ферментов солода на «взорванное» зерно повышается выход экстракта.

Результаты исследований обработки зерна инфракрасным излучением с измененными параметрами приведены в работах других авторов [6, 7]. С целью повышения качества готового напитка предложено дробленый ячменный солод и несоложеное сырье обрабатывать электромагнитным излучением в области спектра 0,6–1,5 мкм. По данному способу зернопродукты подвергаются обработке в течение 10–15 с при плотности потока 10–15 кВт/см<sup>2</sup>. Применение предложенного способа приготовления пивного суслу обуславливает увеличение содержания в пивном сусле редуцирующих сахаров на 4,8–20,2 %, α-аминного азота на 0,36–7,2 % и массовую долю сухих веществ на 5,8–12,2 %, что в конечном счете способствует интенсификации процесса брожения. Термическая обработка зерна с помощью инфракрасного излучения, по мнению этих авторов, позволяет получать пиво с высокими качественными показателями при замене части солода от 15 до 40 % на несоложеное сырье.

Обработка растительного сырья инфракрасными лучами оказывает влияние и на ряд других его свойств. Так, в своей работе Л.Н. Третьяк показала возможность практически полного уничтожения контаминантов зерна при кратковременном инфракрасном облучении увлажненного зерна в сочетании с воздействием ультрафиолетовых волн длиной волны 240–370 нм. Кроме этого эффекта, автором обнаружено значительное увеличение ферментативной атакующести крахмала обработанного зерна и существенное увеличение количества сбраживаемых сахаров. Результаты исследований автора свидетельствуют о том, что количество декстринов после микронизации увеличивается более чем в 70 раз, а количество редуцирующих сахаров – в 2 раза, при этом степень клейстеризации крахмала увеличилась в 25 раз, а его ферментная атакующесть – более чем в 3 раза [8].

В.Т. Христюк с соавторами предложил приготавливать затор с применением обработки солода и ячменя электромагнитным полем низкочастотного диапазона 3–30 Гц в течение 35–45 минут [9]. Предварительная обработка зернопродуктов указанным способом обеспечивает увеличение выхода экстрактивных веществ и повышение качества готового продукта. Установлено, что изменение скорости биохимических превращений зависит от частоты, напряженности и продолжительности воздействия электромагнитного поля.

Следует отметить, что эффективная обработка инфракрасным излучением возможна лишь в достаточно тонком слое зерна.

Методы гидротермической обработки связаны с воздействием на зерно тепла, воды или пара.

С целью повышения выхода экстракта зернопродуктов, улучшения качественных показателей пивного сула применяют термическую обработку несоложеного зерна при 120–400 °С. Далее на зерно воздействуют постепенно повышающимся давлением от 0,1 до 100 МПа в течение 10–200 с, что способствует подготовке биополимеров применяемого несоложеного ячменя к ферментативному гидролизу в процессе затирания совместно с солодом [10]. Параметры термической обработки обусловлены видом и характеристикой несоложеного зерна. Указанная обработка способствует деструкции межклеточных и клеточных оболочек крахмальных гранул с одновременным снижением влажности зерна от 15 до 8 %.

В научной литературе приводятся сведения об улучшении технологических свойств ячменя путем разваривания несоложенных материалов под давлением [11, 12, 13].

А.А. Букиным экспериментально исследовано влияние предварительной подготовки амарантового шрота на степень гидролиза крахмала амаранта и на углеводный состав сула. При этом автором установлено, что, изменяя параметры влаготепловой обработки, можно влиять на количественный и качественный состав затора [11]. По мнению других исследователей, регулированием параметров разваривания под давлением можно оказывать влияние не только на выход экстракта и качественный состав

продуктов гидролиза крахмала зерновых несоложенных материалов, но и регулировать вязкость заторов и продолжительность их фильтрации [12]. Автор данной работы отмечает, что термическая обработка несоложеного ячменя под давлением приводит к увеличению содержания общего растворимого азота в сусле, но эти изменения не столь значительны, как рост количества продуктов гидролиза крахмала. Предварительная термическая обработка несоложеного ячменя при повышенных температурах (под давлением) при подготовке его к процессам гидролиза при затирании позволяет использовать несоложенный ячмень в количестве до 40 % к массе зернопродуктов.

Аналогичные выводы делает и М.Б. Хоконова, исследуя возможность температурной обработки несоложеного ячменя и несоложенной гречихи, используемой взамен части ячменного солода при производстве пивного сула и пива [13].

О необходимости разрыхления структуры несоложеного ячменя с целью улучшения технологического потенциала зерна в процессе воздействия гидротермической обработки свидетельствуют и другие авторы [14].

Убедительное подтверждение эффективности предварительной подготовки несоложеного зерна к гидролитическим процессам при затирании путем высокотемпературной обработки зернопродуктов под давлением можно найти в работах Г.И. Фертмана и Г.И. Косминского [15–18]. В результате термообработки ячменя при 120–140 °С и давлении от 0,1 до 0,5 МПа меняются его структурно-механические и технологические свойства. Авторы предлагают применять обработанный таким образом ячмень в качестве замены пивоваренного солода в количестве до 40 % к массе зернопродуктов. Следует особо подчеркнуть, что улучшить качественные показатели несоложеного зерна исследователям удается без использования дополнительных источников гидролитических ферментов, применяя физические способы воздействия на зерно – повышенные температуры и давление.

Расширенные эксперименты позволили Г.И. Косминскому установить положительное влияние основных технологических факторов предварительной термической обработки несоложеного ячменя (температуры обработки, ее продолжительности, pH среды несоложенной части затора) при подготовке его к процессам гидролиза при затирании на процессы осахаривания, фильтрации заторов, выход экстракта, углеводный и фракционный азотистый состав пивного сула. Теоретически обоснованы оптимальные условия такой обработки: подкисление несоложеного затора перед термической обработкой молочной кислотой до pH 5,4, термическая обработка его при температурах 133–138 °С, продолжительность обработки 30–45 мин [19].

Логическим продолжением этих экспериментальных и теоретических данных является обработка несоложеного ячменя в барогидротермическом режиме. Барогидротермическую обработку предлагается осуществлять при температуре не более 200 °С под давлением пара не ниже 0,5 МПа в течение не более

60 с. Способ обработки зерна, позволяющий улучшить технологические свойства несоложенного ячменя (повышение экстрактивности, активности  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы), запатентован в России [20].

Анализ современных способов повышения функционально-технологических свойств зерновых культур с помощью термического воздействия в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности свидетельствует о значительном повышении интереса исследователей в последние годы к процессу термопластической экструзии [21–33].

Обусловлен этот интерес, вероятно, возможностью эффективной подготовки сырья растительного и животного происхождения с целью, во-первых, повышения безопасности технологических процессов создания продуктов питания, во-вторых, улучшением функционально-технологических свойств как пищевого сырья для производства продуктов питания, так и самих продуктов питания.

Возможности экструзионной обработки пищевого сырья, полуфабрикатов и готовой продукции широко используются в пищевой промышленности. Используя экструзионную обработку, производят сухие завтраки [22, 27, 28], мясные кулинарные изделия и мясопродукты [34, 35], хлебобулочные и мучные кондитерские изделия [25, 36, 37, 38].

Между тем, исследования термопластической экструзии зернового сырья в отечественном пивоварении не получили должного развития, а имеющиеся результаты, приведенные в научной литературе, носят фрагментарный характер.

Например, Е.М. Моргуновой с соавторами предложена технология новых сортов пива специального назначения с применением взамен части солода нетрадиционного сырья: экструдированной ячменной муки в количестве 20 и 5 % картофельной муки. В основе данного технологического решения лежит способ длительного затиранья, в результате которого образуется большое количество продуктов распада крахмала, что позволяет дрожжам интенсивно сбраживать экстракт сусле. В итоге решается главная задача – более полное сбраживание низкомолекулярных веществ при получении пивных напитков [39].

Имеются сведения о получении пивного сусле с применением экструдированных гречишных хлопьев в пивоварении без указания параметров экструзионной обработки [40].

В то же время результаты эффективного применения несоложенного зерна ячменя, сорго, пшеницы и кукурузы, обработанного термопластической экструзией, в производстве пива при замене части солода приводятся в многочисленных зарубежных публикациях [41–46].

В этих работах доказано, что использование экструдированного зерна при затираньи позволяет получить более высокие выходы экстрактивных веществ, чем при использовании необработанных зернопродуктов. При этом делается вывод о том, что качество пива (вкус, аромат, стабильность) в связи с применением экструдированного несоложенного сырья не ухудшается [42, 43].

Практически все зарубежные исследователи отмечают, что процесс экструзии способен привести к деградации белковых и углеводных полимеров зерна. При этом в отдельных работах высказывается опасение о возможных сложностях при фильтровании в связи с повышенной вязкостью заторов. Тем не менее, некоторые недостатки, связанные с применением экструдатов несоложенного сырья, по мнению большинства авторов, достаточно легко устранимы.

По мнению ряда ученых, экструзионная обработка, при которой создаются условия сухой клейстеризации, приводит к более глубоким изменениям в зерновом крахмале, чем влажная клейстеризация. Считается доказанным, что многопараметрический экструзионный процесс воздействия на крахмалсодержащее сырье способствует деструкции зерен крахмала, характеризующегося разрывом как валентных, так и водородных связей, в результате чего образуются полимеры с меньшим размером частиц [47, 48].

Есть предположение, что достаточно существенные изменения крахмальных зерен происходят в момент выхода экструдированного сырья из фильеры экструдера. При этом показано, что в процессе экструзионной обработки зерна в момент декомпрессии снижается общее содержание крахмала в связи с расщеплением в этот момент амилозы и амилопектина и повышается количество олигосахаридов и декстринов [49].

О постоянно растущем интересе к экструзионному способу переработки сельскохозяйственного сырья и применении его в технологиях пищевых продуктов свидетельствуют многочисленные публикации [26, 27, 50, 51]. Продукты экструзионной обработки применяют в производстве спирта. Проводятся исследования по разработке экструзионно-гидролитической технологии с максимальной интеграцией термомеханического и биохимического процессов переработки зернового сырья на спирт в единой реакторной системе – экструдере-гидролизаторе [52, 53, 54].

Как следует из информации в научной литературе, в ходе экструзионной обработки разрушается кристаллическая структура зерен крахмала и образуется структура аморфного вещества.

Термическая и механическая обработка крахмала не только разрушает структуру его зерна, но и приводит к деструкции больших молекул полисахаридов крахмала, что существенно изменяет реологические свойства крахмальных клейстеров [55].

Приведенные в научной литературе результаты изменений крахмала в процессе экструзионной обработки обуславливают предпосылки использования зерновых экструдатов в пивоварении с целью подготовки зерна перед затираньем и приготовлением пивного сусле. Следует ожидать, что в условиях пивоварения клейстеризованный крахмал будет более доступен ферментативным системам солода.

Вторым основным компонентом несоложенного зернового сырья, применяемого в пивоварении, является белок. Под действием различных факторов (давления, теплоты и влаги) белки претерпевают

изменения. Происходит нарушение упорядоченности внутреннего строения молекулы, количественно определяемое изменением физико-химических свойств белков: растворимости, способности к гидратации, вязкости растворов, устойчивости к действию ферментов, биологической активности и др. Это явление обусловлено наличием в молекулах белка большого числа непрочных связей [56].

Предполагается, что глобулярные белки в нативном состоянии устойчивы к действию ферментов. В результате экструзионной обработки глобулярная структура белковой молекулы преобразуется в фибриллярную с разворачиванием пептидных цепей и освобождением функциональных групп, доступных ферментам [32].

Установлено, что экструзионная обработка белков растительного происхождения повышает их пищевую ценность и улучшает сохраняемость, так как происходит частичная инактивация ферментов, ухудшающих вкус и понижающих качество продукта при хранении. При этом в целом химический состав белка не меняется.

В работах, выполненных авторами статьи, представлены данные по изменениям, происходящим в углеводном и белковом комплексах экструдированного ячменя [57–60], а также доказана возможность регулирования функционально-технологических и структурных свойств экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья за счет изменения технологических факторов экструзионного процесса и технических параметров экструдера [61, 62]. По результатам исследований предложен и запатентован способ

производства экструдатов [63], а на его основе разработана технология производства пива, также имеющая признаки новизны, подтвержденные патентом на изобретение «Способ производства пива» [64].

Кроме основных компонентов (крахмала, белка), в зерновом сырье содержатся в небольшом количестве жиры, клетчатка, минеральные вещества, моно- и дисахариды. Превращения этих элементов в процессе экструдирования не являются определяющими в изменениях физико-механических свойств основных компонентов.

### Выводы

Установленные российскими и зарубежными исследователями достоверные факты о существенных изменениях в структуре зерна крахмала и деструкции молекул полисахаридов под действием экструзионной обработки в крахмалсодержащем зерновом сырье являются научной концепцией возможности применения экструдированного ячменя в пивоварении. Эти изменения обуславливают повышение ферментативной атакующести сырья в процессе приготовления пивного суслу и способствуют в дальнейшем получению пива с высокими показателями качества.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что для решения проблемы расширения ассортимента продукции пивоваренной индустрии экструзионная обработка зернопродуктов является действенным средством, а исследования в этой области – актуальным направлением.

### Список литературы

1. Афанасьев, В.А. Научно-практические основы тепловой обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Афанасьев Валерий Андреевич. – М., 2003. – 48 с.
2. А. с., 250852 Российская Федерация, С12С7/04. Способ производства пивного суслу / Д.Г. Главинский. – № 1222770/28-13; заявл. 04.03.1968; опубл. 25.06.1974, Бюл. № 25.
3. А. с. 777057 Российская Федерация, С12С7/04. Способ производства пивного суслу / Н.В. Голикова, П.М. Яшнова, Т.И. Киреева, Д.Г. Главинский, С.А. Левакова, О.А. Швыркова, Ю.Д. Гаврилова, Ю.В. Нефедова. – № 2716564; заявл. 23.01.1979; опубл. 07.11.1980.
4. Пат. 2077560 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> С 12 С 7/00. Способ производства пивного суслу / Голикова Н.В., Шувалова Е.Г., Цукров С.Л., Старовойтенко Е.И. – № 94043598/13; заявл. 13.12.1994; опубл. 20.04.1997.
5. Пат. 2048512 Российская Федерация, МПК<sup>6</sup> С 12 С 1/00. Способ подготовки зерна к осахариванию / Тюрев Е.П., Цыгулев О.В., Зверев С.В., Мовчиков А.Е. – № 5054266/13; заявл. 14.07.1992; опубл. 20.11.1995.
6. Пат. 2146699 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> С12С7/047. Способ приготовления пивного суслу / Ильясев С.Г., Мельников П.И. – № 98118703/13; заявл. 14.10.1998; опубл. 20.03.2000.
7. Мельников, П.И. Электромагнитное облучение солода в процессе получения пивного суслу: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Мельников Павел Иванович. – М., 2000. – 22 с.
8. Третьяк, Л.Н. Технология производства пива с заданными вкусоароматическими свойствами и пониженными токсикологическими характеристиками / Л.Н. Третьяк // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 191–201.
9. Пат. 2351643 Российская Федерация, МПК С 12 С 7/01, С 12 С 7/04. Способ приготовления затора / Христюк В.Т., Сергиенко М.А., Узун Л.Н., Гачковская К.В. – № 2007142847/13; заявл. 19.11.2007; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 10.
10. А. с. 932824. Способ приготовления пивного суслу / Б.А. Устинников, Р.А. Восканян, В.Л. Яровенко, П.М. Яшнова, Н.В. Голикова, Н.Е. Беньев. – № 2812008/28-13; заявл. 09.08.1979; опубл. 07.06.83., Бюл. № 21.
11. Букин, А.А. Применение амарантового шрота и других видов нетрадиционного сырья в биотехнологических процессах получения пива: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Букин Андрей Александрович. – СПб., 2001. – 23 с.
12. Косминский, Г.И. Научно-практические основы совершенствования технологии солода, пива и напитков брожения с использованием нетрадиционного сырья и новых культур микроорганизмов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.07 / Косминский Геннадий Иванович. – Могилев, 2001. – 400 с.
13. Хоконова, М.Б. Оптимизация технологии пивоваренного производства и выращивания ячменя в предгорьях Северного Кавказа: автореф. дис. ... д-ра сельскохозяйств. наук: 05.18.01, 06.01.01/Хоконова Мадина Борисовна. – Махачкала, 2012. – 40 с.
14. Пат. 559657 Российская Федерация, С 12 С 1/02. Способ подготовки ячменного несоложенного зерна для получения пивного суслу / Броль А., Шмидль Ю., Аппельт Д., Шидек Д., Гальштер В. – № 1800805/13; заявл. 22.06.72; опубл. 25.05.77, Бюл. № 19.



15. Фергман, Г.И. Влияние термической обработки несоложенного ячменя на фильтрацию и выход экстракта при затирании / Г.И. Фергман, Г.И. Косминский // ЦНИИТЭИпищепром (пивоваренная и безалкогольная промышленность). – 1969. – Вып. 5. – С. 3.
16. Фергман, Г.И. Состав суслу и пива при термической обработке несоложенного ячменя / Г.И. Фергман, Г.И. Косминский // Ферментная и спиртовая промышленность. – 1969. – № 4. – С. 15.
17. Фергман, Г.И. Исследование процесса осахаривания заторов с обработкой несоложенного ячменя развариванием под давлением / Г.И. Фергман, Г.И. Косминский // Ферментная и спиртовая промышленность. – 1968. – № 7. – С. 13–16.
18. Фергман, Г.И. Исследование термического способа обработки несоложенного ячменя в пивоварении / Г.И. Фергман, Г.И. Косминский // ЦНИИТЭИпищепром (пивоваренная и безалкогольная промышленность). – 1968. – Вып. 8. – С. 23.
19. Косминский, Г.И. Эффективность способа термической обработки несоложенного ячменя при затирании / Г.И. Косминский // ЦНИИТЭИпищепром. – 1971. – С. 17.
20. Пат. 2270852 Российская Федерация, МПК С 12 С1 2/00. С12С1/00. Способ производства пива / Космынин Е.Г., Даниловцева А.Б., Лунков С.В., Царева И.В. – № 2004134235/13; заявл. 24.11.2004; опубл. 27.02.2006.
21. Бахитов, Т.А. Технология переработки некондиционного зерна ржи на пищевые и кормовые цели: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Бахитов Тарген Амандыкович. – М., 2011. – 24 с.
22. Жушман, А.И. Актуальные вопросы развития производства экструдированных продуктов питания / А.И. Жушман, В.Г. Карпов, Н.Д. Лукин // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 1997. – Вып. 2. – С. 14.
23. Розробка продуктів екструзійної технології і використанням пророщеного зерна / В. М. Ковбаса, В.А. Терлецька, І.К. Єгорова и др. – Киев: УкрІНТЕІ, 1996. – 20 с.
24. Литвяк, В.В. Развитие теории и практики модификации крахмалосодержащего сырья для создания новых продуктов: автореф. дис. ... д-ра техн наук: 05.18.05 / Литвяк Владимир Владимирович. – Краснодар, 2013. – 48 с.
25. Малкина, В.Д. Повышение эффективности хлебопекарного производства на основе модификации свойств сырья: автореф. дис. ... д-ра технических наук: 05.18.01 / Малкина Валентина Даниловна. – М., 1996. – 50 с.
26. Мартиросян, В.В. Научные и практические аспекты применения экструдатов зернового сырья в технологии профилактических пищевых продуктов: автореф. дис. ... д-ра техн наук: 05.18.01 / Мартиросян Владимир Викторович. – М., 2013. – 52 с.
27. Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова и др. – СПб.: Проспект науки, 2007. – 202 с.
28. Экструзионная технология пищевых текстуратов / А.Н. Остриков, М.А. Глухов, А.С. Рудометкин, Е.Г. Окулич-Казарин // Пищевая промышленность. – 2007. – № 9. – С. 18–20.
29. Платова, Е.Ю. Разработка технологии экструзионных продуктов на основе комбинированного крупяного сырья: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.02 / Платова Елена Юрьевна. – М., 1993. – 23 с.
30. Таганова, Н.С. Влияние экструдата ржи на потребительские свойства хлеба: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Таганова Наталья Сергеевна. – М., 2009. – 24 с.
31. Шариков, А.Ю. Разработка экструзионно-гидролитической технологии получения высококонцентрированного зернового суслу в спиртовом производстве: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Шариков Антон Юрьевич. – М., 2012. – 24 с.
32. Baik, Byung-Kee. Extrusion of Regular and Waxy Barley Flours for Production of Expanded Cereals / Byung-Kee Baik, Joseph Powers, Linhda T. Nguyen // Cereal Chemistry. – 2004. – Vol. 81. – № 1. – P. 94.
33. Physical and Sensory Characteristics of Extruded Products Made from Two Oat Lines with Different  $\beta$ -Glucan Concentration / Ni Yao, Jean-Luc Jannink, Sajid Alavi, Pamela J. White // Cereal Chemistry. – 2006. – Vol. 83 № 6. – P. 692.
34. Бочкарева, З.А. Разработка технологий функциональных пищевых продуктов из рубленого мяса с продуктами переработки зерна: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Бочкарева Зенфира Альбертовна. – М., 2006. – 28 с.
35. Крылова, В.Б. Научное обоснование и разработка технологии термопластической экструзии мясного и растительного сырья с целью расширения ассортимента мясопродуктов: автореф. ... д-ра техн. наук: 05.18.04 / Крылова Валентина Борисовна. – М., 2006. – 46 с.
36. Козубаева, Л. Использование экструдата гречихи при производстве хлеба / Л. Козубаева, С. Есин, А. Захарова // Хлебопродукты. – 2011. – № 6. – С. 49.
37. Люнина, Е.М. Разработка технологии экструзионной обработки ржаного солода и его использование в хлебопечении: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Люнина Елена Михайловна. – М., 2006. – 25 с.
38. Baik, Byung-Kee. Extrusion of Regular and Waxy Barley Flours for Production of Expanded Cereals / Byung-Kee Baik, Joseph Powers, Linhda T Nguyen // Cereal Chemistry. – 2004. – Vol. 81. – № 1. – P. 94.
39. Моргунова, Е.М. Технология новых сортов пива диетического назначения / Е.М. Моргунова, Н.И. Титенкова, И.И. Каминская // Пиво и напитки. – 2007. – № 2 – С. 28–30.
40. Петрова, Н.А. Технология безалкогольного пива с использованием гречишного солода на заводах малой производительности: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Петрова Наталья Анатольевна. – СПб., 2010. – 17 с.
41. Fors, S. Lager-type beer made from extruded malt; sensory and chemical analyses / S.M. Fors, H. Nordlöv // J. Inst. Brew. – 1987. – Vol. 93. – P. 496–500.
42. Atkinson, B. Technical opportunities for malting and brewing in the '90's / B. Atkinson // J. Inst. Brew. – 1988. – Vol. 94. – P. 261–272.
43. The use of extruded barley, wheat and maize as adjuncts in mashing / D.E. Briggs, A. Wadeson, R. Statham, J.F. Taylor // J. Inst. Brew. – 1986. – Vol. 92. – P. 468–474.
44. Grujić, O. Application of Unconventional Raw Materials and Procedures in Wort Production / O. Grujić // J. Inst. Brew. – 1999. – Vol. 105. – P. 275–278.
45. Unmalted cereal Products for beer Brewing. Part I. The use of high percentages of extruded or regular corn starch and sorghum / J. A. Delcour, M. E. Mechtilde Hennebert, R. Vancraenenbroeck, E. Moerman // J. Inst. Brew. – 1989. – Vol. 95. – P. 271–276.
46. Grujić, O. Application of Hydrothermally Treated Barley in Beer Production / O. Grujić, S. Gaceusca // J. Inst. Brew. – 1999. – Vol. 105, № 1. – P. 45–48.
47. Абрамов, О.В. Научное обеспечение процесса экструзии модельных сред на основе крахмалосодержащего сырья и разработка высокоэффективного оборудования для его реализации: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12 / Абрамов Олег Васильевич. – Воронеж, 2009. – 48 с.



48. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование / под ред. А.Н. Богатырева, В.П. Юрьева. – М.: Ступень, 1994. – 200 с.
49. Shivendra, S. Nutritional aspects of food extrusion: a review / S. Shivendra, G. Shirani, L. Wakeling // International Journal of Food Science and Technology. – 2007. – № 42. – P. 916–929.
50. Применение белково-липидной добавки из семян тывк в производстве хлеба / О.Л. Вершинина, И.В. Шульвинская, Е.С. Милованова и др. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 1. – С. 37–39.
51. Экструзионная технология пищевых продуктов / Г.О. Магомедов, А.Ф. Брехов, В.Я. Черных, В.П. Юрьев // Пищевая промышленность. – 2003. – № 12. – С. 10–16.
52. Белковый продукт, полученный из зерна пшеницы по одностадийной экструзионно-гидролитической технологии / М.В. Амелякина, Л.В. Римарева, В.И. Степанов и др. // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2013. – № 3. – С. 17–19.
53. Степанов, В.И. Экструзионный метод переработки крахмалсодержащего сырья в биотехнологическом производстве / В.И. Степанов, Л.В. Римарева, В.В. Иванов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. – № 8. – С. 48–49.
54. Altan, A. Effect of extrusion process on antioxidant activity, total phenolics and beta-glucan content of extrudates developed from barley-fruit and vegetable by-products / A. Altan, K. L. McCarthy, M. Maskan // International Journal of Food Science and Technology. – 2009. – Vol. 44, № 6. – P. 1263–1271.
55. Краус, С.В. Совершенствование технологии экструзионной переработки крахмалсодержащего зернового сырья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Краус Сергей Викторович. – М., 2004. – 54 с.
56. Structural properties of protein-stabilized starch-based supercritical fluid extrudates / S.H. Alavi, V.K. Gogoi, M. Khan et al. // Food Research International. – 1999. – № 32. – P. 107–118.
57. Курочкин, А.А. Использование экструдированного ячменя в пивоварении / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.В. Новиков // Пиво и напитки. – 2006. – № 5. – С. 16–17.
58. Белковый комплекс экструдированного ячменя / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, В.В. Новиков, В.П. Чистяков // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 12–13.
59. Курочкин, А.А. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии в пивоварении / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.В. Новиков // Нива Поволжья. – 2007. – № 1. – С. 20–24.
60. Курочкин, А.А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 12.
61. Курочкин, А.А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного сырья / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной академии. – 2012. – № 4. – С. 86–91.
62. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94–99.
63. Пат. 2460315 Российская Федерация, МПК A23L 1/00. Способ производства экструдатов / Шабурова Г.В., Курочкин А.А., Воронина П.К., Авроров Г.В., Ерушов П.А. – № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25. – 6 с.
64. Пат. 2412986 Российская Федерация, МПК C12C 12/00. Способ производства пива / Шабурова Г.В., Тюрина Е.В., Курочкин А.А., Воронина П.К., Терентьев А.Б. – № 2008149378/10; заявл. 15.12.2008; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6. – 3 с.

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,  
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.  
Тел/факс: (8412) 49-54-41,  
e-mail: rector@penzgtu.ru

**G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina**

## **BUILDING OF THE TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF PROCESSING UNMALTED GRAIN PRODUCTS**

Analysis of theoretical and experimental research by domestic and foreign scholars in the field of preparation of biopolymer unmalted grain for hydrolytic processes by thermal methods is given. The results of scientific experiments representing physical, biochemical and structural changes occurring in the unmalted grain under such processing are summarized. The trend of thermal method development affecting technological potential of unmalted raw materials and hence the formation of beer quality is identified on the basis of information source analysis.

Wort, unmalted grain, pre-treatment, the formation of beer quality.

Penza State Technological University,  
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia.  
Phone/fax: +7 (8412) 49-54-41,  
e-mail: rector@penzgtu.ru

Дата поступления: 23.12.2013



**– ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ  
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ –**

УДК 635.24:637.344:66.081.63

**С.П. Бабенышев, С.А. Емельянов, В.Е. Жидков,  
Д.С. Мамай, Ю.А. Владыкина****УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ СМЕСИ СОКА КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА  
И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ НА ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАНАХ**

Относительно невысокая эффективность ультрафильтрационного разделения жидких полидисперсных систем предопределила проведение теоретических и экспериментальных исследований с целью разработки и обоснования методики интенсификации процесса. Представлены результаты экспериментального исследования зависимости проницаемости и селективности полимерных мембран от величины рабочего давления и скорости циркуляции смеси сока клубней топинамбура и молочной сыворотки в рабочем канале баромембранного аппарата.

Топинамбур, молочная сыворотка, смесь, давление, скорость циркуляции, ультрафильтрационный аппарат.

**Введение**

В последние два десятилетия общая динамика уровня здоровья занятого населения РФ характеризуется негативными тенденциями: остро стоит проблема нехватки в продуктах питания и напитках витаминов, а также макро- и микроэлементов, вследствие чего увеличивается общее число неинфекционных заболеваний, в особенности сахарного диабета. В то же время в большинстве развитых стран в лечебно-профилактических целях давно используются обезжиренное молоко, пахта и, особенно, молочная сыворотка, которая обладает выраженным свойством возбуждать секрецию желез желудочно-кишечного тракта.

Однако низкая эффективность традиционных способов её предварительной очистки обуславливает недостаточно широкое применение методов глубокой переработки, в частности на основе баромембранных процессов разделения. Добавление сока клубней топинамбура, содержащего инулин и пектин, в молочную сыворотку позволяет частично осаждать сывороточные белки. Это позволит не только интенсифицировать последующий процесс ультрафильтрации, но и получить ретентат, обогащенный этими полисахаридами, который может быть направлен в производство различных видов молочных напитков [6].

**Целью** исследования являлось определение рациональных значений диапазонов основных факторов (давление  $\Delta P$ , скорость потока  $V$  разделяемой смеси в канале ультрафильтрационного аппарата), оказывающих преобладающее влияние на проницаемость  $Q$  и селективность  $\phi$  полимерных мембран (HyStream 3 и УПИМ-50) в аппаратах рулонного типа при ультрафильтрации смеси сока клубней топинамбура и молочной сыворотки (ТС).

**Объект и методы исследования**

В качестве объекта исследования были использованы образцы молочной сыворотки (ГОСТ Р

53438-2009), полученной в производстве зерненного творога, и сок клубней топинамбура сорта «Находка». Предметом исследования являлся процесс ультрафильтрационного разделения ТС (сухие вещества = 8,4 %; лактоза = 4,8 %; общий белок = 0,6 %, инулин = 1,6 %, пектин = 0,6 %, минеральные вещества = 0,8 %).

Исследования проводились в ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет», в Технологическом институте сервиса (филиал) в г. Ставрополе ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет» и в ОАО МК «Ставропольский». В соответствии с целью исследования были разработаны общая схема и методология проведения теоретической и экспериментальной работы. Априорная информация собрана из открытых для массового пользования фондах библиотек РГБ, СКФУ, СтГАУ, ТИС филиала ДГТУ в г. Ставрополе, а также в интернете. При определении физико-химических параметров ТС, ретентата и пермеата, их органолептических оценок применялись общепринятые и стандартные методы. Для подбора полимерных мембран и проверки их основных эксплуатационных параметров использовалась малогабаритная лабораторная установка плоскорамного типа. Экспериментальное исследование процесса ультрафильтрации ТС проводилось на опытно-промышленной установке рулонного типа с использованием стандартных мембранных элементов ЭРУ100-1016.

Организация экспериментальных исследований на такой установке позволяет исключить процедуру масштабирования, что необходимо при разработке рекомендаций для промышленных установок на основе обработки результатов экспериментальных исследований процесса на лабораторном оборудовании. Это не только повышает достоверность данных, получаемых опытным путем, но и значительно сокращает объем необходимой экспериментальной

работы. Обработка результатов экспериментов проведена с применением стандартных приложений Microsoft Excel, Statistica 10.0.

На основе анализа литературных данных и патентной документации [3–6], результатов собственных предварительных исследований для ультрафильтрации молочной сыворотки могут быть использованы следующие марки мембран: УПМ-П, УПМ-20, (50), (67) и УАМ-150, (500), а также HyStream 1-3 производства «NOVASEP» (Франция).

При выборе мембран, предназначенных для ультрафильтрации ТС, придерживались тех же критериев, которые предложены для баромембранного разделения жидких высокомолекулярных полидисперсных систем [3–5], что и обусловило использование мембран УПМ-50 и HyStream 3.

### Результаты и их обсуждение

При ультрафильтрации жидких высокомолекулярных полидисперсных систем, в частности, молочной сыворотки, основными факторами, влияющими на проницаемость  $Q$  и селективность  $\phi$  полимерных мембран, являются [4, 5]:

- величина рабочего давления в канале аппарата ( $\Delta P$ );
- скорость циркуляции разделяемой системы ( $V$ );
- длительность процесса ( $\tau$ );
- температура объекта разделения ( $t$ );
- массовая доля сухих веществ ( $C$ ).

На выбор основных параметров процесса ультрафильтрации ТС был наложен ряд ограничений. Во-первых, с точки зрения экономической эффективности применения баромембранного оборудования для переработки молочной сыворотки следует принять во внимание её низкую стоимость в сравнении с молоком, что обуславливает необходимость использования наименьшего количества энергии для её переработки, следовательно, и минимально допустимой фильтрующей поверхности, согласованность работы ультрафильтрационной установки в общей технологической схеме производства основной продукции и, соответственно, времени её эксплуатации в течение рабочей смены  $t$ .

Во-вторых, при повышении температуры разделяемых ультрафильтрацией систем их вязкость снижается, что способствует увеличению проницаемости мембран [5]. А для сохранения нативных свойств выделяемой дисперсной фазы в соответствии с данными [3, 4] верхний предел этого параметра ограничивается значением  $t=50-52$  °С. С другой стороны, необходимо принять во внимание тот факт, что при увеличении времени процесса ультрафильтрации возрастает опасность бактериальной обсемененности сыворотки, находящейся в установке. Соответственно нижний предел  $t=8-14$  °С был принят на основе анализа предварительных биохимических исследований продуктов разделения молочной сыворотки. С позиций технологии дальнейшего использования ретентата экспериментальные исследования процесса ультрафильтрации следует проводить при температуре, близкой к нижнему

пределу. Однако проведение процесса при пониженной температуре сопряжено с необходимостью учета влияния вязкости творожной сыворотки на его кинетические закономерности. Надо полагать, что при температуре около  $10$  °С проницаемость и селективность мембран окажутся отличными от заявленных параметров фирмы-изготовителя, проводившей соответствующее тестирование своей продукции при  $t=20-22$  °С.

В-третьих, при ультрафильтрации молочной сыворотки снижение  $Q$  и увеличение  $\phi$  мембран наблюдается при возрастании массовой доли сухих веществ  $C$  в разделяемой системе. В интервале  $C=8-8,5$  % показатель  $\phi$  превышает 98 %, что вряд ли можно считать экономически целесообразным, поскольку это приведет к повышению энергозатрат на поддержание параметра проницаемости  $Q$  на достигнутом уровне. Следовательно, значение  $C=8,5$  % можно принять как критическое. Однако следует отметить, что эта величина массовой доли сухих веществ в ретентате не может рассматриваться как оптимальная, так как содержание сухих веществ в ретентате молочной сыворотки  $C=8-8,5$  % может оказаться не соответствующим предъявляемым требованиям производства конечного продукта ее переработки. Соответственно было принято решение сначала найти наиболее приемлемые диапазоны  $\Delta P$  и  $V$  процесса ультрафильтрации ТС исходя из условия достижения максимальной величины проницаемости мембраны  $Q$  при уровне селективности  $\phi = 96-97$  % и  $C^{\max}=8,5$  %.

Таким образом, при ультрафильтрации ТС на полимерных мембранах (HyStream 3 и УПМ-50) основными факторами, влияющими на их проницаемость  $Q$  и селективность  $\phi$ , являются величина рабочего давления  $\Delta P$  и скорость циркуляции разделяемой системы  $V$  в канале аппарата [1, 3]. В то же время разрушающее воздействие потока разделяемой смеси, движущейся вдоль поверхности мембраны, на слабо закрепленные слои белковых отложений на мембранной поверхности приводит к тому, что скорость циркуляции ТС в канале ультрафильтрационного аппарата  $V$  становится не менее значимой в сравнении с  $\Delta P$  [1]. Это дает основание полагать, что при ультрафильтрационном разделении ТС эффективность процесса будет определяться оптимальным соотношением обоих параметров –  $\Delta P$  и  $V$ . Поскольку продолжительность процесса ультрафильтрации  $\tau$  ограничена требованиями компоновки баромембранного оборудования в аппаратно-процессовую схему молокоперерабатывающего предприятия, а температура  $t$  сыворотки – технологическими условиями производства продукции, то первым этапом решения задачи оптимизации основных параметров процесса ультрафильтрационного разделения ТС следует считать экспериментальное определение зависимостей вида  $Q=f(\Delta P)$  и  $\phi=f(\Delta P)$  для выбранных типов мембран, результаты которого представлены на рис. 1 и 2.

Из представленных результатов экспериментального определения зависимостей  $Q=f(\ln(\Delta P))$  и  $\phi=f(\ln(\Delta P))$  для выбранных типов мембран следует, что при фиксированных значениях параметров  $t$ ,  $\tau$ ,



$V$  и  $C$  проницаемость  $Q$  обеих мембран увеличивается с возрастанием давления до  $\Delta P = 0,35\text{--}0,4$  МПа. Повышение рабочего давления свыше  $\Delta P = 0,4$  МПа не приводит к значительному росту  $Q$ , при этом  $\phi$  принимает значение менее 96–97 %.

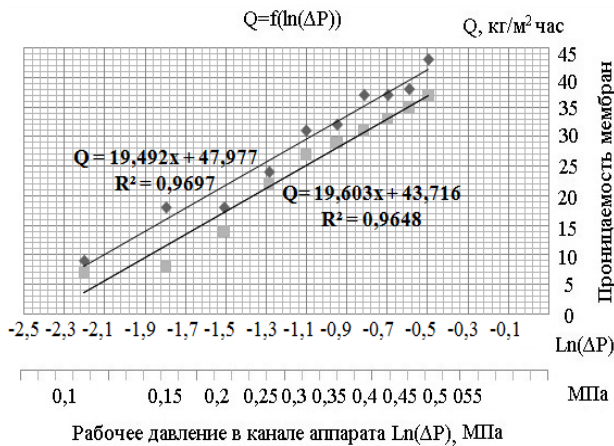


Рис. 1. Зависимость проницаемости  $Q$  мембран (♦ – HyStream 3, ■ – УПМ-50) от  $\Delta P$  при ультрафильтрации ТС ( $t = 8\text{--}14$  °C,  $V = 0,15\text{--}0,25$  м/с, содержания сухих веществ  $C = 8\text{--}8,4$  %,  $\tau = 210\text{--}220$  мин)

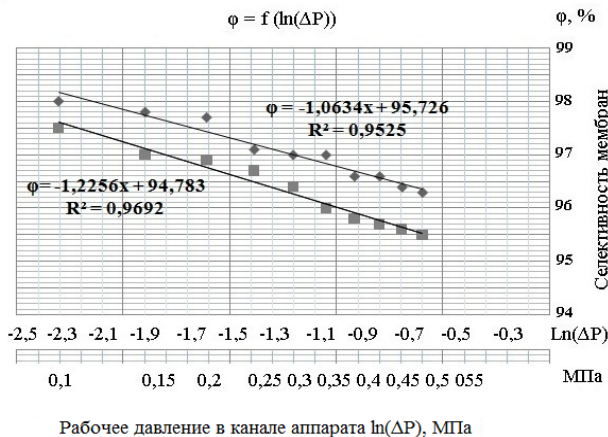


Рис. 2. Зависимость селективности  $\phi$  мембран (♦ – HyStream 3, ■ – УПМ-50) от давления  $\Delta P$  при ультрафильтрации ТС ( $t = 8\text{--}14$  °C,  $V = 0,15\text{--}0,25$  м/с,  $C = 8\text{--}8,4$  %,  $\tau = 210\text{--}220$  мин)

Это объясняется тем, что при этом давлении будет происходить деформация материала мембраны, которая сопровождается изменением эффективного диаметра пор, что становится причиной интенсификации процесса проскока частиц белка в пермеат. Косвенным подтверждением этому служит то, что время мойки мембран, находившихся под воздействием рабочего давления  $\Delta P = 0,44\text{--}0,48$  МПа, уменьшалось на 13–18 % по сравнению с продолжительностью того же процесса для мембран, работавших при  $\Delta P < 0,4$  МПа. Среднее значение проницаемости  $Q$  мембраны HyStream 3 за один полный цикл ультрафильтрации ТС было на 18–20 % выше этого показателя для мембран марки УПМ-50. Это обуславливается тем, что диаметр пор мембран HyStream 3 больше, чем у УПМ-50, примерно в 2,1–2,3

раза. Но так как пористость мембран УПМ-50 выше, то значительного расхождения в проницаемости у них не наблюдается. Кроме того, селективность мембран HyStream 3 и УПМ-50 в начале процесса ультрафильтрации ТС различается на 20–22 %, но уже через 120–130 минут она уменьшается до 9–11 %. К окончанию процесса разница в показателях уровня селективности для обеих марок мембран не превышает 3–5 %. Из этого следует, что мембраны HyStream 3 с более крупными порами в начале эксплуатации подвержены более интенсивной блокировке порового пространства частицами белка по сравнению с мембранами УПМ-50. При этом образование «первичных» слоев отложений происходит не только на мембранной поверхности, но и в наиболее крупных порах, в которые могут попадать помимо отдельных белковых молекул различные механические примеси [2].

Кроме величины рабочего давления и температуры разделяемой системы существенное влияние на проницаемость  $Q$  и селективность  $\phi$  мембран HyStream и УПМ-50 при ультрафильтрации ТС оказывает скорость потока  $V$  в канале баромембранного аппарата. Результаты экспериментальных исследований зависимости параметров  $Q$  и  $\phi$  мембран от параметра  $V$ , представленные на рис. 3 и 4, показывают, что для ультрафильтрации ТС могут использоваться обе марки мембраны, так как наиболее высокое приращение скорости проницаемостей ( $dQ/dV$ ) для них происходит в пределах  $V = 0,25\text{--}0,3$  м/с. Однако различия в численных значениях  $\phi$  для обеих марок мембран дают основание полагать, что выбор одной из них будет определяться технологическими требованиями дальнейшего применения пермеата, регламентирующими содержание в нём частиц белка. С этой точки зрения целесообразным представляется проводить дальнейшие исследования процесса ультрафильтрации ТС с использованием полимерных мембран марки HyStream 3.

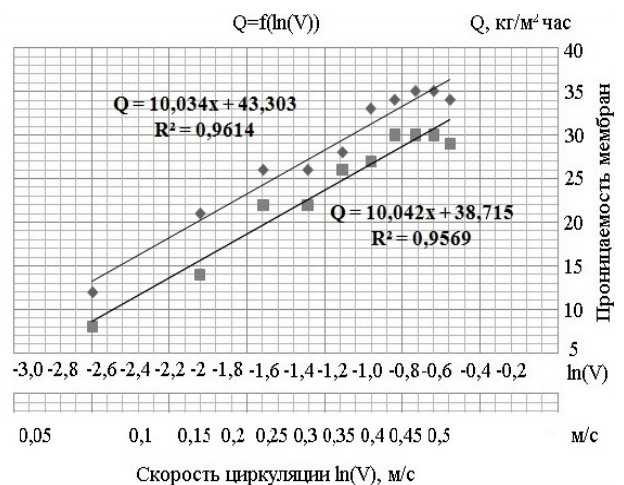


Рис. 3. Зависимость проницаемости  $Q$  мембран (♦ – HyStream 3, ■ – УПМ-50) от скорости циркуляции потока  $V$  в мембранном канале аппарата при ультрафильтрации ТС ( $t = 8\text{--}14$  °C,  $\Delta P = 0,3\text{--}0,35$  МПа,  $C = 8\text{--}8,4$  %,  $\tau = 210\text{--}220$  мин)

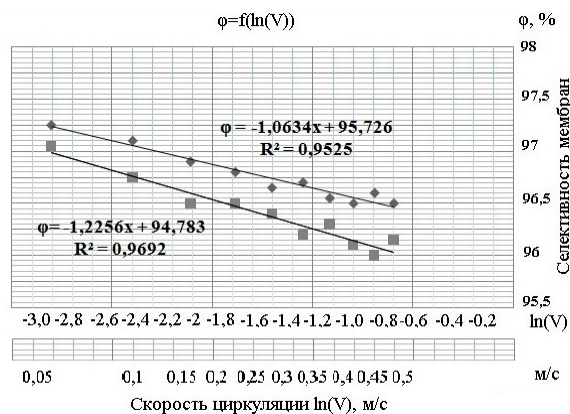


Рис. 4. Зависимость селективности  $\phi$  мембран (♦ – HyStream 3, ■ – UPM-50) от скорости циркуляции потока  $V$  в мембранном канале аппарата при ультрафильтрации СТ ( $\Delta P = 0,3-0,35$  МПа,  $C = 8-8,4$  %,  $T = 8-14$  °С,  $t = 210-220$  мин)

#### Список литературы

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

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»,  
355029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2.  
Тел.: (8652) 23-39-43,  
e-mail: info@ncstu.ru

#### SUMMARY

**S.P. Babenyshev, S.A. Emelyanov, V.E. Zhidkov, D.S. Mamay, J.A. Vladykina**

### ULTRAFILTRATION OF JERUSALEM ARTICHOKE JUICE AND WHEY MIXTURE USING POLYMER MEMBRANE

Relatively low efficiency of ultrafiltration separation of liquid poly-disperse systems predetermined theoretical and experimental researches to develop and ground the process intensification techniques. The results of experimental studies of the dependence of permeability and selectivity of polymeric membranes on the operating pressure and the circulation rate of Jerusalem artichoke tubers juice and whey mixture in the baromembrane apparatus operating channel.

Jerusalem artichoke, whey, mixture, pressure, circulation rate, ultrafiltration apparatus.

North Caucasian Federal University,  
st. Kulakova, 2, Stavropol, 355029, Russia.  
Phone: +7(8652) 23-39-43,  
e-mail: info@ncstu.ru

Дата поступления: 16.01.2014





УДК 664.8.036:634.721

**А.Н. Расщепкин, И.А. Короткий, Е.В. Короткая****ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ  
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯГОД ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ**

Исследовано влияние режимов замораживания и низкотемпературного хранения ягод черной смородины различных сортов на их качественные показатели. Определено влияние низкотемпературной обработки на сохранность сахаров, витамина С, титруемую кислотность, содержание свободной влаги в ягодах черной смородины, а также на объективный показатель вкуса ягод, подвергавшихся низкотемпературной обработке и хранению. Проведенные исследования позволили выявить режимы низкотемпературной обработки и хранения, способствующие наилучшим образом сохранению исследованных качественных показателей ягод черной смородины.

Черная смородина, сахара, титруемая кислотность, объективный показатель вкуса, замораживание, хранение.

**Введение**

Дефицит витаминов и минеральных веществ является в настоящее время наиболее распространенным и одновременно наиболее опасным для здоровья отклонением питания от рациональных, физиологически обоснованных норм [1].

Ягоды, являясь природным концентратом биологически активных веществ, при поступлении в организм человека проявляют физиологически активные свойства и существенно влияют на обмен веществ и его жизнедеятельность. Ягоды черной смородины содержат до 13 % сахаров, 1,5÷3 % кислот, до 1 % пектина, дубильные и красящие вещества, соли калия, натрия, кальция, магния, железа, марганца, фосфора, что и определяет их высокие вкусовые и пищевые достоинства. Смородина черная – одно из самых ценных витаминосодержащих растений российской флоры. Особенно она богата аскорбиновой кислотой – ягоды некоторых сортов накапливают от 1,4 до 4 % этого соединения (дикорастущие формы – до 0,4 %). Помимо витамина С, плоды содержат значительное количество витаминов группы В и Р, а также провитамина А (каротина) – до 0,003 %. Исключительная ценность ягод смородины объясняется тем, что содержащиеся в них в больших количествах витамины С и Р взаимно усиливают лечебные свойства. В ягодах черной смородины содержатся стойкие формы витамина С, который мало разрушается под действием высоких или низких температур [2].

Замораживание является одним из наиболее простых и распространенных методов консервирования влажосодержащих продуктов. Замораживание продукта предусматривает его охлаждение до температуры, значительно более низкой, чем соответствующая температура замерзания. Замороженные пищевые продукты и сырье можно сохранять в течение многих месяцев, то есть значительно дольше, чем при использовании умеренно пониженных температур. Это объясняется не только чисто количественной разницей в низкотемпературном уровне процессов замораживания и холодильного хранения, но и тем, что в замороженных продуктах большая часть влаги находится в твердом состоянии. Поэтому микроорганизмы, питание которых происходит осмотическим

путем – всасыванием жидких питательных сред, лишаются возможности использовать отвердевшие пищевые продукты, содержащие весьма небольшую долю влаги в жидком состоянии.

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.

В замороженных ягодах происходят некоторые химические изменения: инвертируется сахароза, несколько увеличивается кислотность, снижается количество дубильных веществ. Однако эти изменения не приводят к сколько-нибудь заметному ухудшению качества продукта, а скорость этих изменений замедляется по мере понижения температуры, низкотемпературной обработки и хранения.

Замораживание и происходит при этом образование кристаллов льда приводит к разрушению структуры продукта. Интенсивность и характер изменений в продукте при замораживании зависят от условий и параметров процесса, а также от качественных характеристик пищевых продуктов. Чем выше скорость замораживания, тем большее количество центров кристаллизации образуется и тем выше скорость кристаллизации. При этом в результате процесса замораживания образуется более мелкая микрокристаллическая структура [3].

У продуктов, обладающих тканевой структурой, содержание растворенных веществ во влаге межклеточного пространства обычно ниже, чем в клеточной влаге. Поэтому как при быстром, так и при медленном замораживании кристаллики льда начинают образовываться сначала в межклеточном пространстве. Вследствие вымерзания воды концентрация раствора межклеточного пространства возрастает. Если замораживание производится медленно, то благодаря разнице концентраций внутриклеточной и внеклеточной влаги вода клеток частично диффундирует в межклеточное пространство к уже образовавшимся кристаллическим зародышам. Поскольку размеры образовавшихся в межклеточном пространстве кристалли-

ков льда увеличиваются за счет уменьшения клеточного влагосодержания, клетки высыхают. Этому способствует также и то, что во время заморозания объем воды увеличивается примерно на 10 % и образовавшиеся в межклеточном пространстве кристаллики оказывают на клетки механическое давление [4].

На качество замороженных продуктов, кроме того, оказывают большое влияние температура и продолжительность хранения. Таким образом, при разработке технологий низкотемпературного консервирования ягод помимо исследования влияния технологических режимов низкотемпературной обработки необходимо также исследовать и влияние режимов низкотемпературного хранения на качественные показатели этих пищевых продуктов.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования были ягоды черной смородины сортов, наиболее распространенных в Кемеровской области, это: «Память Лисавенко», «Память Шукшина» (Олимпийская), «Пушистая», «Сеянец голубки», «Черный жемчуг», «Краса Алтая».

Замораживание ягод производили следующим образом [5]:

1. В скороморозильном аппарате (СКМ) ягоды выкладывались на сетчатый поддон. Через слой ягод вентилятором прогонялся поток воздуха, скорость которого составляла 4 м/с при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ . Ягода замораживалась до конечной температуры в геометрическом центре  $-12, -18, -24^{\circ}\text{C}$ .

2. При естественной конвекции (ЕК) в низкотемпературной холодильной камере в слое ягоды 4 см при температуре воздуха  $-12, -18, -24^{\circ}\text{C}$ .

Замороженную продукцию упаковывали в полиэтиленовые пакеты по 0,2 кг и хранили в низкотемпературных холодильных камерах при соответствующих температурах. Перед анализом ягода размораживалась в холодильной камере при температуре  $+4^{\circ}\text{C}$ .

Замороженные ягоды черной смородины исследовали по следующим показателям.

Общее содержание сухих веществ и влажности – высушиванием до постоянной массы при температуре  $105^{\circ}\text{C}$ .

Суммарное содержание органических кислот – титриметрическим методом по ГОСТ 6687.4-86 и ГОСТ 5624-63, а также ГОСТ 25555.0-82.

Активную кислотность (рН) определяли потенциометрическим методом на ионметре И-130 согласно ГОСТ 26188-84.

Количественное определение сахаров (редуцирующих и сахарозы) в ягодах – феррицианидным методом и по ГОСТ 8756.13-87.

Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах определяли по ГОСТ 7047-66 методом йодометрического титрования.

Содержание пектиновых веществ в ягодах определяли по ГОСТ 29059-91 титриметрическим методом, а также гравиметрическим методом. Пектиновые вещества экстрагировали последовательно водой при температуре  $+45^{\circ}\text{C}$ , получали водорастворимую фракцию (фракция 1), а также 0,01 н раство-

ром HCl и 0,25M ацетатом натрия, получали протопектин (фракция 2). Затем определяли общее количество пектиновых веществ ( $\Sigma\text{ПВ}$ ).

### Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что из сортов черной смородины, выращиваемых в Кемеровской области, наилучшим образом для замораживания подходят ягоды черной смородины сорта «Память Лисавенко». Ягоды этого сорта отличались наибольшим содержанием и сохранностью в замороженном состоянии пектиновых веществ и сахаров, а также наименьшими потерями связанной влаги [6].

Исследовали влияние режимов замораживания и низкотемпературного хранения на качественные характеристики ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко».

Установлено, что при замораживании и низкотемпературном хранении ягод черной смородины при всех температурных режимах наблюдается некоторое увеличение содержания моносахаров, что можно объяснить гидролизом сахарозы, общее же количество сахаров уменьшается (табл. 1, рис. 1).

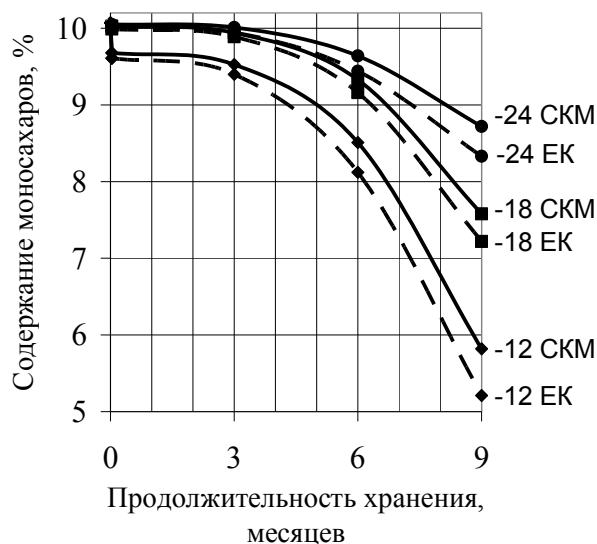


Рис. 1. Изменение содержания сахаров в замороженных ягодах черной смородины сорта «Память Лисавенко» в процессе низкотемпературного хранения

В наибольшей степени на сохранность сахаров оказывает влияние температура хранения замороженных ягод. Потери сахаров при хранении замороженных ягод в течение 9 месяцев при температуре  $-12^{\circ}\text{C}$  составили от 48 до 53 %, в то же время потери сахаров у ягод, хранившихся при температуре  $-24^{\circ}\text{C}$  составили  $20\div 26\%$ , при температуре хранения  $-18^{\circ}\text{C}$  общие потери сахаров составили  $32\div 38\%$  от исходного уровня. Условия замораживания не оказывают значительного влияния на сохранность сахаров. При быстром замораживании сохранность сахаров на  $2\div 4\%$  выше, чем при замораживании в условиях естественной конвекции.

Таблица 1

Изменение содержания сахаров при низкотемпературной обработке ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко»

Состояние ягод		Массовая доля сахаров, % ( $\bar{X} \pm 0,02\%$ )			
		Исходное содержание		После замораживания	
		моносахара	общие	моносахара	общие
Замороженные при $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$	ЕК	10,07	11,67	9,61	10,7
	СКМ	10,07	11,67	9,55	10,98
Замороженные при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	ЕК	10,07	11,67	9,99	11,30
	СКМ	10,07	11,67	10,05	11,44
Замороженные при $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$	ЕК	10,07	11,67	10,02	11,57
	СКМ	10,07	11,67	10,03	11,65

Изменение титруемой кислотности ягод (в пересчете на яблочную кислоту) при замораживании и хранении представлено на рис. 2. Титруемая кислотность в процессе замораживания увеличилась на 1,2÷14,7 %. Через 9 месяцев хранения титруемая кислотность увеличилась на 16,5÷29,4 % в зависимости от условий замораживания и хранения. Активная кислотность (рН) при различных температурах замораживания и хранения менялась незначительно.

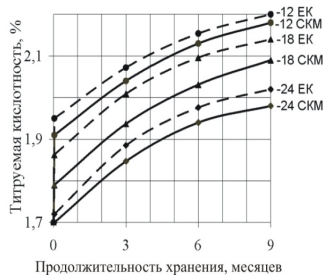


Рис. 2. Изменение титруемой кислотности ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко» в процессе низкотемпературного хранения

Гармоничное сочетание сахаров и кислот в значительной степени определяет вкус ягод. Отношение количества сахаров к титруемой кислотности принято называть объективным показателем вкуса (ОПВ). В процессе хранения снижалось содержание сахаров и увеличивалась кислотность, что приводило к уменьшению ОПВ (рис. 3).

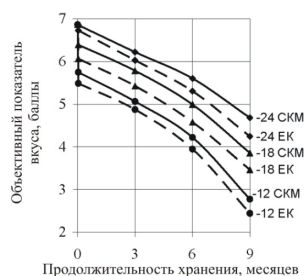


Рис. 3. Изменение объективного показателя вкуса (ОПВ) в процессе хранения замороженных ягод сорта «Память Лисавенко»

Наиболее благоприятное сочетание сахаров и кислотности отмечено у ягод, замороженных в скороморозильном аппарате при температуре  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Через 3 месяца хранения лучший ОПВ наблюдался у ягод, замороженных при температуре  $-24$  и  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  в скороморозильном аппарате и в условиях естественной конвекции – при  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . После 9 месяцев хранения наилучший ОПВ был у ягод, замороженных в скороморозильном аппарате и хранившихся при температуре  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Исходя из этого можно сделать вывод, что ОПВ зависит от условий замораживания: ягоды, замороженные в скороморозильном аппарате, имеют более высокий ОПВ, чем ягоды, замороженные в условиях естественной конвекции при различных температурах.

Во время хранения изменяется витаминный состав ягод. Наибольшим изменениям подвергается витамин С (рис. 4).

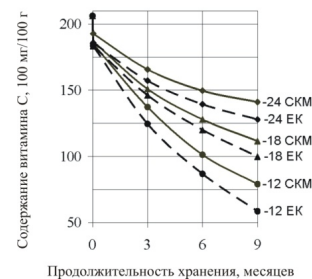


Рис. 4. Изменение содержания витамина С в процессе хранения ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко»

Динамика изменения содержания витамина С в замороженных ягодах черной смородины приведена на рис. 4. Потери витамина С непосредственно при замораживании составили от 6,5 до 11 %. Степень разрушения витамина С зависела от конечной температуры замораживания: чем она ниже, тем лучше он сохраняется. Наиболее полно (до 68 % от первоначального содержания) сохраняется витамин С у ягод, замороженных и хранившихся при температуре  $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Наименьшее содержание витамина С отмечено у ягод, замороженных в условиях естественной конвекции при температуре  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , через 9 месяцев хранения оно составило 28,4 % от исходного состояния.

При замораживании в условиях естественной конвекции наблюдается значительное увеличение свободной влаги до 67 % при температуре замораживания  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при быстром замораживании изменения в содержании свободной влаги незначительны, и они тем меньше, чем ниже температура замораживания. Установлено, что на содержание свободной влаги существенно влияет не только скорость замораживания, но и температура хранения замороженных ягод. Чем она ниже, тем меньше рост содержания свободной влаги. Содержание свободной влаги в свежих и замороженных ягодах черной смородины представлено в табл. 2 и на рис. 5.

Таблица 2

Изменение содержания свободной влаги при низкотемпературной обработке ягод черной смородины

Состояние ягод		Массовая доля свободной влаги, % ( $\bar{X} \pm 0,1$ %)	
		Исходное содержание	Сразу после замораживания
Замороженные при $-12$ °С	ЕК	46,0	49,1
	СКМ	46,0	48,0
Замороженные при $-18$ °С	ЕК	46,0	46,7
	СКМ	46,0	46,2
Замороженные при $-24$ °С	ЕК	46,0	46,5
	СКМ	46,0	46,1

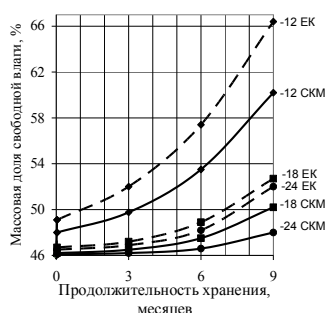


Рис. 5. Изменение содержания свободной влаги в процессе хранения ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко»

Понижение температуры хранения замедляет биохимические процессы, происходящие в замороженных ягодах, соответственно, снижается интенсивность гидролиза сахаров и разрушение витамина С. Таким образом понижение температуры замораживания и хранения ягод черной смородины ведет к повышению ОПВ.

Повышение интенсивности низкотемпературной обработки – использование вынужденной конвекции при замораживании ягод способствует сохранению их лучшей влагоудерживающей способности, так как при этом уменьшается диффузия влаги через клеточные мембраны и сохраняется целостность самих клеточных мембран. Хранение ягод черной смородины при субэвтектических температурах позволяет значительно замедлить явление рекристаллизации и роста кристаллов льда, что также останавливает процессы обезвоживания клеток и сохраняет клеточные мембраны в исходном состоянии.

### Выводы

Таким образом, наилучшему сохранению качественных показателей ягод способствует замораживание их в скороморозильном аппарате до температуры от  $-24$  до  $-18$  °С и хранение герметично упакованной ягоды в температурном режиме от  $-24$  до  $-18$  °С, причем колебания температуры хранения должны быть минимальными.

### Список литературы

1. Спиричев, В.Б. Медико-биологические аспекты обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В.Б. Спиричев // Федеральные и региональные аспекты политики здорового питания: материалы Междунар. симпозиума. – Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2002. – С. 45–66.
2. Губанов, И.А. Энциклопедия природы России. Пищевые растения / И.А. Губанов. – М.: 1996. – 556 с.
3. Алмаши, Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 408 с.
4. Грубы, Я. Производство замороженных продуктов / Я. Грубы. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
5. Короткий, И.А. Процессы замораживания ягод черной смородины / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, Е.А. Ибрагимова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 3. – С. 8–9.
6. Короткая, Е.В. Влияние замораживания на физико-химические показатели ягод черной смородины / Е.В. Короткая, И.А. Короткий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 3. – С. 15–17.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

**A.N. Raschepkin, I.A. Korotkiy, E.V. Korotkaya**

**INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE PROCESSING  
ON BLACKCURRANTS QUALITY FACTORS**

---

The influence of freezing regimes and low-temperature storage of different blackcurrant varieties on their quality factors is investigated. The influence of low-temperature processing on sugar and vitamin C preservation, titratable acidity, free moisture content in blackcurrant berries, as well as the objective taste factor of the berries has been determined. Studies have revealed low-temperature regimes of processing and storage, allowing the best manner of keeping blackcurrant quality factors studied.

---

Blackcurrants, sugar, titratable acidity, objective taste factor, freezing, storage.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 14.11.2013*





**И.А. Смирнова, И.В. Гралевская, Е.О. Афанасьева**

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Представлен метод по установлению оптимальных температурно-временных режимов охлаждения кисломолочных продуктов, предусматривающий введение технологических ограничений, обусловленных необходимостью сохранения качества готовой продукции. Рассмотрен процесс, основанный на анализе математической модели нестационарного теплообмена охлаждения кислотных сгустков при производстве йогуртов термостатным способом.

Кислотный сгусток, йогурт, температура охлаждения, продолжительность охлаждения.

### Введение

На российском рынке молочных продуктов основная часть ассортимента кисломолочных напитков вырабатывается преимущественно резервуарным способом. Зачастую такие продукты имеют жидкую, неоднородную, хлопьевидную консистенцию с отстоем сыворотки, что обуславливается влиянием интенсивного механического воздействия на сформированный кислотный сгусток [1].

Анализ наиболее эффективных методов, применяемых с целью улучшения и коррекции структуры кисломолочных напитков с нарушенным сгустком, в целом выявляет односторонность подходов, поскольку многие из них сводятся к внесению стабилизирующих компонентов [2].

Следует отметить, что наряду с указанной выше тенденцией развития рынка, в последние годы наблюдается положительная динамика спроса на традиционные кисломолочные продукты с ненарушенным сгустком термостатного производства.

Термостатное производство имеет ряд технологических ограничений, связанных главным образом с тем, что стационарные условия термостатных и хладостатных камер, в которых поддерживаются постоянные температурные режимы, резко сокращают возможности регулирования процесса гелеобразования сгустков.

В таком случае крайне затруднительно оперативно и своевременно скорректировать условия сквашивания молока и охлаждения сгустков при отклонении процессов от заданных режимов.

Решение задачи, позволяющей устранить обозначенные издержки производства, представляется возможным путем применения методов контроля технологических процессов (а именно, операции охлаждения), обеспечивающих гибкость в управлении температурно-временными режимами.

В этой связи возникает ряд вопросов, касающихся определения времени окончания процесса сквашивания и, соответственно, времени начала операции охлаждения сформированных кислотных сгустков, а также выбора оптимальных условий охлаждения.

### Объект и методы исследования

Исследования, в ходе которых нами рассматривался процесс охлаждения кислотных сгустков при

производстве йогуртов термостатным способом, основывались на анализе математической модели нестационарного теплообмена.

Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности включает в себя дифференциальное уравнение и условия однозначности [3].

Дифференциальное уравнение теплопроводности при отсутствии внутренних источников теплоты имеет вид:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right). \quad (1)$$

Принимая, что поле избыточной температуры  $\mathcal{G}$  автомодельно по времени, т.е. остается подобным при изменении времени, то начиная с некоторого момента времени избыточная температура отдельных точек тела перестает зависеть от начальных условий и приведенное выше дифференциальное уравнение (1) можно выразить следующим образом [4]:

$$\mathcal{G} = \phi(x, y, z) \cdot e^{-m\tau}, \quad (2)$$

где  $m$  – темп нагрева или охлаждения, 1/мин;  $\tau$  – продолжительность нагрева или охлаждения, мин.

Для среднемассовой температуры тела получаем:

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 \cdot e^{-m\tau}. \quad (3)$$

Зная температуру охлаждающей среды  $t_0$  и изменения среднемассовой температуры тела  $\mathcal{G}$  в диапазоне от  $t_1$  до  $t_2$  в течение времени  $\tau$  и решая вышеприведенное уравнение, можно установить темп охлаждения и, следовательно, время достижения требуемой температуры (температуры прекращения развития молочнокислого брожения, равной  $(12 \pm 2)^\circ\text{C}$ :

$$m = \frac{\ln(t_1 - t_0) - \ln(t_2 - t_0)}{\tau}. \quad (4)$$

В ходе эксперимента исследовали теплофизические свойства кислотных сгустков с различной массовой долей жира и СОМО (сухого обезжиренного молочного остатка) в составе нормализованной сме-

си (образованных при температуре сквашивания  $t_1 = 40$  °С) в процессе их охлаждения при варьировании условий внешней охлаждающей среды  $t_0$ .

План эксперимента с указанием параметров исследуемой системы представлен в табл. 1.

Таблица 1  
Параметры исследуемой системы

Входные параметры	Регулируемые внешние параметры	Выходные параметры
Температура сквашивания продукта, $t_1 = 40$ °С	Температура охлаждающей среды: $t_0 = 10$ °С; $t_0 = 4$ °С; $t_0 = 0$ °С; $t_0 = -10$ °С; $t_0 = -18$ °С.	Температура продукта после охлаждения, $t_2$
Массовая доля жира в продукте		Продолжительность операции охлаждения, $\tau$
Массовая доля СОМО в продукте		

Испытания проводились на базе Магнитогорского молочного комбината, где в холодильных технологических камерах с различными температурными режимами обеспечивались заданные в эксперименте условия охлаждающей воздушной среды.

Опытные образцы йогурта вырабатывали по традиционной технологии. Измерение температуры готового продукта в полимерной потребительской упаковке объемом 0,25 мл и 0,50 мл осуществлялось посредством двухканального терморегулятора марки «2ТРМ-1» с использованием термопар, расположенных в трех точках опытного образца:

- с внешней стороны потребительской упаковки;
- с внутренней стороны тары в пристеночном слое;
- в центре продукта.

Показания терморегулятора «2ТРМ-1» фиксировались через интервал времени  $\Delta t = 3$  мин. Анализировали изменение температуры продукта (в диапазоне от  $t_1$  до  $t_2$ ) в течение охлаждения, температуру продукта после охлаждения  $t_2$  и продолжительность этой операции  $\tau$ .

Полученные экспериментальные данные использовались для вычисления темпов охлаждения опытных образцов йогурта по формуле (4).

### Результаты и их обсуждение

Согласно расчетным данным, при варьировании состава йогурта по массовой доле молочного жира и СОМО, а также объемных единиц исследуемых образцов (0,25 мл; 0,50 мл) изменения темпов охлаждения в целом незначительны и определяющими темп охлаждения кислотных сгустков факторами являются условия внешней среды.

В этой связи на следующем этапе исследования осуществлялся анализ процессов теплопередачи в кислотных гелях, компонентный состав которых распространен в ассортименте кисломолочных продуктов с массовой долей жира 4,0 % и СОМО 12,0 %.

С помощью программы MS Excel были установлены эмпирические уравнения темпов охлаждения

опытного образца йогурта с массовой долей жира 4,0 % и СОМО 12,0 % в пристеночном пространстве и в центре продукта:

$$m_{\text{внутр.стенка}} = -0,00084 \cdot t_{\text{среды}} + 0,01803, \quad (5)$$

$$m_{\text{центр}} = -2 \cdot 10^{-6} \cdot t_{\text{среды}}^3 - 3,3 \cdot 10^{-5} \cdot t_{\text{среды}}^2 - 5,5 \cdot 10^{-4} \cdot t_{\text{среды}} + 0,01527. \quad (6)$$

Установленные выше эмпирические уравнения темпов охлаждения (5) и (6) использовались в разработке метода подбора температурно-временных режимов охлаждения кисломолочных продуктов.

Зависимость темпов охлаждения опытного образца йогурта с массовой долей жира 4,0 % и СОМО 12,0 % от температуры внешней охлаждающей среды представлена на рис. 1.

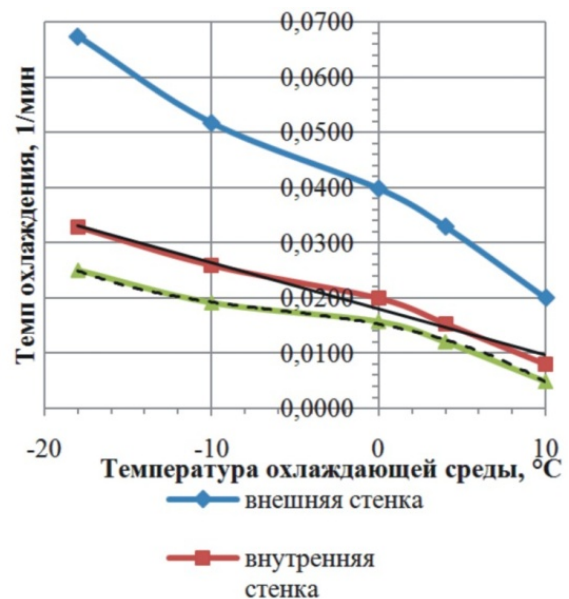


Рис. 1. Зависимость темпов охлаждения опытного образца йогурта с массовой долей жира 4,0 % и СОМО 12,0 % от температуры внешней охлаждающей среды

Предлагаемый механизм регулирования процессов охлаждения кисломолочных напитков предусматривает соблюдение следующих условий:

- с целью предотвращения возможного замораживания кислотного геля и кристаллизации влаги температуру в пристеночном пространстве принимаем равной не ниже 0 °С;
- с целью предотвращения развития молочнокислого брожения температуру сформированного сгустка в центре потребительской упаковки принимаем равной  $(12 \pm 2)$  °С.

Сформулированные выше технологические ограничения обусловлены необходимостью сохранения качества готовой продукции. На основании полученных экспериментальных данных и установленных технологических ограничений был осуществлен подбор температурно-временных режимов охлаждения по следующей схеме (рис. 2).

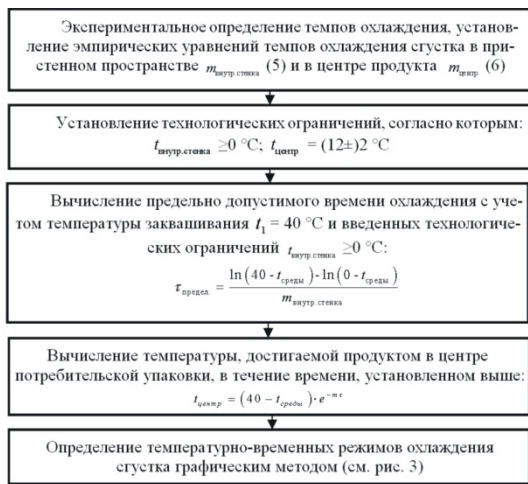


Рис. 2. Блок-схема метода установления рациональных температурно-временных режимов охлаждения кисломолочных продуктов

Результаты реализации модели в соответствии с приведенной выше схемой представлены на рис. 3.

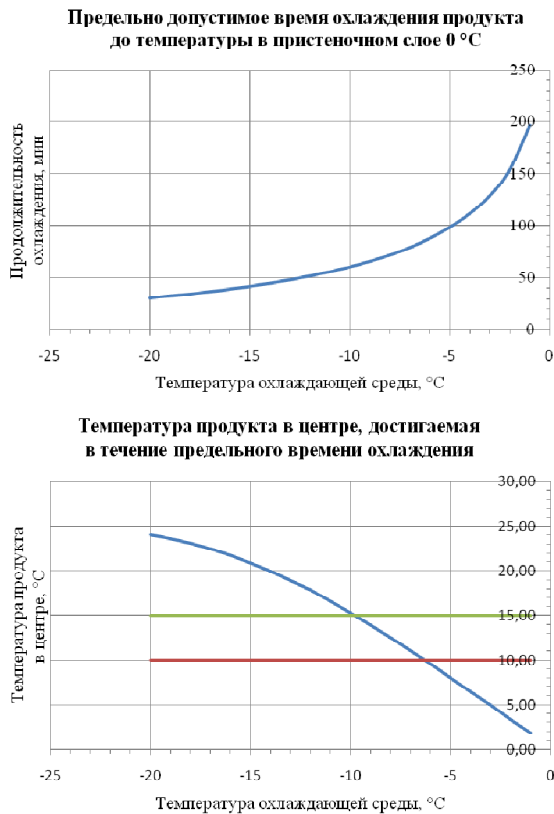


Рис. 3. Зависимость предельно допустимого времени охлаждения и температуры продукта, достигаемой за это время, от условий охлаждающей среды

Проведенный анализ позволил установить следующие температурно-временные режимы охлаждения кислотных сгустков с учетом введенных технологических ограничений (табл. 2):

1) для достижения продуктом температуры 15 °C в центре потребительской упаковки продолжительность охлаждения должна составлять 60 мин при температуре в хладостатной камере –10 °C;

2) для достижения продуктом температуры 10 °C в центре потребительской упаковки продолжительность охлаждения должна составлять 84 мин при температуре в хладостатной камере –6,5 °C и т.д.

Таблица 2

Режимы охлаждения сформированных кислотных сгустков

Технологические ограничения	Температурно-временные параметры режима охлаждения	
	Продолжительность охлаждения, мин	Температура охлаждающей среды, °C
Требуемая температура продукта в центре упаковки, °C		
15	60	–10,0
14	66	–9,0
13	72	–8,0
12	76	–7,5
11	80	–7,0
10	84	–6,5

В технологическом процессе производства кисломолочных продуктов термостатным способом, исходя из условий конкретного предприятия, рекомендовано проведение операции охлаждения сформированных кислотных сгустков в течение 60...85 мин при температуре внешней среды –10...–6 °C.

### Выводы

Таким образом, в результате произведенных исследований теплообмена при охлаждении йогуртов в процессе их производства термостатным способом была установлена зависимость продолжительности охлаждения йогурта от температуры охлаждающей среды. На основании полученной зависимости были разработаны рекомендации для проведения технологического процесса охлаждения в условиях реального производства. Выполнение предложенных рекомендаций позволит интенсифицировать производственный процесс, предотвратить как замораживание кислотного геля, так и развитие молочнокислого брожения, что в конечном итоге позволит повысить качество производимой продукции и эффективность ее производства.

### Список литературы

1. Зобкова, З.С. О консистенции кисломолочных продуктов / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова // Молочная промышленность. – 2002. – № 9. – С. 31–32.
2. Зобкова, З.С. Пищевые вещества, формирующие консистенцию и новые свойства молочных продуктов // Молочная промышленность. – 2007. – № 10. – С. 18–19.
3. Теплофизические свойства рабочих тел и процессы криогенной техники: межвузовский сборник научных трудов. – Л.: [б. и.], 1988. – 150 с.

4. Чижов, Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов / Г.Б. Чижов. – 2-е изд., перераб. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 271 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

#### SUMMARY

**I.A. Smirnova, I.V. Gralevskaya, E.O. Afanasyeva**

### **OPTIMIZATION OF FERMENTED MILK PRODUCT COOLING**

---

The method of establishing the rational temperature and time modes of fermented milk product cooling is presented, providing the introduction of processing limits caused by the necessity of finished goods quality preservation. The process based on the mathematical model of non-fixed heat exchange of acid clot cooling in the thermostatic yogurt production is considered.

Acid clot, yogurt, cooling temperature, cooling time.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 20.11.2013*



**А.Ф. Сорокопуд, В.В. Сорокопуд, И.Б. Плотников, А.В. Плотникова**

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ**

Рассмотрена классическая линия производства экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья, построена её операторная модель, выделена центральная подсистема. На основе анализа операторной модели предложена модернизация, ведущая к увеличению целостности данной системы и заключающаяся в применении нового способа проведения части процессов. Для осуществления предлагаемого решения обосновано применение аппарата с вибрационной тарелкой. Приведено описание устройства и принципа действия аппарата. Отражены положительные стороны его применения для процесса получения экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья периодическим и непрерывным способами.

Производство экстрактов, вибрационный экстрактор, операторная модель, плодово-ягодное сырье.

### **Введение**

При производстве безалкогольных напитков и в других отраслях пищевой промышленности широко используются в качестве пищевых добавок экстракты из плодово-ягодного и растительного сырья. Применение экстрактов позволяет не только получать продукт с заданными показателями качества, будь то цветность, насыщенность и т.д., но и с уникальными заданными заранее полезными свойствами.

Принимая во внимание тенденцию потребительского рынка к продуктам, полученным из натурального сырья по традиционным технологиям с добавлением только натуральных красителей и вкусовых добавок, можно утверждать, что развитие производства натуральных экстрактов переживает подъем. Следовательно, разработка новых способов получения экстрактов из растительного сырья и построение на их основе более совершенных технологических линий является актуальной задачей.

При этом важной является концепция сбережения ресурсов на всех стадиях жизненного цикла системы: при формировании замысла технологии, в процессе ее разработки, при ее машинно-аппаратурном оформлении, в процессе эксплуатации [1].

Перспективным является способ получения экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья. Важным параметром для процесса замораживания является его скорость. При медленном замораживании при температуре до  $-18^{\circ}\text{C}$  влага, находящаяся в сырье, образует крупные кристаллы, которые разрывают клеточные оболочки, и при оттаивании сок вытекает [2]. Ввиду того что клеточная структура сырья уже разрушена, а как известно основное препятствие для проникновения экстрагента внутрь клетки оказывает именно ее оболочка, существенно сокращаются затраты при производстве экстрактов.

Таким образом, предварительное замораживание позволяет не только сохранить максимальное количество полезных веществ в сырье, увеличить сроки его переработки, но и уменьшить время получения

готовых экстрактов, сократить потери. Однако существующие линии по производству плодово-ягодных экстрактов из замороженного сырья отличаются наличием большого количества оборудования и, как следствие, трудоемкостью всего процесса производства.

**Целью** работы является модернизация существующей – классической линии по производству экстрактов путем построения операторной модели и с ее помощью нахождения рационального решения поставленной задачи; обоснование предложенного решения.

### **Объект и методы исследования**

Объектом исследования является линия производства экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья. Методом же выступает системный анализ и синтез данной линии, являющийся инструментом познания закономерностей строения технологического потока, представленный графически в виде операторной модели системы процессов.

На рис. 1 представлена классическая схема производства экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья.

Однако производство экстрактов по такой схеме отличается длительностью, наличием нескольких последовательных операций: размораживания, измельчения и экстрагирования, которые осуществляются на различном оборудовании, потребляющем энергию с невысоким КПД. Это связано с дополнительными затратами времени и энергии как на передачу сырья от одного вида оборудования (одной операции) к другому, так и на осуществление процесса на каждой операции. На каждой стадии неизбежны потери сырья при передаче [5].

Для более глубокого анализа процессов, происходящих при производстве экстрактов, целесообразно построение операторной модели. В операторной модели функции обозначены видом связей между операторами, а методы – видом операторов. Это значит, что операторная модель позволяет четко разделить и связать функции и методы [1].



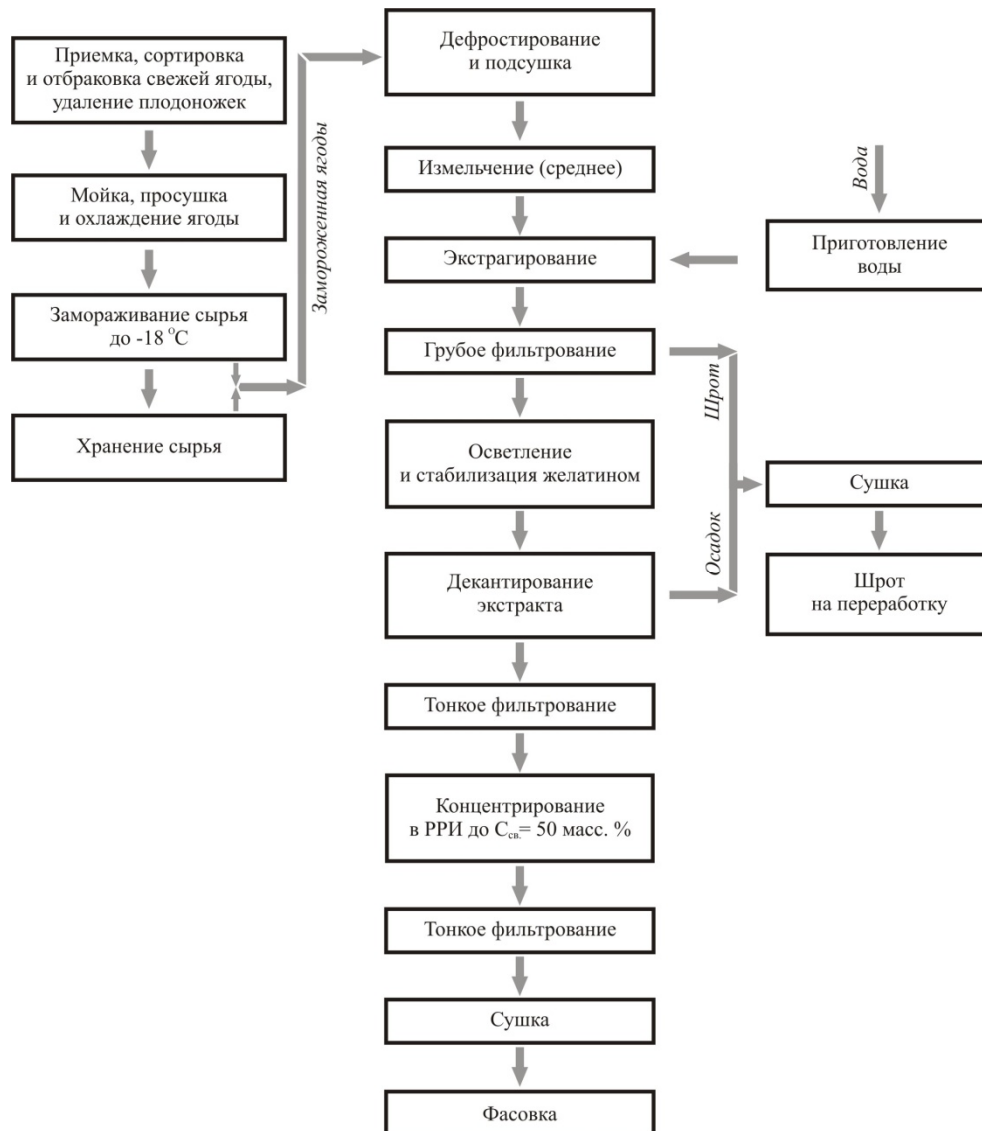


Рис. 1. Технологическая схема производства экстрактов из плодово-ягодного сырья

Процессы производства осуществляются на оборудовании, которое со временем изменяется. Элементы операторной модели более консервативны [1]. Все это позволяет более детально, абстрагируясь от конкретного вида оборудования, понять процессы, происходящие при производстве продукции, и приступить к модернизации имеющейся линии, основываясь не только на понимании процессов, происходящих в той или иной единице оборудования, но и на выявленных в процессе построения операторной модели закономерностях протекания всего процесса производства от сырья до конечной продукции в целом.

Операторная модель линии производства экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья представлена на рис. 2.

В любой операторной модели обязательно имеется центр системы – один или несколько, в которых осуществляются самые сложные с точки зрения стабильности конечного результата процессы [1].

Анализируя операторную модель (рис. 2), можно сказать, что подсистемы С1 (подсистема получения

промежуточного полуфабриката) и В (подсистема получения основного полуфабриката) являются центром данной системы. Для подсистемы С1 свойственна трудоемкость с точки зрения затрат труда и времени, на это указывает наличие большого количества операторов промежуточного хранения. При этом для функционирования данной подсистемы необходимо отдельное разнообразное оборудование.

Преобразования в развитии операторных моделей системы должны быть направлены на повышение степени однородности структуры, минимизации числа и снижение сложности типовых процессов и операций и ориентированы на максимальное использование типовых решений при формировании структуры системы.

Существенное улучшение показателей качества технологической системы по сравнению с прототипами достигается при использовании новых физических, химических и биохимических способов для реализации операторной системы [1].

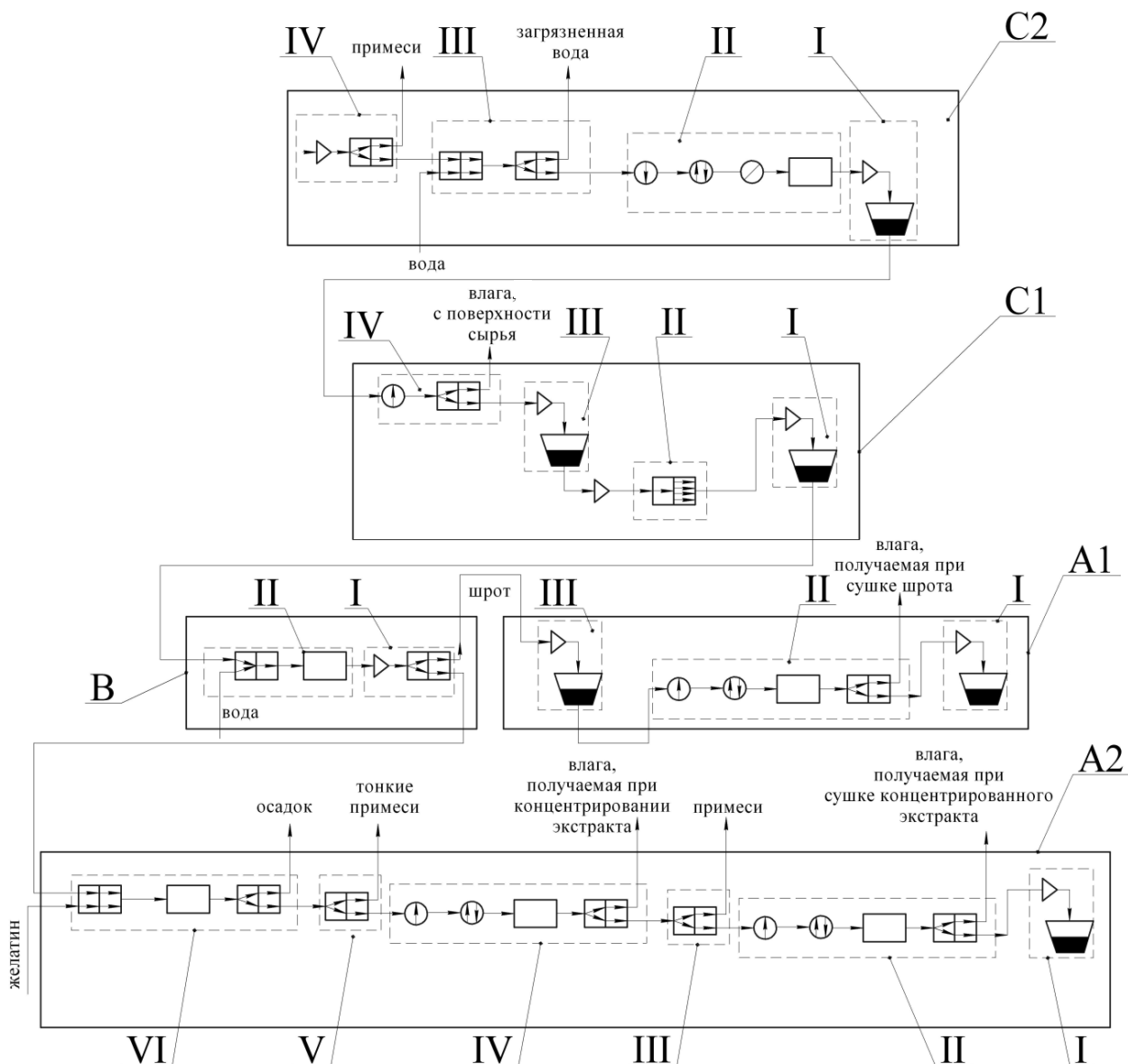


Рис. 2. Операторная модель производства экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья (классическая)

Подсистемы операторной модели производства экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья (классическая):

A1 – подсистема получения упакованного продукта с заданными показателями качества (шрот), имеющая операторы: I – упаковка готового продукта; II – сушка; III – промежуточное хранение;

A2 – подсистема получения упакованного продукта с заданными показателями качества (экстракт), имеющая операторы: I – упаковка готового продукта; II – сушка; III – фильтрование экстракта; IV – упаривание экстракта; V – тонкое разделение; VI – оклейка экстракта;

B – подсистема получения основного полуфабриката, которая включает в себя следующие операторы: I – фильтрация; II – экстрагирование;

C1 – подсистема получения промежуточного полуфабриката с заданными показателями качества, имеющая операторы: I – промежуточное хранение;

II – измельчение сырья; III – промежуточное хранение; IV – дефростация и подсушка ягод;

C2 – подсистема подготовки сырья, имеющая операторы: I – промежуточное хранение; II – заморозка; III – промывка ягоды водой; IV – сортировка и удаление примесей.

### Результаты и их обсуждение

Направлением модернизации данной линии может стать изменение методов осуществления функций центральных подсистем и даже вплоть до их объединения. Такой подсистемой может стать подсистема B (подсистема получения основного полуфабриката). Для данной операторной модели свойственно исключение подсистемы получения промежуточного полуфабриката, а функции операторов дефростации и измельчения перенаправлены на подсистему B (рис. 3).

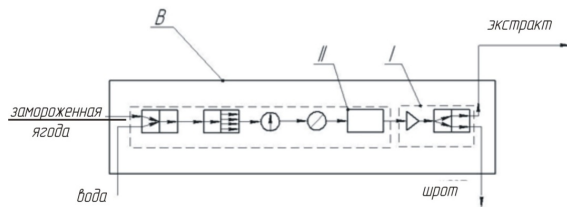


Рис. 3. Центральная подсистема модернизированной линии

Для реализации новой операторной модели предлагается использовать аппарат с вибрационной тарелкой, то есть применение нового физического способа [3]. Он позволит осуществлять процессы размораживания, измельчения и экстрагирования практически одновременно [5]. При этом мы исключаем две операции промежуточного хранения, что приведет к увеличению целостности системы.

Аппарат представляет собой цилиндрическую емкость 1, снабженную плоским днищем 2, а также устройствами ввода и вывода фаз, соответственно 3 и 7 (рис. 4). В емкости 1 установлен с возможностью возвратно-поступательного движения в вертикальной плоскости шток 4 с закрепленной на нем перфорированной тарелкой 5, снабженной по периферии цилиндром. Шток приводится в движение от электродвигателя при помощи кривошипно-шатунного механизма 6 [4, 5].

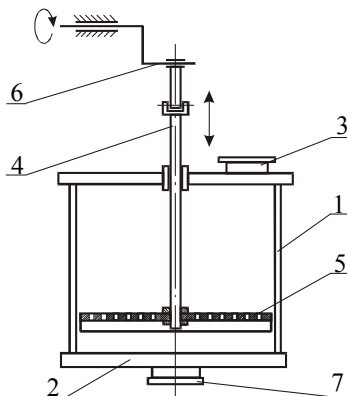


Рис. 4. Экстрактор с вибрационной тарелкой

Работа аппарата заключается в следующем. Замороженное плодово-ягодное сырье загружается в аппарат, сверху устанавливается перфорированная тарелка, заливается экстрагент (в качестве экстрагента может выступать вода или водно-спиртовой раствор [4]), включается привод. В процессе работы аппарата происходит ряд процессов: размораживание сырья, его измельчение и экстрагирование. После 10–15 мин в зависимости от вида сырья и экстрагента проведения процесса аппарат разгружают, полученный экстракт направляют на дальнейшую переработку. Работа аппарата может осуществляться и в непрерывном режиме, но в этом случае необходимо использовать колонну с несколькими вибрационными тарелками известных конструкций.

В рациональных системах преобладают многофункциональные компоненты. При равных многофункциональных возможностях наиболее эффективна и экономична система с несложной структурой, она при заданной совокупности реализуемых функций и определенной производительности содержит наименьшее число компонентов [1]. Предлагаемая схема непосредственно отвечает данному требованию, приводя к уменьшению числа единиц оборудования и упрощению структуры производства в целом.

#### Выводы

В итоге можно утверждать, что предложенная модернизация линии производства экстрактов из замороженного плодово-ягодного сырья является рациональной и приведет к стабилизации системы в целом. В результате предлагаемая линия выгодно отличается с точки зрения ресурсо- и энергосбережения, поскольку сокращается число единиц оборудования, снижаются потери продукта при переходе от одной операции к другой. Помимо этого применение аппарата с вибрационной тарелкой позволит уменьшить общее время проведения процесса, а высокоразвитая турбулизация системы взаимодействующих фаз, находящаяся внутри аппарата, получаемая с помощью вибрационной тарелки, приведет к интенсификации процесса экстрагирования и увеличению выхода целевых компонентов.

#### Список литературы

1. Панфилов, В.А. Теория технологического потока / В.А. Панфилов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: КолосС, 2007. – 319 с.: ил.
2. Платковская, В.М. Производство плодово-ягодных соков и экстрактов: учеб. пособие / В.М. Платковская. – М.: Гизлегпищепром, 1983. – 77 с.
3. Сорокопуд, А.Ф. Интенсификация экстрагирования плодово-ягодного сырья с использованием низкочастотного воздействия / А.Ф. Сорокопуд, В.А. Помозова, А.С. Мустафина // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2000. – № 5. – С. 35–39.
4. Плотников, И.Б. Совершенствование способа получения экстрактов из замороженного ягодного сырья в аппарате с вибрационной тарелкой: дис ... канд. техн. наук: 05.18.12: защищена 24.06.2011 / Плотников Игорь Борисович. – Кемерово, 2011. – 151 с.
5. Пат. 2341979 Российская Федерация, МПК<sup>51</sup> A23L 1/212. Способ получения экстрактов / Сорокопуд А.Ф., Суменков М.В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2007116408/13; заявл. 02.05.2007; опубл. 27.12.2008, Бюл. № 36. – 4 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

#### SUMMARY

**A.F. Sorokopud, V.V. Sorokopud, I.B. Plotnikov, L.V. Plotnikova**

#### **PROCESSING LINE UPGRADING OF FRUIT EXTRACTS**

---

Disclosed is a classical processing line of extracts from frozen fruit raw material. Its operator model is drawn up and the subsystem is isolated. Upgrading is suggested on the basis of the operator model analysis. It results in entirety gain of the current system and consists in a new method applying of running a number of operations. It is substantiated the applying of the vibration tray device to put into practice the proposed solution. The product information and its operating principle are presented. Beneficial impacts of its applying for extracts process from frozen fruit raw material by batch and continuous methods are determined.

---

Production of extracts, vibrating extractor, operator model, fruit and berry raw materials.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 31.10.2013*



УДК 664.002.5:640.432

А.И. Черевко, В.А. Скрыпник, А.Г. Фарисеев

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРООСМОСА НА ПРОЦЕССЫ МАССОПРОВОДНОСТИ В СВИНОМ МЯСЕ

Разработаны экспериментальная установка для количественного определения параметров массопроводности в свином мясе под воздействием тока электроосмоса и соответствующая методика проведения экспериментальных исследований. Исследованы процессы массопроводности в образцах, изготовленных из длиннейшей мышцы свинины, под воздействием тока электроосмоса. Установлено влияние разности потенциалов тока электроосмоса, времени воздействия и физических параметров свиного мяса на количественные параметры массопроводности. Предложены аналитические зависимости для определения количественных параметров массопроводности в свином мясе под воздействием тока электроосмоса. Предложен способ количественного определения коэффициента массопроводности в мясе под воздействием тока электроосмоса.

Массопроводность, коэффициент массопроводности, электроосмос, разность потенциалов, свиное мясо.

### Введение

Повышение энергетической эффективности технологических процессов в пищевой промышленности является одной из главных задач энергетической безопасности народного хозяйства каждого государства. В пищевой промышленности одним из наиболее энергозатратных процессов является жарение основным способом, в том числе изделий из мяса. В работе [1] авторами предложены возможные направления повышения энергетической эффективности процессов кондуктивного жарения изделий из мяса, одним из которых является использование электроосмоса при двустороннем подведении теплоты во время жарения.

Электроосмос широко используется в строительстве для осушения грунтов [2], для сушки стен [3], а в пищевой промышленности – для сушки костной ткани [4] и растительного сырья [5]. При воздействии электроосмоса возникает направленное в сторону падения электрического потенциала движение жидкости внутри капилляров, пор и щелей капиллярно-пористых тел, в результате чего эта жидкость выводится в поверхностные слои этих тел. Из поверхностных слоев тел жидкость при сушке может удаляться разными методами. Данные об использовании электроосмоса в процессе кондуктивного жарения мяса в литературе отсутствуют, а возможность выведения жидкости в поверхностные слои мяса при жарении под воздействием электроосмоса может быть использована для интенсификации самого процесса и для предотвращения генерирования гетероциклических аминов [6]. Результаты предварительных исследований процесса двустороннего жарения в условиях электроосмоса, проведенных авторами [7], подтверждают возможность такой интенсификации.

Процесс двустороннего жарения, в том числе и условиях сжатия, достаточно полно рассмотрен автором [8]. Применение электрокинетических явлений при тепловой обработке пищевых продуктов, в т.ч. и при жарении, для снижения их продолжительности невозможно без изучения процессов массопроводности, происходящих при этом.

**Целью** работы является определение количественных параметров массопроводности в свином мясе под воздействием тока электроосмоса.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись процессы массопроводности в свином мясе под воздействием тока электроосмоса. Предметом исследования были образцы, изготовленные из свиного мяса.

Для исследования количественных параметров массопроводности в свином мясе под воздействием тока электроосмоса была создана экспериментальная установка на основе модернизированного устройства Перрена [8], схема которого приведена на рис. 1.

Для исследований изготавливались образцы мяса площадью  $0,000346 \dots 0,001262 \text{ м}^2$ , толщиной 0,005, 0,01 и 0,015 м из одной длиннейшей мышцы свинины, приобретенной в магазинах розничной торговли «Свижина». Длиннейшую мышцу свинины при помощи мерных наставок разрезали поперек волокон на куски указанной толщины, из которых при помощи заостренного края стеклянных трубок (цилиндров) 6 вырезались опытные образцы указанной площади. Для проведения исследований опытные образцы 3 (рис. 1) с температурой 293 К помещались в стеклянную трубку 6 между герметичным 2 и перфорированным 4 электродами и прижимались уплотнительным кольцом 5. После этого система со стороны перфорированного электрода заполнялась дистиллированной водой температурой 293 К и закрывалась пробкой 8. Через пробку 8 с помощью трубки 9 к системе прикреплялся мерный капилляр 10, по шкале которого по объему вытесненной воды за определенное время воздействия электрического тока определялось количество вещества, перенесенного в мясо. Объем воды в мерном капилляре 10 определялся визуально. При вертикальном расположении стеклянной трубки 6 для исследования влияния толщины образца мяса на процессы массопроводности под воздействием тока электроосмоса система заполнялась одинаковым количеством дис-



тиллированной воды и закрывалась разными по высоте пробками 8 для соблюдения равнозначности условий эксперимента. В качестве источника электрического тока использовалась электрическая сеть напряжением 220 В. Ток подавался через ЛАТР 11 (лабораторный трансформатор с плавным регулированием напряжения) и диодный мостик 12 для преобразования переменного электрического тока в постоянный с разностью потенциалов от 9 до 36 В. Контроль длительности воздействия электрического тока на образцы производился при помощи электронного секундомера «Электроника». Проводились простые двухфакторные эксперименты по определению количества вещества, перенесенного в мясо, в зависимости от разности потенциалов электрического тока и времени его воздействия, площади и толщины образца мяса и времени воздействия в пятикратной повторности для большей достоверности полученных результатов. Общее влагосодержание мяса определялось в соответствии с [9].

Количественное определение параметров массоотдачи вследствие действия в системе разности концентраций веществ и тока электроосмоса осуществлялось с помощью указанной выше установки. Исследуемый образец мяса помещали в стеклянную трубку 7, заливали дистиллированной водой в количестве 20 мл и определяли количество сухих веществ, перешедших в воду через 10 с в диапазоне 0...300 с, с помощью лабораторного рефрактометра УРЛ Модель 1.

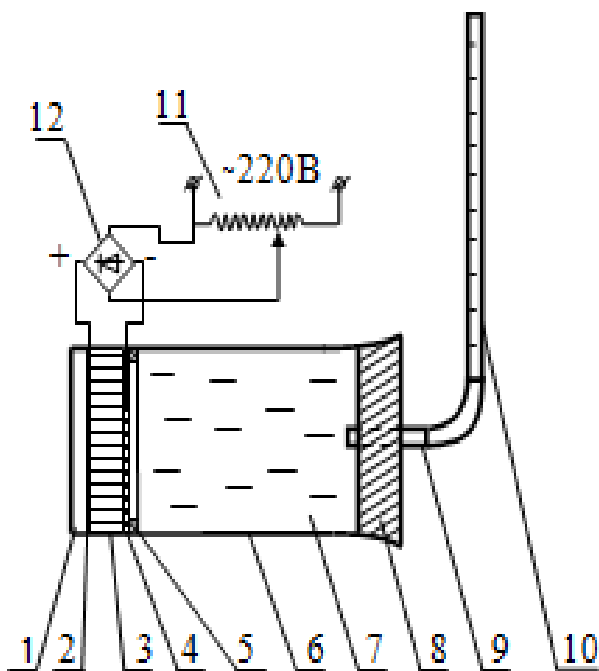


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для определения количественных параметров переноса вещества в свином мясе под воздействием электроосмоса: 1 – герметизирующий уплотнитель; 2 – герметичный электрод; 3 – исследуемый образец мяса; 4 – перфорированный электрод; 5 – уплотнительное кольцо; 6 – стеклянная трубка; 7 – вода; 8 – пробка; 9 – трубка; 10 – мерный капилляр; 11 – ЛАТР; 12 – диодный мостик

### Результаты и их обсуждение

Начальное влагосодержание образцов мяса, определенное в соответствии с [9], составляло  $w = 0,728$  кг/кг.

Результаты экспериментальных исследований по количественному определению параметров массоотдачи вследствие действия в системе разности концентраций и тока электроосмоса приведены на рис. 2.

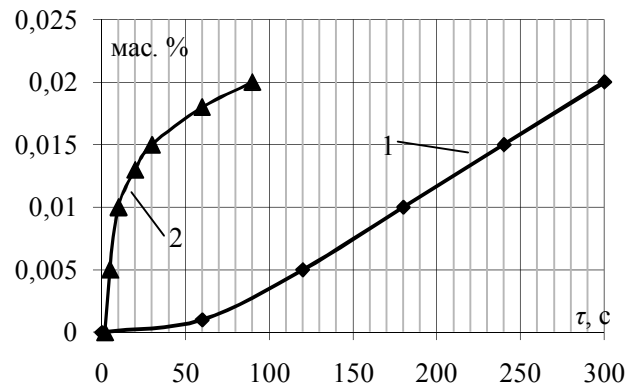


Рис. 2. Динамика увеличения количества сухих веществ, перешедших в дистиллированную воду, в зависимости от времени воздействия за счет: 1 – разности концентраций; 2 – тока электроосмоса

Полученные результаты свидетельствуют о том, что во временном диапазоне 0...20 с массоотдача вследствие воздействия тока электроосмоса является определяющей, а массоотдача вследствие разности концентраций в этом временном диапазоне не является сколько-нибудь значительной, поэтому в дальнейших исследованиях ее влияние не учитывалось.

Результаты экспериментальных исследований по определению количества вещества, перенесенного в мясо при горизонтальном и вертикальном расположении стеклянной трубки 6, в зависимости от разности потенциалов электрического тока и времени его воздействия при постоянной площади  $S_m$  и толщине  $\delta_m$  образца приведены в табл. 1.

Результаты эксперимента (табл. 1) свидетельствуют о том, что количество вещества, перенесенного в свином мясе под воздействием электроосмоса, прямо пропорционально зависит от разности потенциалов  $U$  и времени воздействия  $\tau$ . Зависимость такого рода аналитически может быть выражена в виде уравнения

$$V_g = k_1 \cdot U \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (1)$$

где  $k_1$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от геометрических параметров и электрофизических свойств образца мяса,  $\text{м}^3/(\text{В}\cdot\text{с})$ ; для данного случая при горизонтальном расположении стеклянной трубки  $k_1 = 4,45 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3/(\text{В}\cdot\text{с})$ , при вертикальном ее расположении  $k_1 = 4 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3/(\text{В}\cdot\text{с})$ .

Эта зависимость представлена на рис. 3.

Таблица 1

Результаты исследований зависимости количества перенесенного вещества в свинине от напряжения электрического тока и времени его воздействия на продукт

U, В	Количество перенесенного вещества, $V_e \cdot 10^6, \text{ м}^3$ , при времени воздействия $\tau, \text{ с}$				
	0,5	1	2	3	5
При горизонтальном расположении трубки					
9	0,020	0,040	0,080	0,120	0,200
18	0,040	0,080	0,160	0,240	0,400
27	0,060	0,120	0,240	0,360	0,600
36	0,080	0,160	0,320	0,480	0,800
При вертикальном расположении трубки					
9	0,018	0,036	0,072	0,108	0,180
18	0,036	0,072	0,144	0,216	0,360
27	0,054	0,108	0,216	0,324	0,540
36	0,072	0,144	0,288	0,432	0,720

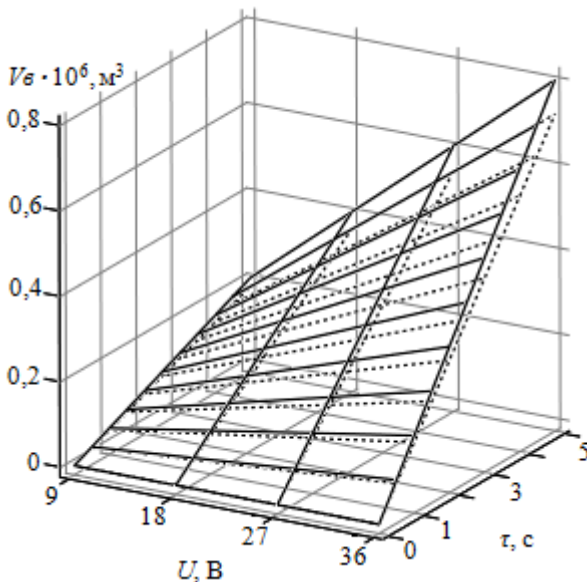


Рис. 3. Зависимость количества перенесенного вещества в образце с  $\delta_m = 0,01 \text{ м}$  и  $S_m = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  от разности потенциалов электроосмоса в диапазоне  $U = 9 \dots 36 \text{ В}$  и времени его воздействия в диапазоне  $\tau = 0,5 \dots 5,0 \text{ с}$ ,  $c = \text{const}$  при расположении стеклянной трубки: — — горизонтальном; ..... — вертикальном

Объяснить причины такого характера зависимости можно тем, что с увеличением разности потенциалов электрического тока возрастает и его сила, фактически исполняющая работу по переносу вещества внутри опытного образца мяса. Так, при увеличении разности потенциалов электрического тока от 9 до 36 В его сила, как и количество перенесенного вещества, увеличивается по линейному закону от 0,2 до 1,05 А.

Во время эксперимента визуально наблюдалось обезвоживание слоя исследуемого образца мяса, прилегающего к герметичному электроду 2. Кроме того, с увеличением времени воздействия до 5 с температура этого слоя незначительно увеличива-

лась. Это может свидетельствовать о сложных процессах, связанных с обезвоживанием мяса под действием тока электроосмоса: парообразованием в этом слое, связанным с изменением его электрического сопротивления, и др. Изучение таких процессов требует отдельного рассмотрения, но в данной работе оно не являлось целью.

Результаты экспериментальных исследований по определению количества вещества, перенесенного в мясе, в зависимости от площади образца и времени воздействия на него постоянной разности потенциалов и при постоянной толщине образца приведены в табл. 2.

Полученные результаты (табл. 2) свидетельствуют о том, что количество перенесенного вещества в мясе под воздействием электрического тока при постоянных разнице потенциалов  $U$  и толщине  $\delta_m$  прямо пропорционально зависит от площади образца  $S_m$  во временном промежутке от 0,5 до 5,0 с. Так, количество перенесенного вещества при площади мяса  $S_m = 3,46 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  в 3,6 раза меньше, чем при  $S_m = 12,62 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ , и составляет соответственно  $0,026 \cdot 10^{-6}$  и  $0,094 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  при воздействии тока на протяжении  $\tau = 0,5 \text{ с}$ ;  $0,052 \cdot 10^{-6}$  и  $0,188 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  при  $\tau = 1,0 \text{ с}$ ;  $0,104 \cdot 10^{-6}$  и  $0,376 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  при  $\tau = 2,0 \text{ с}$ ;  $0,156 \cdot 10^{-6}$  и  $0,564 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  при  $\tau = 5 \text{ с}$ .

Таблица 2

Результаты исследований зависимости количества перенесенного вещества в свином мясе от площади образца и времени воздействия тока электроосмоса

$S_m, 10^4 \text{ м}^2$	Количество перенесенного вещества, $V_e \cdot 10^6, \text{ м}^3$ , при времени воздействия $\tau, \text{ с}$				
	0,5	1	2	3	5
При горизонтальном расположении трубки					
3,46	0,026	0,052	0,104	0,156	0,260
8,04	0,060	0,120	0,240	0,360	0,600
12,62	0,094	0,188	0,376	0,564	0,940
При вертикальном расположении трубки					
3,46	0,023	0,046	0,093	0,139	0,232
8,04	0,054	0,108	0,216	0,324	0,540
12,62	0,085	0,170	0,339	0,509	0,848

Зависимость такого рода аналитически можно выразить в виде уравнения

$$V_e = k_2 \cdot S_m \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (2)$$

где  $k_2$  — коэффициент пропорциональности, зависящий от разницы потенциалов тока электроосмоса и электрофизических свойств образца мяса, м/с; для данного случая при горизонтальном расположении стеклянной трубки  $k_2 = 149,07 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}$ , при вертикальном ее расположении  $k_2 = 134,33 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}$ . Эта зависимость представлена на рис. 4.

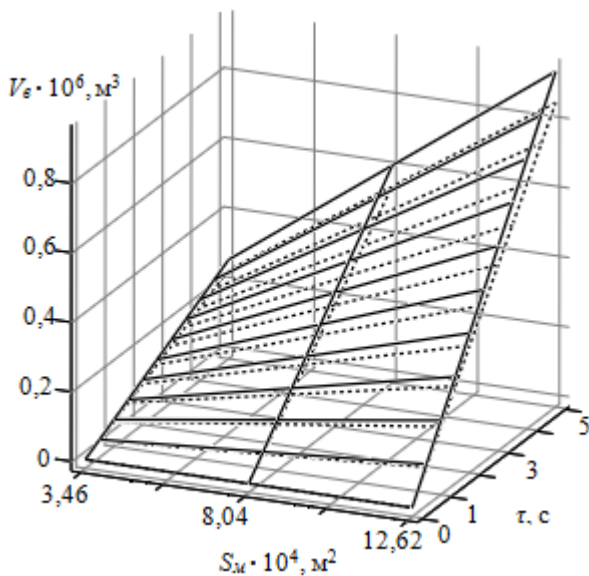


Рис. 4. Зависимость количества перенесенного вещества в свинине от площади продукта в диапазоне  $S_M = 3,46 \cdot 10^{-4} \dots 12,62 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$  и времени воздействия в диапазоне  $\tau = 0,5 \dots 5,0 \text{ с}$  при  $U = 27 \text{ В} = \text{const}$ ,  $\delta_m = 0,01 \text{ м} = \text{const}$  при расположении стеклянной трубки:  
— горизонтально; ..... — вертикально.

Результаты экспериментальных исследований по определению количества вещества, перенесенного в мясе, в зависимости от толщины образца и времени воздействия на него постоянной разницы потенциалов при постоянной площади образца приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты исследований зависимости количества перенесенного вещества в свином мясе от толщины образца и времени воздействия тока электроосмоса

$\delta_m, \text{ м}$	Количество перенесенного вещества, $V_e \cdot 10^6, \text{ м}^3$ , при времени воздействия $\tau, \text{ с}$				
	0,5	1	2	3	5
При горизонтальном расположении трубки					
0,005	0,100	0,200	0,400	0,600	1,000
0,010	0,060	0,120	0,240	0,360	0,600
0,015	0,045	0,090	0,180	0,270	0,450
При вертикальном расположении трубки					
0,005	0,089	0,178	0,356	0,534	0,890
0,010	0,054	0,108	0,216	0,324	0,540
0,015	0,040	0,080	0,160	0,240	0,400

Полученные результаты (табл. 3) свидетельствуют о том, что толщина образца мяса значительно и нелинейно влияет на количество перенесенного вещества под воздействием тока электроосмоса, что объясняется увеличением электрического сопротивления мяса с увеличением его толщины.

Зависимость такого рода при постоянных разности потенциалов тока электроосмоса  $U = \text{const}$  и площади образца  $S_M = \text{const}$ , хорошо аппроксимируется уравнением

$$V_e = k_3 \cdot \delta_m^{-w} \cdot \tau, \text{ м}^3 \quad (3)$$

где  $k_3$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от разницы потенциалов тока электроосмоса, площади образца и физических свойств мяса,  $\text{м}^4/\text{с}$ ; для данного случая при горизонтальном расположении стеклянной трубки  $k_3 = 4,2 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4/\text{с}$ ; при вертикальном ее расположении  $k_3 = 3,78 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4/\text{с}$ ;  $w$  – общее влагосодержание мяса; для мяса, использованного в эксперименте  $w = 0,728 \text{ кг/кг}$ .

Эта зависимость представлена на рис. 5.

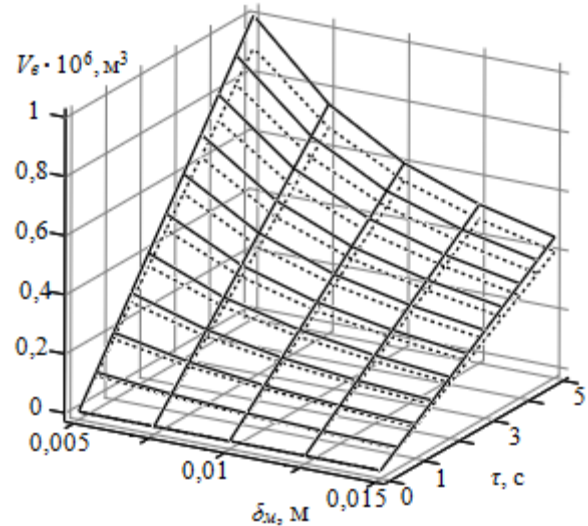


Рис. 5. Зависимость количества перенесенного вещества в свином мясе от толщины продукта в диапазоне  $\delta_m = 0,005 \dots 0,015 \text{ м}$  и времени воздействия в диапазоне  $\tau = 0,5 \dots 5,0 \text{ с}$  при постоянных  $U = 27 \text{ В} = \text{const}$  и  $S_M = 8,04 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = \text{const}$  при расположении стеклянной трубки:  
— горизонтально; ..... — вертикально

Решение системы уравнений (1)–(3) в данном диапазоне параметров ( $U, S_M, \delta_m$ ), определяемого каждым из уравнений (1), (2), (3), позволяет определить количество вещества, перенесенного в свином мясе под воздействием тока электроосмоса, которое аналитически может быть выражено в виде зависимости

$$V_e = k \cdot U \cdot S_M \cdot \delta_m^{-w} \cdot \tau, \text{ м}^3, \quad (4)$$

где  $k$  – коэффициент массопроводности мяса под воздействием электрического тока; в данном случае при влажности мяса ( $w = 0,728$ ) и при горизонтальном расположении стеклянной трубки  $k_e = 0,1935 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ ; при вертикальном расположении стеклянной трубки  $k_e = 0,1741 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ .

При вертикальном расположении стеклянной трубки  $\delta$  на исследуемый образец дополнительно действует давление, создаваемое дистиллированной водой, и сила тяжести, направленная в противоположную сторону от направления падения разности потенциалов и направления движения вещества в мясе под действием тока электроосмоса, чем можно объяснить уменьшение количественного значения  $k_e$  от  $k_e$  на 10 %.

Уравнение (4) с уровнем доверия 0,98 позволяет аппроксимировать полученные экспериментальные данные (табл. 1–3).

В соответствии с уравнением (4), количество вещества (поток вещества  $J_e$ ), перенесенного через единицу площади свиного мяса  $S_m$  за единицу времени, в данном диапазоне параметров зависит от разности потенциалов тока электроосмоса, толщины образца мяса и его влажности:

$$J_e = \frac{V_e}{S_m \cdot \tau} = k \cdot U \cdot \delta_m^{-w}, \text{ м/с.} \quad (5)$$

Предложенную экспериментальную установку на основе модифицированного устройства Перрена можно использовать для количественного определения коэффициента массопроводности под воздей-

ствием тока электроосмоса в указанном диапазоне параметров:

$$k = \frac{J_e}{U \cdot \delta_m^{-w}} = \frac{V_e}{U \cdot S_m \cdot \delta_m^{-w} \cdot \tau}, \text{ м}^2/(\text{с} \cdot \text{В}). \quad (6)$$

### Выводы

В результате проведенных исследований получены данные, которые позволили установить закономерность изменения массопроводности свиного мяса под воздействием тока электроосмоса в виде зависимости (5). Предложен метод определения коэффициента массопроводности под воздействием тока электроосмоса с помощью разработанной экспериментальной установки.

### Список литературы

1. Черевко, А.И. Возможные направления повышения энергоэффективности и ресурсосбережения процессов кондуктивного жарения мяса / А.И. Черевко, В.А. Скрипник // Техника и технология пищевых производств. – Кемерово, 2013. – № 2 (29). – С. 97–102.
2. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / А.К. Перешивкин, А.А. Александров, Е.Д. Булынин и др. под ред. Г.А. Лебедевой. – 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.
3. Матвеев, Б.В. Сушка стен методом электроосмоса / Б.В. Матвеев. – Киев: Госстройиздат УССР, 1963. – 144 с.
4. Илюхина, С.С. Разработка процесса обезвоживания криоизмельченной компактной костной ткани с использованием электроосмоса: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.18 / Илюхина Светлана Сергеевна. – М., 2005. – 153 с.
5. Северин, А.А. Разработка процесса и аппаратурного оснащения комбинированной гелиосушки плодового сырья с автономным энергоснабжением: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / Северин Алексей Анатольевич. – Харьков, 2008. – 158 с.
6. Basira, G. Heterocyclic amines in fresh and processed meat products / G. Basira, S. Smith // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1998. – № 46 (11) – P. 4680–4687.
7. Скрипник, В.О. Попередні дослідження процесу двостороннього жаріння м'яса в умовах електроосмосу / В.О. Скрипник, А.Г. Фарісеєв // Прогресивна техніка і технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 45-річчю ХДУХТ. – Харків, 2012. – С. 377–378.
8. Скрипник, В.О. Розробка обладнання для реалізації процесу двостороннього жаріння м'яса в умовах осьового стищення: монографія / В.О. Скрипник. – Полтава: ПУЕТ, 2012. – 173 с.
9. Волков, В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы / В.А. Волков. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001. – 640 с.
10. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT) : ДСТУ ISO 1442:2005. – Чинний від 2008-03-01. – Киев: Держспоживстандарт України 2007. – 9 с. – (Національний стандарт України).

Харьковский государственный университет питания и торговли,  
61051, Украина, г. Харьков, ул. Клочковская, 333.  
Тел/факс: 8-10-38-(057)-337-85-35,  
e-mail: hduht@kharkov.com

### SUMMARY

**A.I. Cherevko, V.A. Skrypnyk, A.G. Fariseev**

## INFLUENCE OF ELECTRO-OSMOSIS ON MASS CONDUCTIVITY IN PORK

Developed is an experimental device for quantitative determination of mass conductivity parameters in pork under the influence of electro-osmosis current and the appropriate methodology for conducting experimental researches. Studied are the processes of mass conductivity in samples made from pork longissimus muscle under the influence of electro-osmosis current. The influence of the potential difference of electro-osmosis current, exposure time and physical parameters of pork on the quantitative parameters of mass conductivity have been established. Analytical dependencies for quantitative determination of mass conductivity parameters in pork under the influence of electro-osmosis current have been proposed. The method for quantitative determination of mass conductivity coefficient in the meat under the influence of electro-osmosis current has been proposed.

Mass conductivity, mass conductivity coefficient, electro-osmosis, potential difference, pork.

---

Kharkiv State University of Food Technology and Trade,  
333, Klochkivska St., Kharkiv, 61051, Ukraine.  
Phone/fax: +38 (057) 337-85-35,  
e-mail: hduht@kharkov.com

*Дата поступления: 20.11.2013*





УДК 634.743:543.42

Т.В. Астракова, Н.В. Хитова

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЯГОДАХ ОБЛЕПИХИ

Изучено содержание микроэлементов *Cu, Zn, Pb, Fe, Mn, Cr* и других в ягодах облепихи, произрастающей на территории бывшего плодопитомника г. Кемерово и на рекультивированных землях угольных разрезов Кузнецкого бассейна «Байдаевский» и «Моховский» Беловского района. Определение проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с возбуждением спектров в дуге переменного тока (АЭС ДР) на спектрометре *PGS-2 (Carl Zeiss Jena, Германия)*. В результате исследования было установлено, согласно нормам СанПиНа, значительное превышение по свинцу (в 3–8 раз выше допустимого уровня). Обнаружено повышенное содержание в ягодах облепихи и других микроэлементов, а именно: железа, марганца, и для некоторых образцов – хрома, бария и кобальта. Сделан вывод о необходимости экологического мониторинга растительной продукции с техногеннозагрязненных и урбанизированных территорий.

Ионы тяжелых металлов, облепиха, атомно-эмиссионная спектроскопия, рекультивированные территории.

### Введение

Многие ионы тяжелых металлов (ТМ) (*Fe, Cu, Zn, Mo, Cr* и др.), являясь микроэлементами, входят в состав ферментов, гормонов, витаминов, биологически активных веществ в качестве комплексобразователей или активаторов, выполняя важные биологические функции в объектах живой природы. Однако в концентрациях, превышающих необходимое содержание, ионы ТМ проявляют сильные токсические свойства. Механизмы природного самоочищения, действующие по отношению к веществам органической природы, зачастую неэффективны для удаления избытка ионов тяжелых металлов. Загрязнение растительных продуктов питания ТМ может происходить при выращивании сельскохозяйственных культур на полях, расположенных вблизи промышленных предприятий, шахт, разрезов, а также в непосредственной близости от крупных городов. Попадая по пищевой цепи в организм человека, ионы ТМ способны вызывать нарушения баланса элементов и быть причиной патологических изменений.

Основной задачей исследования было определение содержания ионов тяжелых металлов в ягодах разных сортов облепихи с целью оценки уровня безопасности по основным регламентируемым ТМ-токсикантам. Плоды облепихи были собраны на территориях оработанных земельных участков угольных разрезов, подвергнутых рекультивации, а также на территории бывшего плодопитомника областного центра Кузбасса. Нас интересовал вопрос: происходит ли накопление токсичных ионов тяжелых металлов в ягодах облепихи, если растения произрастают на почвах рекультивированных угольных разрезов или на территориях, прилегающих к крупным промышленным центрам?

По данным источника [1], эксплуатация названных разрезов была завершена еще в конце 60-х годов XX века. В 1970 г. впервые в Кузбассе на территории бывших разрезов, на землях, нарушенных

открытыми горными работами, была проведена лесная рекультивация. Особенностью вновь созданных посадок являлось отсутствие внесения какого-либо плодородного субстрата. Одной из основных культур, использованных для высаживания на отвалах вскрышных горных пород, была облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides*), способная произрастать на специфических субстратах породных отвалов. Это растение часто выступает пионером зарастания техногенных постпромышленных территорий. Корни облепихи закрепляют поверхность угольных отвалов, улучшая экологическую обстановку. Благодаря птицам, облепиха быстро распространяется на новые территории, появляясь даже на значительном удалении от участков искусственных посадок, в результате – площадь зарастания быстро увеличивается. За все время в Кузбассе на породных отвалах создано около 3 тыс. га насаждений облепихи [2]. Ареал распространения этой культуры стал вполне сопоставим с облепишниками в регионах её естественного произрастания. Облепиха является поливитаминным пищевым продуктом, она обильно плодоносит, её плоды употребляют в пищу в свежем и консервированном виде. Из ягод готовят облепиховый сок, мармелад, варенье, начинки для конфет, кисели, желе, плоды облепихи используют для приготовления вина, настоек, наливок, прохладительных напитков, повсеместно применяют для получения ценного лекарственного продукта – облепихового масла.

### Объект и методы исследования

Для исследования были собраны плоды облепихи разных сортов: «Дар Катуни», «Масличная», «Витаминная», «Новость Алтая», «Золотой початок». Отбор и подготовка проб осуществлялись по стандартной методике [3] на участках бывших разрезов «Байдаевский» и «Моховский», расположенных в Беловском районе Кемеровской области, а также на территории бывшего плодопитомника

г. Кемерово. Ягоды были собраны в период созревания в первой половине сентября 2010 г. По каждому сорту и месту произрастания готовились усредненные пробы образцов. Точную навеску ягод высушивали до постоянной массы при температуре 105 °С. По данным гравиметрического анализа определяли массу сухого остатка и содержание влаги (% , масс.) в образцах облепихи (табл. 1).

Таблица 1

Массовая доля влаги в плодах облепихи, %

Сорт облепихи	Плодопитомник, г. Кемерово	Разрез «Байдаевский», г. Белово	Разрез «Моховский», г. Белово
«Дар Катуни»	87,6	89,3	89,2
«Масличная»	86,9	83,3	85,5
«Витаминная»	87,9	87,7	87,3
«Новость Алтая»	–	88,0	86,6
«Золотой початок»	–	85,2	86,4

Определение элементов *Zn, Cu, Pb, Hg, Cd, As, Ag, V, Fe, Cr, Mn, Ba, Co* в ягодах облепихи проводилось с применением атомно-эмиссионной спектроскопии с возбуждением спектров в дуге переменного тока [4]. В работе использовали дифракционный атомно-эмиссионный спектрометр *PGS-2 (Carl Zeiss Jena, Германия)* с регистрацией спектров при помощи фотодиодной линейки (НПО «Оптоэлектроника»). Пробы предварительно прокаливали до постоянного веса при температуре 500 °С. Среднее содержание ТМ определяли в сухих ягодах по результатам трех определений и пересчитывали на сырой исходный продукт с учетом данных гравиметрического анализа, приведенных в табл. 1. Погрешность определения элементов составляла ±5 %. Данные исследования представлены в диаграммах на рис. 1–3 и в табл. 2.

Содержание ТМ в исследуемых образцах сравнивалось с нормами по содержанию химических веществ в пищевых продуктах, согласно СанПиН 2.3.2.2871-11 и СанПиН 2.3.2.1078-01, а также ТР ТС 021/2011.

### Результаты и их обсуждение

Миграция токсических элементов из почв в растительные объекты процесс многофакторный и неоднозначный. Так, в работах [5, 6] были выявлены некоторые закономерности накопления токсичных ТМ в растениях, произрастающих на урбанизированных территориях. Отмечено, что *медь, цинк, свинец* являются приоритетными загрязняющими веществами почв, уровень аккумуляции, подвижность, неравномерность распределения которых зависит от функционального использования территории. Содержание этих элементов в почвах и растениях зависит от количества органического углерода в почве, наличия подвижных форм фосфатных соедине-

ний. Значительное влияние на миграцию элементов оказывает кислотность почв и другие факторы.

В настоящее время территории бывших угольных разрезов «Байдаевский» и «Моховский» состоят из смеси вскрышных пород и дерново-подзолистых почв и не содержат специфически вредных веществ, которые могли бы вымываться или выноситься из данного субстрата. Кроме того, остатки угля в верхних слоях почвы, окисляясь под действием кислорода воздуха и микроорганизмов, образуют гумусовые соединения (органический углерод), которые способствуют связыванию ионов ТМ в неподвижные формы [6]. Однако бывшие угольные разрезы практически прилегают к территории города – районного промышленного центра и находятся в зоне техногенного загрязнения завода по производству цинка.



Рис. 1. Содержание ионов меди (II) в плодах облепихи (ПДК (Cu(II)) = 5 мг/кг)

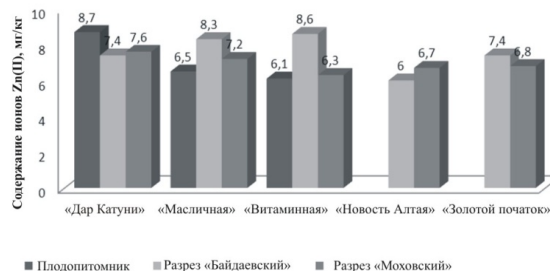


Рис. 2. Содержание ионов цинка (II) в плодах облепихи (ПДК (Zn(II)) = 10 мг/кг)

Данные, представленные на диаграммах (рис. 1, 2), показывают, что содержание меди и цинка во всех исследованных образцах облепихи не превышает ПДК по этим элементам в сырой ягоде. При этом следует отметить, что по содержанию меди максимальные значения превосходят минимальные более чем в 3 раза, тогда как по содержанию цинка интервал разброса значений составляет примерно 50 % независимо от места отбора проб. Среднее содержание меди в образцах ягод, собранных на разных территориях, практически одинаково, хотя есть различия в зависимости от сорта. Так, в плодопитомнике – 2,5 мг/кг, на разрезе «Байдаевский» – 2,6 мг/кг, разрезе «Моховский» – 2,6 мг/кг.

Среднее содержание цинка в образцах ягод, собранных в плодопитомнике – 7,1 мг/кг; на территориях разреза «Байдаевский» – 7,5 мг/кг и разреза «Моховский» – 6,9 мг/кг. Приведенные данные также свидетельствуют о достаточно близких значениях по содержанию цинка (в пределах погрешности), но

вызывает некоторую обеспокоенность общая близость значений к границе ПДК.

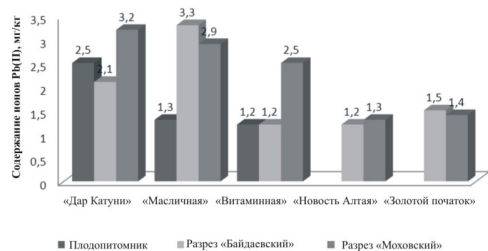


Рис. 3. Содержание ионов свинца (Pb) в плодах облепихи (ПДК (Pb(II)) = 0,04 мг/кг)

По содержанию свинца (рис. 3) практически во всех образцах отмечено превышение ПДК в 3–8 раз. Среднее содержание свинца в ягодах из плодопитомника – 1,7 мг/кг; с территорий разреза «Байдаевский» – 1,9 мг/кг, разреза «Моховский» – 2,3 мг/кг, что составляет примерно от 4 до 6 ПДК. Следует отметить более высокое содержание свинца в ягодах облепихи, произрастающей в зонах рекультивированных земель, что является показателем более высокой техногенной нагрузки данных территорий.

Повышенное содержание свинца в плодах облепихи, очевидно, обусловлено антропогенными факторами, одним из которых является использование этилированного автомобильного топлива. Соединения свинца способны накапливаться в почве и поступать из почвы в растения [5, 7, 8], кроме того, летучие соединения свинца с потоками воздушных

масс могут перемещаться далеко от источников выбросов. Это приводит к общему загрязнению свинцом среды обитания.

По результатам данного исследования невозможно сказать однозначно, что именно привело к повышению содержания свинца в плодах облепихи: повышенное содержание соединений свинца в почвах, в воздухе или аккумулирующая способность облепихи по отношению к этому элементу? Какая часть ягоды содержит наибольшее количество свинца: кожица, мякоть или косточка? Все эти вопросы требуют дальнейших исследований и уточнений.

Сравнение значений по содержанию меди, цинка и свинца в ягодах облепихи в зависимости от сорта показывает, что в целом плоды сортов «Новость Алтая» и «Золотой початок» характеризуются более низким содержанием данных элементов, тогда как плоды сортов «Дар Катюни» и «Масличная» – более высоким.

Кроме меди, цинка и свинца исследовалось содержание и других микроэлементов в плодах облепихи. Содержание ртути, мышьяка и кадмия оказались на уровне следовых количеств во всех образцах ягод, что составило примерно 0,01 ПДК ртути; 0,01 ПДК мышьяка (ПДК(Hg) = ПДК(As) = 0,01 мг/кг) и 0,001 ПДК кадмия (ПДК(Cd) = 0,001 мг/кг). Серебро и ванадий в ягодах облепихи данным методом обнаружены не были.

Содержание элементов железа, хрома, марганца, бария, кобальта в ягодах облепихи представлено в табл. 2.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в плодах облепихи, мг/кг

Сорт облепихи	Почвы	Fe	Cr	Mn	Ba	Co
«Дар Катюни»	Плодопитомник	124	0	124	12	0,1
«Масличная»		92	0	92	13	0,1
«Витаминная»		121	0	85	0	0
<b>Среднее значение</b>		<b>112</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>0,1</b>
«Дар Катюни»	Разрез «Байдаевский»	320	1,1	74	11	0,1
«Масличная»		500	3,3	117	17	0,2
«Витаминная»		123	0,62	86	0	0
«Новость Алтая»		120	0	84	0	0,1
«Золотой початок»		148	0	74	0	0,2
<b>Среднее значение</b>		<b>242</b>	<b>0,2</b>	<b>87</b>	<b>6</b>	<b>0,1</b>
«Дар Катюни»	Разрез «Моховский»	324	5,4	108	32	0,1
«Масличная»		145	0	72	0	0
«Витаминная»		123	0,62	86	0	0
«Новость Алтая»		134	1,3	40	0	0,1
«Золотой початок»		95	0,41	68	14	0,1
<b>Среднее значение</b>		<b>164</b>	<b>1,5</b>	<b>75</b>	<b>9</b>	<b>0,1</b>

На основании приведенных в табл. 2 данных можно сделать вывод, что в среднем в ягодах облепихи, выросшей на рекультивированных землях, содержание ионов железа выше, чем в образцах ягод из плодопитомника, что может быть обусловлено более высоким содержанием железа в почвах бывших угольных разрезов. Образцы ягод с рекультивированных земель содержат также повышенные концентрации ионов хрома. Практически все исследованные образцы плодов облепихи содержат повышенные концентрации ионов марганца независимо от места произрастания. Для ряда образцов повышено также содержание токсичных микроэлементов бария и кобальта.

Таким образом, в целом ягоды облепихи, собранные с территорий бывших угольных разрезов, содержат больше ионов железа, хрома и свинца, однако высокими показателями содержания железа, марганца, бария, кобальта, меди, цинка и свинца характеризуются и плоды облепихи, собранные на территории бывшего плодопитомника г. Кемерово. Меньшее содержание микроэлементов характерно для сортов «Новость Алтая» и «Золотой початок», большее – для сортов «Дар Катуни» и «Масличная».

Анализ результатов исследования позволяет сделать вывод, что плоды облепихи не только поливитаминный, но и полимикроэлементный продукт, содержащий различные микроэлементы в значительном избытке. К сожалению, их перечень включает такие высокотоксичные элементы, как свинец и др. Вероятно, потребность в полезных микроэле-

ментах можно регулировать нормой потребления ягод облепихи, тогда как содержание свинца необходимо минимизировать, используя доступные методы и средства. Так, например, при промывании поверхности плодов проточной водой, по данным источника [9], общее содержание ионов свинца в них может снижаться более чем на 50 %.

В настоящее время существуют высокотехнологичные экспресс-методы определения содержания различных микроэлементов в растительном сырье и продуктах питания, но практически нет публикаций, в которых бы рассматривались вопросы взаимного влияния природных соединений исследуемых микроэлементов: усиливается или, наоборот, ослабляется их токсическое воздействие при совместном присутствии в биологической системе, которую невозможно воссоздать, используя модельные установки и неорганические компоненты.

Несомненно, экологический фактор существенно влияет на элементный состав растений и их плодов. Данные, полученные в настоящем исследовании, свидетельствуют о необходимости экологического мониторинга содержания ТМ в растительных пищевых продуктах и в продуктах, полученных на основе переработки растительного сырья, особенно в тех случаях, когда для их выращивания используются территории, подверженные техногенным воздействиям или находящиеся в непосредственной близости от промышленных центров.

#### Список литературы

1. Фатеева, В. Рукотворный памятник природы / В. Фатеева // Уголь Кузбасса: электронный научно-практический журнал. – 2012. – № 2. – Режим доступа: <http://www.uk42.ru/index.php?id=4>.
2. Николайченко, И.В. Естественное лесовозобновление на отвалах угольных разрезов / И.В. Николайченко // Эко-бюллетень ИНЭКА. – 2004. – № 5(100). – Режим доступа: <http://ineca.ru/?dr=bulletin/arhiv/0100&pg=005>.
3. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 16 с.
4. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-адсорбционный метод определения токсичных элементов. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 13 с.
5. Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю.В. Алексеев. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. – 216 с.
6. Дабахов, М.В. Аккумуляция биогенных элементов в почвах урбанизированных ландшафтов / М.В. Дабахов, В.И. Титова // Агрохимия. – 2004. – № 2. – С. 74–79.
7. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 150 с.
8. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / под ред. М.М. Овчаренко. – М., 1997. – 290 с.
9. Донченко, Я.В. Безопасность пищевой продукции / Я.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 528 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: [office@kemtipp.ru](mailto:office@kemtipp.ru)

## SUMMARY

**T.V. Astrakova, N.V. Khitova****DETERMINATION OF THE HEAVY METAL IONS  
IN SEA-BUCKTHORN BERRIES**

---

The work included the microelement-content analysis of the sea-buckthorn berries from the former fruit tree nursery of Kemerovo and the remediated soils of the «Baydaevsky» and the «Mokhovsky» opencast coal mines (Kuzbass, Belovsky district). Microelements, studied for content, included Cu, Zn, Pb, Fe, Mn, Cr and a number of others. The determination was carried out by a method of atomic emission spectrometry with spectrum excitation in the alternating-current arc. The experiment was conducted on the PGS-2 spectrometer (Carl Zeiss Jena, Germany). The results yielded a significant lead surplus. From 3- to 8-fold lead exceedance against 2 the Sanitary Regulations and Norms was detected. The sea-buckthorn berries also proved to have high concentration of iron, manganese, and for some samples, of chrome, barium and cobalt. The conclusion implies the necessity of ecological monitoring of the vegetation products from the industrial and urban sites in consideration.

---

Heavy metal ions, sea-buckthorn, atomic emission spectrometry, remediated soils.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 16.12.2013*





**А.Н. Шкопоров, Б.А. Ефимов, Е.В. Хохлова, З.А. Черная,  
Е.А. Постникова, М.Д. Белкова**

## **ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ПРОБИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИЙ РОДА LACTOBACILLUS И BIFIDOBACTERIUM НА СОСТАВ МИКРОФЛОРЫ КИШЕЧНИКА У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ**

В ходе ограниченных плацебо-контролируемых испытаний с участием групп здоровых добровольцев посредством бактериологических и молекулярных методов определено влияние перорального приема четырех композиций из живых пробиотических молочнокислых и бифидобактерий, перспективных в качестве добавок в различные продукты питания, на кишечную микрофлору. Одна из композиций включала штамм *Lactobacillus casei* B-1144, вторая *L. acidophilus* 593.40.3, третья *L. plantarum* B-1615, четвертая состояла из смеси штаммов *Bifidobacterium dentium* 49В, *B. animalis* 52В и *B. longum* 53В. Сравнительный анализ качественного и количественного состава кишечной микрофлоры выявил наличие тенденции к увеличению числа облигатно-анаэробных бактерий представителей нормальной микрофлоры, относящихся к родам *Bacteroides*, группам *Atopobium* и *Clostridium coccoides* и нарастание титров непатогенных кишечных палочек и лактобацилл у пациентов, получавших пробиотические композиции при отсутствии выраженных изменений микрофлоры у добровольцев, получавших плацебо.

Пробиотики, бифидобактерии, лактобациллы, микрофлора кишечника, кисломолочные продукты.

### **Введение**

Гастроинтестинальный тракт здорового человека колонизирован несколькими сотнями видов комменсальных и условно-патогенных бактерий, количественный состав которых различается в разных отделах пищеварительной системы и зависит от возраста и диеты человека. Несмотря на то что в настоящее время детально охарактеризована лишь небольшая часть видового разнообразия кишечной микрофлоры, нет сомнений в том, что ее сбалансированный и полноценный состав критически важен для нормального функционирования пищеварительной системы и всего организма в целом. Доминирующими таксономическими группами бактерий, в норме колонизирующими интестинальный тракт человека, являются бифидобактерии, лактобактерии, бактероиды и клостридии. Исследования последних десятилетий продемонстрировали наличие у бактерий этих таксономических групп множества положительных свойств, таких как способность к продукции пищеварительных ферментов и витаминов, способность к подавлению всасывания холестерина в кишечнике, а также противовоспалительная, антиканцерогенная и иммуномодулирующая активность. Позитивное влияние бифидо- и лактобактерий на физиологическое состояние желудочно-кишечного тракта и данные об эффективности пробиотических формул, содержащих культуры бифидобактерий и лактобактерий при лечении ряда заболеваний, в сочетании с полным отсутствием, в частности у бифидобактерий, факторов патогенности объясняют неугасающий интерес исследователей к данной группе микроорганизмов.

Рациональное питание является одним из ключевых факторов, определяющих гармоничный рост, развитие, поддержание здоровья и устойчивости человека к действию инфекционных и других неблагоприятных факторов внешней среды. Особое

значение фактор питания имеет для детей. Важное место в питании людей всех возрастных групп играют коровье молоко и другие продукты, приготовленные на его основе или с его использованием. Их включение в рацион позволяет обеспечить организм дополнительным количеством высококачественного белка и жира, кальция, витамина В<sub>2</sub> и других нутриентов. В последнее время широкое распространение в нашей стране получили кисломолочные продукты с добавлением пробиотических бактерий (лактобациллы и бифидобактерии), которые выступают не только как носители указанных выше пищевых веществ, но и проявляют ряд других полезных физиологических, и в первую очередь пробиотических, свойств: нормализуют кишечную микрофлору и двигательную функцию кишечника, обладают иммуномодулирующей активностью. Учитывая, что современные исследования в области создания новых диетических продуктов направлены, в том числе, на поиск и изучение биологических свойств новых пробиотических штаммов бактерий, которые могли бы быть использованы с целью усиления их благотворных свойств на организм человека, целью настоящего исследования было в ходе ограниченных клинических испытаний на группах здоровых добровольцев определить влияние четырех композиций пробиотических бактерий, перспективных в качестве пищевых добавок, на качественный и количественный состав фекальной микрофлоры при курсовом пероральном приеме.

### **Объект и методы исследования**

#### *Пробиотические штаммы бактерий*

В ходе ранее проведенных исследований по результатам *in vitro* тестов были отобраны три штамма бифидобактерий и три штамма лактобацилл, различающиеся наилучшим сочетанием характеристик, включая: устойчивость к желчи, экстремальным

Таблица 1

Состав групп добровольцев, включенных в исследование

Группа	Получаемый препарат	Численность группы	Средний возраст	Половой состав (М/Ж)
A	Плацебо	14	37,8±10,1	0/14
B	«AiVi» серия Lb 3.30	24	41,0±11,1	7/17
C	«AiVi» серия Lb 3.10	26	37,5±11,3	11/15
D	«AiVi» серия B 6.10	20	35,9±12,9	5/15
E	«AiVi» серия Lb 3.20	14	36,0±8,8	4/10

значениям pH, адгезивность к эпителию кишечника, а также выраженную антагонистическую активность по отношению к условно-патогенным бактериям. На основе этих штаммов были созданы четыре композиции штаммов пробиотических бактерий следующего состава:

1) культура бактериальная пробиотическая «AiVi» серия Lb 3.10 (*Lactobacillus casei* B-1144);

2) культура бактериальная пробиотическая «AiVi» серия Lb 3.20 (*Lactobacillus acidophilus* 593.40.3);

3) культура бактериальная пробиотическая «AiVi» серия Lb 3.30 (*Lactobacillus plantarum* B-1615);

4) культура бактериальная пробиотическая «AiVi» серия B 6.10 (*Bifidobacterium dentium* 49B 40 % от общего содержания бактерий, *Bifidobacterium animalis* 52B 30 %, *Bifidobacterium longum* 53B 30 %).

#### Пациенты

Исследование проводилось двойным слепым плацебо-контролируемым методом с ноября 2012 года по март 2013 года на базе ООО «Зеленые Линии». В состав испытуемых входили 98 добровольцев, считающих себя здоровыми. Из них 94 были сотрудниками ООО «Зеленые Линии». Возраст испытуемых был от 19 до 66 лет (средний возраст 37,9±11,1 года), 27 из них были мужчинами, а 71 – женщинами. Перед началом исследования испытуемые прошли клинический осмотр у врача-гастроэнтеролога, включавший в себя опрос, изучение анамнеза, физикальное обследование. Критериями включения в исследование были: возраст от 18 до 70 лет, отсутствие заболеваний желудочно-кишечного тракта в остром периоде, отсутствие индивидуальных противопоказаний к приему живых молочнокислых культур. Критериями исключения были: заболевания желудочно-кишечного тракта в остром периоде (в т.ч. воспалительные и опухолевые заболевания, болезнь Крона, неспецифический язвенный колит, кишечные инфекции, состояния после перенесенных операций, прием антибиотиков, пробиотиков, гормональных препаратов непосредственно перед началом исследования. Все испытуемые случайным образом были распределены на пять неравных групп (А-Е) (табл. 1). Добровольцы, отобранные для проведения исследования, на протяжении 30 дней самостоятельно принимали препараты живых лиофильно высушенных культур молочнокислых бактерий (15 приемов через день в дозе  $5 \cdot 10^{10}$  живых бактерий), заполняли дневники самочувствия, включая отметку о возникших побочных эффектах. Из 98 человек, включенных в исследование и прошедших первичный осмотр и бактериологическое исследование, 71 предоставил образцы кала для повторного исследования.

До и после приема препаратов проводили бактериологическое и молекулярно-генетическое исследование микрофлоры кишечника.

#### Бактериологическое исследование фекалий

Материалом для исследования служили фекалии, которые испытуемые сами собирали стерильным шпателем и помещали в стерильный транспортный контейнер. В бактериологической лаборатории из исследуемого материала готовили серийные десятикратные разведения в физиологическом растворе и высевали аликвоты на селективные питательные среды [1].

Для выделения микроорганизмов применяли следующие питательные среды: *Bifidobacterium* - агар (Himedia) – для бифидобактерий, *Staphylococcus* агар # 110 (Himedia) – для стафилококков, *Enterococcus* агар (Serva, США) – для энтерококков, *Sabouraud Dextrose* агар (Serva, США) с добавлением хлорамфеникола (400 мг/л) – для дрожжеподобных грибов рода *Candida*. Микроорганизмы семейства *Enterobacteriaceae* и некоторые другие грамотрицательные палочковидные бактерии (*Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*) выделяли на среде *Endo* агар (Serva, США), *Salmonella Shigella* Агар (Himedia) и *Brain Heart Infusion* агар (Serva, США). Чашки Петри с посевами инкубировали при 37 °С в течение 48 часов. Для культивирования чашек с посевами бифидобактерий использовали микроанэростаты (Oxoid, Англия), заполненные газовой смесью (85 % N<sub>2</sub>, 5 % CO<sub>2</sub>, 10 % H<sub>2</sub>). Предварительную идентификацию изолятов энтеробактерий проводили при помощи высева бактерий на среду Клиглера (Serva, США). Окончательную видовую идентификацию проводили с использованием панели биохимических тестов API 20E (Biomerieux). На чашках с сердечно-мозговым агаром также определяли рост аэробных бацилл *Bacillus* sp., к которым относили грамположительные спорообразующие крупные палочки с β-гемолизом, способные к росту в аэробных условиях.

#### Молекулярно-генетическое исследование фекалий

Суммарную бактериальную ДНК выделяли из 0,1 мл суспензии фекалий в физиологическом растворе в разведении 10<sup>1</sup> раз. Экстракцию ДНК проводили с использованием набора «К-Сорб» (Синтол) в соответствии с инструкцией производителя. Выделенную ДНК хранили при –20 °С до проведения ПЦР.

Постановку реакций ПЦР в режиме реального времени осуществляли с использованием готовых 2,5х ПЦР-смесей («Синтол»), содержащих интеркалирующий краситель EvaGreen и блокирующие антитела к Taq-полимеразе для создания эффекта «горячего старта». В реакционные смеси объемом 15 мкл добавляли 2 мкл препарата ДНК (предварительно разведенного в 100 раз в деионизированной

воде) и группоспецифичные олигонуклеотидные праймеры до финальной концентрации 0,2 мкМ. ПЦР проводили в приборе C1000 (Bio-Rad) с оптическим модулем CFX96 с использованием следующей программы: 1) первичная денатурация и активация полимеразы –95 °С, 5 мин 2) денатурация –94 °С, 20 с; 3) отжиг праймеров – 50–55 °С, 20 с; 4) элонгация – 72 °С, 30 с. Длительность программы составляла 35 циклов. Флуоресценция в пробирках детектировалась в режиме реального времени на канале FAM (возбуждение 492 нм, эмиссия 520 нм). Значения пороговых циклов определяли автоматически прибором.

Верификация продуктов ПЦР осуществлялась при помощи записи кривых плавления от 65 до 95 °С с инкрементом 0,5 °С и временем инкубации на каждом шаге 5 с. Построение калибровочных кривых выполняли тем же методом с использованием в качестве матрицы для ПЦР серийных десятикратных разведений рекомбинантных плазмидных ДНК, которые содержат клонированные участки генов 16S рРНК, полученных из бактерий – представителей соответствующих групп. Определение концентрации исходных неразведенных плазмидных ДНК проводили методом абсорбционной спектрофотометрии на длине волны 260 нм. Расчет числа копий бактериальных генов 16S рРНК в исследуемых образцах проводили с использованием программы LibreOffice Calc.

### Результаты и их обсуждение

*Клинический статус испытуемых до начала и по окончании приема препарата*

Обследование добровольцев из группы А показало, что индекс массы тела (ИМТ) у них в среднем составлял 25,5±4,2 (верхняя граница нормы), 35,7 % из них имеют вредные привычки (курение, алкоголь), 57 % были здоровы на момент обследования. Обследование добровольцев из группы В показало, что ИМТ у них в среднем составляет 25,8±4,6, 37,5 % имеют вредные привычки, 83,3 % были клинически здоровы на момент исследования. Добровольцы из группы С имели средний ИМТ, равный 26,3±3,9. Из них 11,5 % имели вредные привычки, а 80,8 % были признаны клинически здоровыми. В группе D среднее значение ИМТ составило 23,1±4,6. О вредных привычках сообщили 20 % обследуемых, 90 % человек были клинически здоровы. В группе E среднее значение ИМТ составило 24,0±5,1. Пятьдесят процентов пациентов этой группы имели вредные привычки. На первичном осмотре 93 % пациентов этой группы были признаны здоровыми.

*Результаты бактериологического и молекулярно-генетического исследования кала до начала и по окончании приема пробиотиков*

Оценка количественного содержания ДНК бактерий — представителей доминирующих таксономических групп кишечной микробиоты проводилась методом ПЦР в режиме реального времени. Для детекции были использованы шесть пар праймеров, специфичных к генам 16S рРНК следующих таксономических и внетаксономических групп бактерий, в норме доминирующих в кишечной микробиоте у че-

ловека: род *Bacteroides*, род *Prevotella*, внетаксономическая группа *Clostridium leptum* (включает роды *Clostridium*, *Faecalibacterium*, *Eubacterium*, *Ruminococcus*, *Subdoligranulum*) [2], внетаксономическая группа *Clostridium coccooides* (включает роды *Butyrivibrio*, *Clostridium*, *Coprococcus*, *Dorea*, *Eubacterium*, *Lachnospira*, *Roseburia*) [3] род *Lactobacillus*, группа *Atopobium* (включает роды *Atopobium*, *Collinsella*, *Eggerthella*, *Coriobacterium*) [4].

Анализ результатов ПЦР в реальном времени показал, что уровни шести доминирующих групп кишечных бактерий достаточно стабильны. Частота встречаемости этих групп микроорганизмов составила 100 % во всех группах пациентов. Количественный уровень микроорганизмов группы *C. leptum* колебался в диапазоне от 8,95 до 11,22 log геномэкв/г. Для группы *C. coccooides* диапазон концентраций простирался от 9,71 до 11,68 log геномэкв/г. Концентрации ДНК грамотрицательных неспорообразующих анаэробов родов *Bacteroides* и *Prevotella* находились в диапазоне от 9,36 до 11,73 и от 8,24 до 11,97 log геномэкв/г соответственно. Интересно, что для представителей рода *Prevotella* было характерно распределение концентраций с двумя максимумами (9,5 и 11,5 log геномэкв/г), на основании чего возможно сгруппировать всех пациентов в две четко разделенные группы с высоким и низким содержанием *Prevotella*. Эти данные согласуются с недавно выдвинутой концепцией «энтеротипов» [5], в соответствии с которой «энтеротип» II характеризуется высоким уровнем превотелл, а «энтеротипы» I и III – низким. Концентрации рода *Lactobacillus* и группы *Atopobium* варьировали от 8,59 до 11,09 и от 7,58 до 10,19 log геномэкв/г соответственно.

Различия количественных уровней как между группами пациентов, так и внутри групп до приема препаратов были минимальны.

Межгрупповое сравнение средних количеств бактериальных ДНК методом однофакторного дисперсионного анализа не выявило статистически значимых различий между пятью группами как до, так и после курса пробиотиков. В то же время использование парного критерия Стьюдента для внутригрупповых сравнений (до и после приема препарата) выявило:

1) в группе В – небольшое статистически значимое увеличение численности групп *Clostridium coccooides* (с 10,77±0,27 до 11,01±0,31 log геномэкв/г, p<0,05), *Bacteroides* (с 10,37±0,42 до 10,77±0,42 log геномэкв/г, p<0,01), *Lactobacillus* (с 9,84±0,44 до 10,21±0,41 log геномэкв/г, p<0,01), *Atopobium* (с 8,91±0,44 до 9,18±0,38 log геномэкв/г, p<0,01);

2) в группе С – увеличение численности тех же бактериальных групп (*Clostridium coccooides* с 10,72±0,24 до 10,94±0,40 log геномэкв/г, p<0,01, *Bacteroides* с 10,53±0,42 до 11,04±0,48 log геномэкв/г, p<0,01, *Lactobacillus* с 9,75±0,40 до 9,99±0,41 log геномэкв/г, p<0,01, *Atopobium* с 8,77±0,44 до 8,93±0,44 log геномэкв/г, p<0,05);

3) в группе D – увеличение численности *Bacteroides* (с 10,35±0,47 до 11,03±0,26 log геномэкв/г, p<0,01);



4) в группе E – увеличение численности *Clostridium coccooides* (с  $10,76 \pm 0,24$  до  $10,99 \pm 0,38$  log геномэкв/г,  $p < 0,05$ ), *Bacteroides* (с  $10,53 \pm 0,30$  до  $10,87 \pm 0,31$  log геномэкв/г,  $p < 0,05$ );

5) в контрольной группе A статистически значимых изменений после курса препарата плацебо выявлено не было.

Целью бактериологического исследования было определение качественного состава и количественного уровня бактерий кишечной микробиоты, относящихся к менее многочисленным, но легкокультивируемым группам: роду *Bifidobacterium*, семейству *Enterobacteriaceae*, родам *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, а также к роду дрожжеподобных грибов рода *Candida*.

Наибольшая частота встречаемости и количественные уровни были характерны для рода *Bifidobacterium* (частота встречаемости от 78,6 до 100 %, при средних уровнях 6,3–10,85 log КОЕ/г). На втором месте по частоте встречаемости и уровню представленности были лактозопозитивные (типичные) кишечные палочки (78,6–100 % при уровнях 4,0–9,46 log КОЕ/г). Несколько меньшие концентрационные уровни были характерны для рода *Enterococcus* (частота выявления 66,7–100 % при уровнях 3,95–9,32 log КОЕ/г). Реже и в более низких концентрациях высевались атипичные лактозонегативные кишечные палочки, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Citrobacter freundii*, *Staphylococcus aureus*, коагулазонегативные стафилококки, бациллы (*Bacillus sp.*), дрожжеподобные (*Candida sp.*) и плесневые грибы. В единичных случаях детектировались также представители родов *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Morganella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Vibrio*. Однако частоты их встречаемости не подлежат статистическому анализу.

В то же время была обнаружена тенденция к росту частоты встречаемости лактозопозитивных кишечных палочек в группе E, сокращению встречаемости атипичных кишечных палочек в группе C, снижению частоты встречаемости клебсиелл во всех группах кроме контрольной и снижению частоты встречаемости коагулазонегативных стафилококков в группе E.

Помимо этого с использованием парного критерия Стьюдента был зарегистрирован рост концентраций лактозопозитивных *E. coli* в группе C после

курса препарата (с  $7,08 \pm 1,15$  до  $7,84 \pm 0,88$  КОЕ/г,  $p < 0,05$ ).

Таким образом, статистический анализ данных о качественном и количественном составе кишечной микрофлоры у испытуемых показал наличие тенденции к увеличению числа облигатно-анаэробных бактерий, относящихся к роду *Bacteroides*, группам *Atopobium* и *Clostridium coccooides* у пациентов, получавших препараты на основе культур лактобацилл (группы B, C, E). В группах B и C выявлено статистически достоверное нарастание количества *Lactobacillus*. Также в группе C выявлен рост концентрации лактозопозитивных кишечных палочек после окончания курса препарата. В группе D обнаружено значимое увеличение числа бактерий рода *Bacteroides*.

### Выводы

Курсовой прием пробиотических культур приготовленных на базе использованных в работе живых штаммов лактобацилл и бифидобактерий (1 месяц, через день, в дозе  $5 \cdot 10^{10}$  живых бактерий), не приводит к изменению клинического статуса здоровых добровольцев и добровольцев с хроническими заболеваниями ЖКТ и заболеваниями других систем в стадии ремиссии.

Бактериологическое и молекулярно-генетическое исследование фекалий выявило тенденцию к количественным сдвигам в кишечной микрофлоре испытуемых в группах B (рост числа бактериоидов, грамположительных анаэробных симбионтов), C (рост числа грамположительных и грамотрицательных анаэробных симбионтов, непатогенных кишечных палочек), D (рост числа бактериоидов) и E (рост числа анаэробов). В то же время в контрольной группе (A) существенных изменений в составе микрофлоры выявлено не было.

Выявлены позитивные изменения в составе «полезной» (пробиотической) флоры у пациентов, получавших опытные закваски. Так, в группах B и C, получавших *Lactobacillus plantarum* B-1615 и *Lactobacillus casei* B-1144, выявлено значимое нарастание численности кишечных лактобацилл.

Проанализированные бактериальные пробиотические культуры могут быть рекомендованы для создания на их основе продуктов функционального назначения.

### Список литературы

1. Биргер, М.О. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования / М.О. Биргер. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1982.
2. Development of 16S rRNA-gene-targeted group-specific primers for the detection and identification of predominant bacteria in human feces / T. Matsuk, K. Watanabe, J. Fujimoto et al. // Appl Environ Microbiol. – 2002. – № 68. – P. 5445–5451.
3. Use of 16S rRNA gene-targeted group-specific primers for real-time PCR analysis of predominant bacteria in human feces / T. Matsuk, K. Watanabe, J. Fujimoto et al. // Appl Environ Microbiol. – 2004. – № 70. – P. 7220–7228.
4. Quantitative analysis of diverse Lactobacillus species present in advanced dental caries / R. Byun, M.A. Nadkarni, K.L. Chhour et al. // J Clin. Microbiol. – 2004. – № 42. – P. 3128–3136.
5. Enterotypes of the human gut microbiome / M. Arumugam, J. Raes, E. Pelletier et al. // Nature. – 2011. – № 473. – P. 174–180.

ГБОУ ВПО Российский национальный исследовательский  
медицинский университет им. Н. И. Пирогова,  
117997, Россия, г. Москва, ул. Островитянова, 1.

ФГБОУ ВПО Московский государственный  
университет пищевых производств,  
125080, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11

#### SUMMARY

**A.N. Shkoporov, B.A. Efimov, E.V. Khokhlova, Z.A. Chernaia,  
E.A. Postnikova, M.D. Belkova**

### **EFFECT OF PROBIOTIC *BIFIDOBACTERIUM* AND *LACTOBACILLUS* CULTURES ON INTESTINAL MICROBIOTA COMPOSITION IN HEALTHY ADULTS**

---

A limited placebo-controlled study was conducted to assess the effect of *per os* intake of four dairy starter cultures composed of probiotic lactic acid bacteria and bifidobacterium on the intestinal microbiota of healthy volunteers. The four starter cultures included: (a) *Lactobacillus casei* B-1144, (b) *L. acidophilus* 593.40.3, (c) *L. plantarum* B-1615, and (d) a mixture of *Bifidobacterium dentium* 49B, *B. animalis* 52B and *B. longum* 53B. The comparison of intestinal microbiota in groups of volunteers receiving probiotic cultures against that in the group of volunteers receiving placebo revealed a number of quantitative changes. These included higher levels of obligate anaerobic bacteria belonging to the genus of *Bacteroides*, *Atopobium*, and *Clostridium coccooides* groups. In addition some of the starter cultures induced higher levels of lactobacilli and non-pathogenic *E. coli*. No statistically significant changes were observed in the group of volunteers receiving placebo.

---

Probiotics, bifidobacteria, lactobacilli, intestinal microbiota, dairy products.

---

N.I. Pirogov Russian National Research,  
Medical University, Moscow 117997, Ostrovitjanova str., 1

Moscow State University of Food Production,  
Moscow, 125080, Volokolamsk highway, 11

Дата поступления: 04.12.2013





УДК 664 (0.45)

**Е.Ю. Егорова, М.С. Бочкарев, И.Ю. Резниченко****ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ  
К ЖМЫХАМ НЕТРАДИЦИОННЫХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР  
ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

По результатам анализа требований действующих НД к жмыхам масличных культур промышленного значения и оценки качества жмыхов нетрадиционных видов масличных культур, производимых малыми предприятиями узкой специализации, обоснованы технические требования к жмыхам пищевого назначения из нетрадиционных видов масличного сырья – жмыху грецкого ореха, жмыху тыквенному, жмыху кунжутному, жмыху льняному, жмыху расторопши пятнистой. На основании экспериментальных исследований определён перечень регламентируемых органолептических и физико-химических показателей качества, установлены допустимые уровни микробиологических и гигиенических требований безопасности жмыхов.

Пищевые жмыхи масличных культур, жмых грецкого ореха, жмых тыквенный, жмых кунжутный, жмых льняной, жмых расторопши пятнистой, разработка ТД, показатели качества и безопасности масличных жмыхов.

**Введение**

На фоне стабильной тенденции к снижению уровня потребления белков животного происхождения как перспективное сырьё для производства различных по составу и назначению продуктов питания в последние годы всё чаще рассматриваются белоксодержащие продукты переработки растительного сырья [1–3]. Мировым лидером по использованию в этом качестве до настоящего времени остаются продукты переработки сои, но как возможные варианты решений обозначенного сырьевого вопроса изучаются также такие потенциальные источники белка, как вторичные продукты переработки семян бахчевых [4], амаранта [5], льна [6], орехов и других нетрадиционных масличных культур.

По некоторым оценкам, дефицит пищевого белка составляет от 10 до 25 млн тонн в год [2]. Вместе с тем в отличие от подсолнечника и бобовых (прежде всего, безусловно, сои), такие нетрадиционные виды сырья, как лён, кунжут, амарант и другие, редко расцениваются как промышленный потенциал растительного белка для массового производства продуктов питания. Жмыхи и шроты из большинства нетрадиционных видов масличного сырья значительно чаще предлагаются как ценная продукция кормового [7, 8] либо технического назначения (для переработки в изоляты и концентраты белков). А в случае расторопши пятнистой исследования ведутся в основном в аспекте оценки возможности пищевого применения шротов [9, 10]. Как следствие, такие жмыхи представляют собой необоснованно мало используемый ресурс ценных по составу (и биологической ценности) белков, липидов, пищевых волокон и других веществ. В значительной степени это связано с отсутствием единых стандартизированных требований к производимым жмыхам из нетрадиционных видов масличного сырья.

**Целью** данной работы являлся анализ соответствия качества промышленно вырабатываемых жмыхов из нетрадиционных видов масличного сырья основополагающим техническим требованиям действующих НД с определением перечня регламентируемых показателей качества и безопасности для жмыхов нетрадиционных масличных культур пищевого назначения.

**Объект и методы исследования**

В качестве объекта исследования выступали:

- действующие НД на жмыхи масличных культур промышленного значения;
- жмыхи нетрадиционных масличных культур, полученные методом однократного холодного пресования из соответствующего вида сырья предприятиями Алтайского края – жмых грецкого ореха, жмых тыквенный, жмых кунжутный, жмых льняной, жмых расторопши пятнистой.

Отбор образцов жмыхов для проведения исследований осуществлялся непосредственно на предприятии в течение 1–2 суток со дня выработки партии в соответствии с порядком, установленным ГОСТ 13979.0-86.

В работе использовались стандартные методы исследований, принятые в отрасли.

Органолептические показатели жмыхов – внешний вид, цвет, запах, наличие тёмных включений – определяли по ГОСТ 13979.4-68, вкус – по ГОСТ 27558-87.

Массовую долю влаги и летучих веществ определяли гравиметрическим методом по ГОСТ Р 54705-2011.

Массовую долю сырого протеина определяли по методу Кьельдаля в соответствии с ГОСТ Р 51417-99, массовую долю сырого жира – экстракционно-весовым методом по ГОСТ Р 53153-2008.

Массовую долю сырой клетчатки определяли по ГОСТ 13496.2-91, массовую долю золы, не растворимой в 10 %-ном растворе HCl, – по ГОСТ 13979.6-69.

Кислотное число жира определяли титрованием экстрагированного из пробы жмыха сырого жира (этаноло-хлороформная экстракция) 0,1М раствором КОН в присутствии фенолфталеина по методике [11], перекисное число жира – титрованием экстрагированного из пробы жмыха сырого жира (в виде раствора в смеси уксусной кислоты и хлороформа) 0,01М раствором Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> по методике [12].

Все органолептические и физико-химические исследования проводились в трёхкратной повторности.

Определение показателей микробиологической и токсикологической безопасности проводили на соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 [13].

### Результаты и их обсуждение

В табл. 1 приведены выдержки из действующих стандартов по основным показателям потребительской ценности жмыхов масличных культур, используемых в качестве сырья для промышленного производства комбикормов [14–17] и пищевых продуктов [18, 19] и реализуемых, соответственно, под ОКП 914600 и ОКП 914611 «Жмыхи и шроты пищевые».

Таблица 1

Требования НД к качеству, условиям и срокам хранения жмыхов масличных культур промышленного значения

Показатель	Характеристика и норма показателя для жмыха					
	кунжутного (ГОСТ 11203-65)	подсолнечного (ГОСТ 80-96)	рапсового (ГОСТ 11048-95)	льняного (ГОСТ 10974-95)	арахисового (ГОСТ 11201-65)	соевого (ГОСТ 8057-95)
Внешний вид	Ракушка или дроблёный				–	–
Цвет	От серого до коричневого разных оттенков		От серого до светло-коричневого		От серого до светло-коричневого с красными крапинками	От жёлтого до светло-бурого. Допускается наличие частиц более тёмного цвета
Запах	Свойственный соответствующему виду масличного сырья, без постороннего запаха (затхлости, плесени, горелости и др.)					Без специфического бобового запаха
Вкус	–	–	–	–	Свойственный соответствующему виду масличного сырья, без прогорклого и других посторонних привкусов Без специфического бобового привкуса	
М. д. влаги и летучих веществ, %	6,0–10,0	Не более 8,5	6,0–9,0	6,0–8,0	6,0–8,0	6,0–8,0
М. д. сырого жира в пересчёте на СВ, %, не более	9,5	10,0	9,0	10,0	6,5	8,0
М. д. сырого протеина в пересчёте на СВ, %, не менее	40,0	38,0	37,0	34,0	52,0	44,0
М. д. сырой клетчатки в пересчёте на сухое обезжиренное вещество, %, не более	6,0	20,0	16,0	9,0	5,0	5,5
М. д. золы общей в пересчёте на сухое обезжиренное вещество, %, не более	–	6,2–6,8	7,0	10,0	–	–
М. д. золы нерастворимой в пересчёте на СВ, %, не более	1,0	1,0	1,5	1,5	0,2	0,6
Проход через сито с отверстиями	–	–	–	–	Диаметром 1 мм, не более 5 %	Диаметром 15 мм, не менее 100 %
Условия хранения	ОВВ не более 60 %, температура не более 35 °С. В летний период температура жмыха может быть выше температуры воздуха не более чем на 5 °С					
Срок годности, мес.	–	3	2	1,5	6	3

Согласно требованиям цитируемых в табл. 1 НД, любой вид промышленно производимого жмыха, вне зависимости от направления переработки (кормовой или производство продуктов питания) должен характеризоваться достаточно низким содержанием жира: массовая доля (м. д.) сырого жира не более 6,5–10,0 % в пересчёте на сухое вещество (СВ). Однако для малых предприятий, имеющих узкую специализацию вследствие ограниченности ассортимента перерабатываемого масличного сырья и достаточно малых (в промышленных масштабах) объёмов производства, – порядка 2–6 т масла в сутки, достижение установленных действующими стандартами уровней остаточной масличности выработываемых жмыхов является практически невозможным. Последнее обусловлено, прежде всего, тем, что на подобных предприятиях эксплуатируются прессы, работающие по принципу форпрессов – для одно-двухкратного холодного отжима масла, не позволяющие получать жмых с настолько низкой остаточной масличностью.

Оценка товарных ресурсов растительного белка должна основываться, прежде всего на культурах, имеющих региональное значение. На территории Алтайского края в качестве такого потенциала могут рассматриваться культивируемый в промышленных масштабах лён и завозимые из других регионов для переработки на масло кедровые и грецкие орехи, семена тыквы, кунжута и рапсовидной пшеницы. При получении масла холодным прессованием по принятой упрощённой схеме (рис. 1) сырьё не измельчается, поэтому выход масла включает только свободную фракцию липидов. Поскольку прочность липопротеиновых связей в масличном сырье находится в корреляционной связи со степенью ненасыщенности жирных кислот липидов, получаемые жмыхи из нетрадиционных видов сырья характеризуются не только сохранением ценных пищевых компонентов в нативной форме, но и закономерно высоким остаточным содержанием жирного масла.

Как показывают результаты испытаний, жмыхи разных видов и партий обладают характерным специфическим вкусом и запахом (без посторонних привкусов и запахов), имеют технологичный внешний вид (рис. 2). Посторонние, металломагнитные примеси, зараженность и загрязнённость насекомыми-вредителями в анализируемых партиях не обнаружены.

С целью определения технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур на примере шести партий продукции каждого наименования было изучено количественное содержание основных компонентов химического состава жмыхов (табл. 2).

Согласно полученным данным, влажность производимых жмыхов находится в достаточно узком, принципиально общем для всех исследуемых видов продукции диапазоне (5,14–8,63 %), что обусловлено одинаковым подходом в технологии к подготовке масличного сырья и отделению масла. Следовательно, в ТД на жмыхи нетрадиционных масличных культур может быть установлена единая норма по этому показателю – не более 9,0 %.

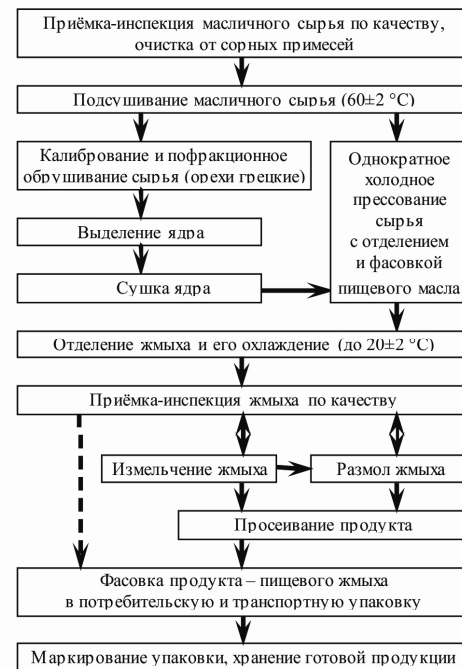


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема получения жмыхов пищевого назначения из нетрадиционных видов масличного сырья

Исследуемые образцы характеризуются значительными вариациями по содержанию основных пищевых веществ. Содержание сырого протеина в разных партиях жмыхов меняется от 16,93 до 64,37 % в пересчёте на СВ в зависимости от вида перерабатываемого сырья. Для четырёх наименований жмыха – грецкого ореха, тыквенного, льняного, кунжутного – зафиксированное минимальное значение данного показателя незначительно превышает 30 %. На этом уровне можно установить норму по содержанию сырого протеина в жмыхах, предназначенных для переработки в концентраты и изоляты белков. Самым низким содержанием сырого протеина отличается жмых рапсовидной пшеницы, семена которой изначально не особенно богаты белком; для данного вида жмыха нормирование сырого протеина нецелесообразно.

Несколько менее существенно жмыхи разных видов различаются по содержанию сырого жира: в исследуемых партиях – от 10,42 до 23,93 % в пересчёте на СВ, при основном диапазоне значений 12–20 %. Как отмечалось выше, такой уровень остаточного содержания жирного масла в жмыхах обусловлен особенностями применяемой технологии. Наиболее высоким содержанием жира из числа подвергнутых испытаниям жмыхов характеризуется кунжутный жмых, что проявляется и в меньшей сыпучести этого жмыха по сравнению с другими видами. Масличность жмыха напрямую связана с его технологическими качествами (сыпучестью, скоростью прогоркания и другими), поэтому норма по данному показателю должна быть установлена с ограничением в большую сторону – не более 25 %: жмых с более высокой масличностью при измельчении начинает слипаться в вязкую пастообразную массу и плохо смешивается с другими компонентами [20].



Рис. 2. Фото образцов промышленно произведённых жмыхов из нетрадиционных видов масличного сырья

Таблица 2

Характеристики жмыхов нетрадиционных масличных культур, производимых предприятиями Алтайского края

Показатель	Наименование жмыха									
	жмых грецкого ореха		жмых тыквенный		жмых кунжутный		жмых льняной		жмых рапсорпши	
М. д. влаги, %	7,12	6,45	6,84	7,27	5,78	8,04	7,81	8,63	5,68	6,78
	7,85	8,19	5,47	6,18	6,14	6,19	7,02	8,03	6,12	8,31
	8,02	5,96	7,11	8,25	7,15	6,92	8,15	6,94	7,24	5,14
Сырой протеин в пересчёте на СВ, %	45,12	43,15	52,33	46,17	54,72	53,37	32,64	37,41	18,47	18,02
	32,24	41,78	49,82	51,16	41,18	42,51	37,52	38,12	19,23	16,93
	46,41	45,24	34,53	45,64	46,55	34,92	33,86	36,05	21,04	18,62
Сырой жир в пересчёте на СВ, %	13,40	15,85	11,75	16,82	16,06	16,54	19,05	15,94	16,93	15,54
	18,23	16,44	18,14	16,08	23,28	22,52	14,46	10,88	16,81	18,12
	12,36	13,52	19,38	18,24	18,35	23,93	11,21	15,10	14,02	16,32
Сырая клетчатка в пересчёте на обезжиренное СВ, %	6,13	5,42	3,22	2,52	13,05	11,91	4,19	6,19	25,38	26,98
	5,21	5,36	2,19	2,83	9,45	10,58	6,54	7,44	26,01	21,23
	7,02	6,84	2,08	1,93	10,42	9,36	4,42	5,71	27,65	26,64
Зола, не растворимая в 10 %-ном растворе HCl, % СВ	0,52	0,39	0,63	0,58	0,71	0,82	0,60	0,67	0,76	0,83
	0,36	0,42	0,53	0,60	0,62	0,73	0,78	0,79	0,84	0,67
	0,68	0,63	0,47	0,44	0,58	0,65	0,54	0,63	0,92	0,81
Кислотное число, мг КОН/г жира	2,1	1,8	1,1	0,9	3,1	2,4	1,9	1,6	0,6	1,1
	2,7	2,4	1,2	1,8	2,3	1,7	1,3	2,1	1,4	0,8
	2,5	2,2	1,1	1,4	2,3	3,5	2,0	1,7	1,1	1,0
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг жира	4,3	5,7	2,9	3,3	6,5	5,2	4,0	3,8	2,1	2,4
	3,6	6,2	3,1	4,8	5,9	5,4	3,2	4,3	2,9	1,8
	4,1	5,4	2,5	3,7	4,7	6,1	4,3	3,5	2,0	2,2

\*Расчётные данные.



По содержанию нерастворимой золы (0,39–0,82 %) все виды и партии жмыхов удовлетворяют требованиям действующих НД.

В качестве основных недостатков химического состава некоторых жмыхов промышленного значения, ограничивающих область их пищевого применения, указываются, как правило, повышенное содержание клетчатки и наличие антипитательных или токсичных соединений, снижающих пищевую ценность жмыхов и характерных, в частности, для продуктов переработки бобовых и крестоцветных масличных культур [3].

Клетчатка, составляющая основу клеточных стенок растительных тканей, является одним из макрокомпонентов и в составе исследуемых жмыхов. Отдельные виды масличного сырья (например, орехи) подвергаются отделению семенной/плодовой оболочки, следствием чего является относительно низкое содержание клетчатки в жмыхах. Другие виды – кунжут, лён, рапсовый – подаются на пресс без отделения семенной оболочки, давая жмыхи более тёмной окраски и с более высоким содержанием клетчатки. С учётом того, что в последние годы клетчатка рассматривается как один из важнейших ингредиентов для разработки продуктов функционального назначения, жмыхи нетрадиционных маслических культур с повышенным её содержанием могут вводиться в рецептуры пищевых продуктов в качестве сырья – источника нерастворимых пищевых волокон.

Особенностью химического состава анализируемых жмыхов является отсутствие антипитательных и токсичных соединений, так как даже в семенах льна сортов современной селекции линамарин (нитрилглюкозид, расщепляющийся под действием глюкозидазы с образованием синильной кислоты) присутствует в следовых количествах, не критичных в аспекте пищевого использования льняного жмыха [21].

Полученные данные, в целом, согласуются с данными по составу жмыхов из нетрадиционного маслического сырья, приведёнными на официальных сайтах предприятий других российских регионов и Украины [22, 23].

Поскольку анализируемые жмыхи представляют собой перспективное сырьё для производства различных по составу и назначению продуктов питания, в технических требованиях должны быть предусмотрены две формы продукции – гранулы или хлопья, получаемые непосредственно после отжима масла, и порошок определённой дисперсности, получаемый путём дополнительного измельчения либо размола этих гранул.

Таким образом, анализ требований действующих НД и результаты собственных исследований позволяют обозначить ряд обязательных органолептических и физико-химических показателей, которые должны контролироваться в каждой партии жмыхов нетрадиционных маслических культур пищевого назначения (табл. 3–4).

Таблица 3

Регламентируемые органолептические показатели качества маслических жмыхов пищевого назначения

Показатель	Характеристика показателя для жмыха		
	цельного	измельченного	молотого
Внешний вид и консистенция	Кусочки или плотные гранулы-хлопья неправильной формы размером от 5 до 12 мм. Допускается наличие частиц меньшего размера, не более 10 % по массе	Плотные частицы неправильной формы размером от 1 до 5 мм. Допускается незначительная комковатость, полностью устраняющаяся при лёгком надавливании	Однородный в массе сыпучий порошок дисперсностью менее 0,3 мм. Допускается незначительная комковатость, полностью устраняющаяся при лёгком надавливании
Цвет	Для жмыха грецкого ореха – от кремового до жёлтого и светло-коричневого, пёстрый. Для жмыха тыквенного – от жёлто-зелёного до коричневатого-зелёного. Для жмыха кунжутного – от кремового до сероватого и светло-коричневого. Для жмыха льняного – коричневый разных оттенков. Для жмыха рапсового – от коричневого до коричневого с зеленоватым оттенком		
Запах	Характерный для соответствующего вида маслического сырья, нейтральный, без плесневого, затхлого, прогорклого и других посторонних запахов		
Вкус	Для жмыха грецкого ореха – свойственный ядру грецких орехов, сладковатый; допускается незначительный привкус горечи, характерный для околоядровой плёнки и не перебивающий основной вкус. Для жмыха тыквенного – вкус тыквенных семян, пресный, сладковатый. Для жмыха кунжутного – свойственный, пресный, сладковатый. Для жмыха льняного – пресный, нейтральный. Для жмыха рапсового – пресный, с умеренной горечью; при разжёвывании допускаются твёрдые крупинки плодовой оболочки семян. Без плесневого, затхлого, прогорклого и других посторонних привкусов		
Наличие минеральной примеси	При разжёвывании не должно ощущаться хруста минеральной примеси		



Таблица 4

Регламентируемые физико-химические показатели  
качества масличных жмыхов пищевого назначения

Показатель	Норма
М. д. влаги и летучих веществ, %, не более	9,0
М. д. сырого протеина для жмыха грецкого ореха, жмыха тыквенного, жмыха льняного, жмыха кунжутного в пересчёте на СВ, %, не менее	30,0
М. д. сырого жира в пересчёте на СВ, %, не более	25,0
М. д. золы, не растворимой в 10 %-ном растворе HCl, в пересчёте на СВ, %, не более	1,0
М. д. металлопримесей, %, не более:	
– частиц в виде пыли	0,01
– частиц размером до 2 мм включительно	0,001
– частицы размером более 2 мм, частицы с острыми режущими краями	Не допускаются
Посторонние примеси	Не допускаются
Зараженность вредителями хлебных запасов (насекомыми и их личинками) или наличие следов заражения	Не допускается

По микробиологическим нормативам безопасности жмыхи пищевого назначения должны соответствовать требованиям ТР ТС 021/2011 в части приложений 1 и 2 (п. 1.8 «Концентраты растительных белков (пищевые), мука соевая»), по гигиеническим требованиям безопасности и допустимым уровням радионуклидов – в части приложения 3 (п. 9 «Пищевой шрот и мука из семян бобовых, масличных и нетрадиционных культур») и приложения 4 (п. 15 «Мука»).

Жмыхам свойственно неупорядоченное течение деструктивных, гидrolитических и окислительных процессов, присущих разрушенным клеткам масличного сырья. С учётом того, что производимые жмыхи отличаются повышенным и достаточно непостоянным (от партии к партии) содержанием бы-

стро окисляющегося жирного масла, необходимо дополнительное введение в перечень регламентируемых показателей безопасности (табл. 5) показателей окислительной порчи – кислотного и перекисного числа.

Испытания анализируемых партий жмыхов по приведённым в табл. 5 нормативам безопасности показали их полное соответствие установленным требованиям. Показатели окислительной порчи, рассчитанные с учетом содержания масла, находятся в пределах уровней безопасности, установленных для масложировой продукции.

Результаты исследований положены в основу ТУ и ТИ 9146–008–53163736–2013, зарегистрированных и утверждённых в установленном порядке.

Таблица 5

Регламентируемые показатели безопасности  
масличных жмыхов пищевого назначения

Показатель		Допустимые уровни
Масса продукта (г), в которой не допускаются	патогенные, в т. ч. сальмонеллы	25
	БГКП (колиформы)	0,1
	<i>S. aureus</i>	0,1
	сульфитредуцирующие клостридии	0,1
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		$5 \cdot 10^4$
Дрожжи, КОЕ/г, не более		$1 \cdot 10^2$
Плесени, КОЕ/г, не более		$1 \cdot 10^2$
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	свинец	1,0
	мышьяк	1,0
	кадмий	0,2
	ртуть	0,03
Пестициды, мг/кг, не более:	гексахлорциклогексан ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -изомеры)	
	– для жмыха льняного и жмыха расторопши	0,4
	– для остальных наименований	0,5
	ДДТ и его метаболиты	
– для жмыха льняного и жмыха расторопши	0,1	
– для остальных наименований	0,15	
Показатели окислительной порчи жира, не более:	– кислотное число, мг КОН/г жира	4,0
	– перекисное число, ммоль активного кислорода/кг жира	10,0
Микотоксины: афлатоксин В <sub>1</sub> , мг/кг, не более		0,005
Меламин		Не допускается (менее 1 мг/кг)
Удельная активность цезия-137, Бк/кг, не более		60

## Список литературы

1. Антипова, Л.В. Оценка потенциала источников растительных белков для производства продуктов питания / Л.В. Антипова, Л.Е. Мартемьянова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 8. – С. 10–12.
2. Пахомова, О.Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур для повышения пищевой и биологической ценности продуктов питания / О.Н. Пахомова // Альманах «Научные записки Орел ГИЭТ». – 2011. – № 1 (4).
3. Рензьева, Т.В. Потребительские свойства продуктов переработки семян крестоцветных масличных культур Сибирского региона: монография / Т.В. Рензьева. – Кемерово, 2009. – 200 с.
4. Ханфер, Р. Тыквенные семена – перспективный источник пищевого белка / Р. Ханфер, В.Г. Щербаков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 5–6. – С. 44–46.
5. Скобельская, З.Г. Шрот амаранта – ценное сырье / З.Г. Скобельская, С.Д. Хасанова // Кондитерское производство. – 2004. – № 3. – С. 16.
6. Григорьева, А.Л. Изучение биохимического состава, биологической ценности и структуры белковых продуктов, полученных из жмыхов семян льна: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.04 / Григорьева А.Л. – Тверь, 2007. – 24 с.
7. Состав и питательность подсолнечного, льняного и рыжикового жмыхов, полученных из семян сортов сибирской селекции / П.Ф. Шмаков, Е.А. Чаунина, Е.И. Шабашева и др. // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. – № 7. – С. 66–72.
8. Жмыхи и шроты в рационах домашних животных. – Режим доступа: [http://revolution.allbest.ru/agriculture/00235330\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/agriculture/00235330_0.html).
9. Семёнкина, Н.Г. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки расторопши пятнистой: автореф. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Семёнкина Н.Г. – М., 2010. – 26 с.
10. Шрот расторопши пятнистой в хлебобулочных изделиях / Л.П. Пашенко, Т.В. Санина, В.Л. Пашенко и др. // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 7. – С. 15–19.
11. ГОСТ Р 52110-2003. Масла растительные. Методы определения кислотного числа.
12. ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа.
13. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – Утв. 09.12.11 г. – 242 с.
14. ГОСТ 11203-65. Жмых кунжутный (сезамовый). Технические условия.
15. ГОСТ 80-96. Жмых подсолнечный. Технические условия.
16. ГОСТ 10974-95. Жмых льняной. Технические условия.
17. ГОСТ 11048-95. Жмых рапсовый. Технические условия.
18. ГОСТ 11201-65. Жмых арахисовый пищевой. Технические условия.
19. ГОСТ 8057-95. Жмых соевый пищевой. Технические условия.
20. Егорова, Е.Ю. Научно-практические аспекты производства, экспертизы и применения масла кедрового ореха: монография / Е.Ю. Егорова. – Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2011. – 345 с.
21. Шульвинская, И.В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений / И.В. Шульвинская, О.А. Доля, О.В. Ширококорядова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 40–42.
22. Официальный сайт ООО «Поместье Сибири» (г. Томск). – Режим доступа: <http://www.sibproduct.info>.
23. Официальный сайт ООО «Кронос-МК» (г. Чернигов, Украина). Перечень технических требований к продукту. – Режим доступа: [http://www.kronos-oil.com.ua/Gmihimenu\\_rus.htm](http://www.kronos-oil.com.ua/Gmihimenu_rus.htm).

Бийский технологический институт (филиал)

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,  
659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27.  
Тел/факс (3854) 43-53-00,  
e-mail: [info@bti.secna.ru](mailto:info@bti.secna.ru)

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: [office@kemtipp.ru](mailto:office@kemtipp.ru)

## SUMMARY

**E.Ju. Egorova, M.S. Bochkarev, I.Ju. Reznichenko****DEFINITION OF TECHNICAL REQUIREMENTS TO OILCAKES  
OF NONCONVENTIONAL FOOD OIL-BEARING CROPS**

---

According to the results of the analysis of the existing RD requirements to oilcakes of commercial oil-bearing crops and quality assessment of oilcakes of nonconventional oil-bearing crops produced by small enterprises of narrow specialization, technical requirements to food oilcakes of nontraditional oil-bearing raw materials are justified. Among them are walnut oilcake, pumpkin seed oilcake, sesame oilcake, linseed oilcake, milk thistle oilcake.

On the basis of experimental research the list of regulated organoleptic and physical-chemical quality factors has been determined. Admissible levels of microbiological and hygienic requirements for oilcakes safety are established.

Food oilcakes of oil-bearing crops, walnut oilcake, pumpkin seed oilcake, sesame oilcake, linseed oilcake, milk thistle oilcake, TD development, oilcake quality and safety factors.

---

Biysk Technological Institute (Branch of Polzunov Altai State Technical University),  
27, Trofimov st., Biysk, 659305, Russia.  
Phone/fax: +7 (3854) 43-53-00,  
e-mail: info@bti.secna.ru

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 09.12.2013*



УДК 663.21

Т.Ф. Киселева, О.А. Иголинская, Е.В. Бастрон

## НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ПРИ ОЦЕНКЕ СООТВЕТСТВИЯ СОДЕРЖАНИЯ КОНСЕРВАНТОВ В ВИНАХ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Проведены исследования содержания консервантов диоксида серы и сорбиновой кислоты в столовых винах, представленных в современных торговых сетях. Анализ нормативных документов, принятых в настоящее время для подтверждения соответствия качества и безопасности вин, выявил несоответствия как в количественных значениях, так и в единицах величин утвержденных норм.

Нормативные документы, консерванты, диоксид серы, сорбиновая кислота, качество, безопасность, столовые вина.

### Введение

В настоящее время регламентирующими документами, определяющими качество и безопасность столовых вин, являются: технические регламенты Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [1], «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» [2], национальные стандарты «Вина столовые и виноматериалы столовые» [3], «Вина защищенных географических указаний и вина защищенных наименований места происхождения» [4], санитарные правила и нормы «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» [5] и проект Технического регламента «О безопасности алкогольной продукции» [6].

В Российской Федерации Техническим регламентом называется документ (нормативно-правовой акт), устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования. Понятие Технического регламента введено Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ. В законе разделяются такие понятия, как «технический регламент» и «стандарт». В то время как стандартизация осуществляется в соответствии с принципами добровольного применения стандартов,

технические регламенты носят обязательный характер, однако могут устанавливать только минимально необходимые требования в области безопасности, причем приниматься они могут только в определенных целях. В переходный период, до момента принятия необходимых технических регламентов, с указанными целями должны применяться соответствующие требования ранее принятых ГОСТ (ГОСТ Р), санитарных и строительных правил и норм, а также других ведомственных руководящих документов (ТУ, РД, ПР и др.).

При сопоставительном анализе имеющихся нормативных документов выявлено несоответствие в нормируемых показателях для консервантов диоксида серы и сорбиновой кислоты. В табл. 1 приводится сравнение требований к содержанию консервантов в действующем Техническом регламенте Таможенного союза о требованиях безопасности пищевых добавок и в проекте Технического регламента о безопасности алкогольной продукции (ТР ТС 201), разработанного в соответствии с Соглашением о единых принципах и правилах технического регулирования в республиках Беларусь, Казахстан и Российской Федерации от 18 ноября 2010 года и внесенного на публичное обсуждение.

Таблица 1

Сравнение ТР ТС 029/2012 и проекта ТР ТС 201  
по максимально допустимым уровням консервантов  
диоксида серы и сорбиновой кислоты в винодельческой продукции

Пищевая добавка (индекс E)	ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомога- тельных средств (приложение 8)		Проект ТР ТС 201 О безопасности алкогольной продукции. Технологические операции и технологиче- ские средства, используемые для производст- ва винодельческой продукции (п. 23, п. 31)	
	Пищевая продукция	Максимальный уровень в продукции	Пищевая продукция	Максимальный уровень в продукции
<b>Сорбиновая кислота (E200) и ее соли сорбаты:</b>  натрия (E201), калия (E202), каль- ция (E203) — по отдельности или в комбинации, в пересчете на сорби- новую кислоту	Напитки ароматизиро- ванные на винной основе	200 мг/л	Вся винодельческая продукция	200 мг/дм <sup>3</sup>
	Вина ординарные, пло- довые, медовые, сидр, вина безалкогольные	300 мг/л		

Пищевая добавка (индекс E)	ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомога- тельных средств (приложение 8)		Проект ТР ТС 201 О безопасности алкогольной продукции. Технологические операции и технологиче- ские средства, используемые для производст- ва винодельческой продукции (п. 23, п. 31)	
	<b>Сернистая кислота (диоксид серы E220) и соли:</b>  гидросульфит (бисульфит) калия E228, гидросульфит кальция E227, гидросульфит натрия E222, пиросульфит калия E224, пиросульфит натрия E223, сульфит калия E225, сульфит кальция E226, сульфит натрия E221- по отдельности или в комбинации в пересчете на диоксид серы	Спиртные напитки с содержанием спирта менее 15 об. %	200 мг/л	Вина виноградные
Вина виноградные		300 мг/кг		
Вина плодовые, в том числе шипучие, сидр; медовые вина		200 мг/кг	Вина фруктовые и винные напитки медовые	200 мг/дм <sup>3</sup>
Вина безалкогольные		200 мг/кг	Остальные винодельческие продукты, кроме продуктов с объемной долей этилового спирта более 22,0 %	200 мг/дм <sup>3</sup>

В табл. 1 в графе «Максимальный уровень в продукции» уже принятого Технического регламента существует несоответствие единиц величин согласно межгосударственному стандарту [8]. Так, для сорбиновой кислоты применяются единицы величин мг/л вместо рекомендуемых мг/дм<sup>3</sup>; для диоксида серы как мг/кг, так и мг/дм<sup>3</sup>. Стандартом [9] на метод определения диоксида серы расчет концентрации предусмотрен в мг/дм<sup>3</sup>. В графе «Пищевая продукция» в проекте ТР ТС 201 для сорбиновой кислоты винодельческой продукции не приведена классификация по отдельным видам. Кроме того, используется недопустимая терминология. Так, согласно ГОСТ Р 52335 [10], термин «Виноградное вино» является недопустимым, хотя в ТР ТС 029/2012 и проекте ТР ТС 201 этот термин присутствует.

Таким образом, когда проект ТР ТС будет утвержден, тогда отменится подтверждение соответствия этой продукции в прежней системе сертификации ГОСТ Р. Как предполагалось, за переходный период должно было произойти полное замещение сертификации продукции в системе ГОСТ Р на подтверждение соответствия продукции в рамках Закона «О техническом регулировании». Для сертификации продукции в системе ТР ТС разработаны новые формы документов подтверждения соответствия (декларация о соответствии ТС и сертификат о соответствии ТР ТС).

Однако наряду с требованиями указанного действующего ТР ТС и проекта ТР ТС содержание консервантов также нормируется СанПиН «Гигиенические требования по применению пищевых добавок» и ГОСТ Р «Вина столовые и виноматериалы столовые» (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение СанПиН 2.3.2.1293-03 и ГОСТ Р 52523-2006 по максимально допустимым уровням консервантов диоксида серы и сорбиновой кислоты в винодельческой продукции

Пищевая добавка (индекс E)	СанПиН 2.3.2.1293-03 Гигиенические требования по применению пищевых добавок Приложение 1. Пищевые добавки для производства пищевых продуктов (п. 3.3.20)		ГОСТ Р 52523-2006 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия (п. 4.1.3.7)	
	Пищевая продукция	Максимальный уровень в продукции	Пищевая про- дукция	Максимальный уровень в продукции
<b>Сорбиновая кислота (E200) и ее соли сорбаты:</b>  натрия (E201), калия (E202), кальция (E203) – по отдельности или в комбинации в пересчете на сорби- новую кислоту	Напитки ароматизированные на винной основе	200 мг/дм <sup>3</sup>	Содержание сорбиновой кислоты не нормируется	
	Вина ординарные плодовые, медовые, сидр, вина безалкогольные	300 мг/дм <sup>3</sup>		
	Спиртные напитки с содержанием спирта менее 15 об.%;	200 мг/дм <sup>3</sup>		



Окончание табл. 2

Пищевая добавка (индекс Е)	СанПиН 2.3.2.1293-03 Гигиенические требования по применению пищевых добавок Приложение 1. Пищевые добавки для производства пищевых продуктов (п. 3.3.20)		ГОСТ Р 52523-2006 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия (п. 4.1.3.7)	
	<b>Сернистая кислота (диоксид серы E220) и соли:</b>  гидросульфит (бисульфит) калия E228, гидросульфит калия E227, гидросульфит натрия E222, пиросульфит калия E224, пиросульфит натрия E223, сульфит калия E225, сульфит калия E226, сульфит натрия E221- по отдельности или в комбинации в пересчете на диоксид серы	Вина виноградные	300 мг/дм <sup>3</sup>	Столовые сухие вина, виноматериалы
Вина плодовые, в том числе шипучие, сидр; медовые вина		200 мг/дм <sup>3</sup>	Вина полусухие, полусладкие, сладкие	300 мг/дм <sup>3</sup>
Вина безалкогольные		200 мг/кг		

Несовершенство в выделении групп алкогольной продукции не позволят совершить достоверную оценку качества столовых вин, а также определиться с граничными концентрациями для конкретного типа вина. Так, при сравнении нормативной документации ГОСТ Р и СанПиН, представленных в табл. 2, выявлено несоответствие в максимально допустимых уровнях консерванта диоксида серы. В СанПиНе нет разграничения норм для конкретного типа вина, все вина объединены в группу «Виноградные вина», предельная концентрация консерванта в которой составляет 300 мг/дм<sup>3</sup>, в то время как в стандарте существует четкое различие в максимально допустимых уровнях консерванта диоксида серы: для полусладких и полусухих вин – не более 300 мг/дм<sup>3</sup>, для сухих вин – не более 200 мг/дм<sup>3</sup>.

#### Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись столовые полусладкие красные и белые вина, ассортимент которых определялся из наиболее широко представленных в торговых сетях г. Кемерово. Исследовано 11 столовых полусладких вин, произведенных на территории Российской Федерации, по показателям: массовой концентрации диоксида серы (E220) и массовой концентрации сорбиновой кислоты (E202).

Метод исследования диоксида серы использовался стандартизованный [9]. Для исследования сорбиновой кислоты в винах нет нормированного метода, поэтому изучение этого показателя проводится исследовательскими, вновь разрабатываемыми методами. Исследования сорбиновой кислоты в винах проводились методом высокоэффективной микроколонной хроматографии, он использовался в настоящем исследовании для идентификации консерванта [11]. Исследования проводились в трехкратной повторности с учетом статистических параметров, проведения параллельных измерений, определения среднего значения и критериев повторяемости и воспроизводимости.

#### Результаты и их обсуждение

В исследуемых столовых полусладких красных и белых винах были определены такие консерванты, как диоксид серы и сорбиновая кислота.

Диоксид серы добавляется в виноматериал еще на ранней технологической стадии с целью предупреждения забраживания суслу. Это связано со способностью диоксида серы угнетать жизнедеятельность микроорганизмов, и в первую очередь дрожжей. Кроме этого, подавляется также и действие окислительных ферментов. Дозировка диоксида серы зависит от многих факторов, и в первую очередь от качества перерабатываемого винограда: чем ниже качество и кондиционные свойства, тем выше степень сульфитирования.

Сульфитация необходима и при развитии посторонней микрофлоры (молочнокислые, уксуснокислые бактерии, дрожжи) в винах с низкой кислотностью и невысоким содержанием этилового спирта. В этом случае вино заболевает, происходит микробиологическое помутнение, появляется неприятный вкус и оно становится непригодно для употребления. Такое использование диоксида серы на разных технологических стадиях в разных дозировках может привести к тому, что в готовом вине предельно допустимые концентрации этого консерванта могут быть превышены.

Что касается сорбиновой кислоты, то ее с целью предохранения от развития посторонних микроорганизмов можно добавлять только в безалкогольные вина (ввиду того, что этиловый спирт является сам консервантом) и плодовые (ввиду особенности химического состава плодов и ягод, используемых для производства вин). Добавлять же сорбиновую кислоту в столовые вина в качестве консерванта недопустимо [5], но ряд недобросовестных товаропроизводителей, игнорируя эти требования, добавляют сорбиновую кислоту и ее соли в качестве консервантов для сохранения качества своей продукции в течение гарантированного срока ее годности, особенно это касается розлива виноградных вин в комбинированные упаковки на основе полимерных материалов.

Содержание консервантов в российских белых и красных сухих и полусладких винах приведено в табл. 3.

Результаты исследования содержания консервантов в столовых винах

Виноградное вино	Тип вина	По содержанию сахара	Страна и регион производителя	Массовая концентрация сорбиновой кислоты, мг/дм <sup>3</sup>	Массовая концентрация диоксида серы, мг/дм <sup>3</sup>
«Звезда Тамани»	Красное	Сухое	Россия, Краснодарский край	Отсутствие	70±0,1
«Тайный рецепт монаха»	Красное	Полусладкое	Россия, Краснодарский край	210,9±1,5	77±0,1
«Монастырская гроздь»	Красное	Полусладкое	Россия, Краснодарский край	247,5±1,5	51±0,1
«Шардоне»	Белое	Полусладкое	Россия, Краснодарский край	220,8±1,5	32±0,1
«Любимое вино монахов Мускат»	Белое	Полусладкое	Россия, Краснодарский край	245,9±1,5	19±0,1
«Любимое вино монахов Шардоне»	Белое	Полусладкое	Россия, Краснодарский край	247,5±1,5	74±0,1
«Ласковые сети»	Белое	Полусладкое	Россия, Ленинградская область	224,0±1,5	115±0,1
«Коварство и любовь»	Белое	Полусладкое	Россия, Краснодарский край	209,8±1,5	154±0,1
«Хаус Вайн»	Белое	Полусладкое	Россия, Тверская область	Отсутствие	96±0,1
«Мускат»	Белое	Полусладкое	Россия, Новосибирская область	0	96±0,1
«Эль Мустанго»	Белое	Полусладкое	Россия, Тверская область	0	128±0,1

Результаты, представленные в табл. 3, показывают, что количественные показатели для исследованной группы вин соответствуют установленным требованиям. Содержание консерванта диоксида серы в исследованных винах находится в пределах от 30 до 150 мг/дм<sup>3</sup>.

Полученные значения содержания сорбиновой кислоты расположены в диапазоне от 210 до 250 мг/дм<sup>3</sup>. При соотношении результатов исследования с информацией, указанной на этикетке, были выявлены очевидные несоответствия между ними. Так, в двух из одиннадцати отобранных образцов столовых вин отсутствовала информация о наличии в составе вина консерванта сорбиновой кислоты.

Проводя анализ конкретного типа вина и сопоставляя информацию, указанную на этикетке и

контрэтикетке с существующими документами, часто возникают недопонимания и разногласия в выборе основополагающего документа. Зачастую производители указывают только СанПиН, не указывая ГОСТ. Однако методы контроля на конкретный показатель, и в частности определение массовой концентрации диоксида серы, приведены именно в ГОСТе.

Таким образом, настоятельно необходимо принятие технического регламента о безопасности алкогольной продукции, коррелирующего с ранее принятыми нормативными документами, так как затягивание его утверждения порождает неоднозначное толкование в оценке соответствия качества и безопасности алкогольной продукции.

#### Список литературы

1. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: утв. Решением № 880 от 9.12.2011 Комиссии Таможенного союза; действ. с 01.07.2013.
2. ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств: утв. Решением № 57 от 20.07.2012 советом Евразийской экономической комиссии; действ. с 01.07.2013.
3. ГОСТ Р 52523-2006. Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2008. – ГУ ВНИИ ПБ и ВП, 2006. – 18 с.
4. ГОСТ Р 55242-2012. Вина защищенных географических указаний и вина защищенных наименований места происхождения. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2013. – ГНУ ВНИИ ПБ и ВП, 2012. – 12 с.
5. СанПиН 2.3.2.1293-03. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. – Введ. 15.06.2003. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003.
6. Проект ТР ТС 201. О безопасности алкогольной продукции; вынесен на публичные слушания. – Евразийская экономическая комиссия. Нормативно-правовая база ЕЭК. – Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/> (дата обращения: 10.12.2013).

7. О техническом регулировании: федер. закон Российской Федерации от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 28.12.2013): принят Государственной Думой 15.12.2002.
8. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин. – Введ. 01.09.2003. – ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, 2003 – 32 с.
9. ГОСТ Р 51655-2000. Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации свободного и общего диоксида серы. – Введ. 01.07.2001. – ГУ ВНИИ ПБ и ВП, 2000. – 6 с.
10. ГОСТ Р 52335-2005. Продукция винодельческая. Термины и определения. – Введ. 01.01.2008. – М.: Стандартинформ, 2005. – 10 с.
11. Киселева, Т.Ф. Оценка соответствия столовых вин, реализуемых в торговых сетях / Т.Ф. Киселева, О.А. Иголинская // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 42–45.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

#### SUMMARY

**T.F. Kiseleva, O.A. Igolinskaja, E.V. Bastron**

### **UNCERTAINTY IN ESTABLISHING CORRESPONDENCE OF PRESERVATIVE CONTENT IN WINES TO THE REQUIREMENTS OF STANDARD REGULATIONS**

---

The researches on the content of sulfur dioxide and sorbic acid as preservatives in grape wines presented in modern trading network have been done. The analysis of the current normative documentation adopted to confirm the wines quality and safety revealed the discrepancies in quantitative values, and in the quantity units of approved standards.

---

Normative documentation, preservatives, sulfur dioxide, sorbic acid, quality, safety, table wines.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 31.08.2013*



Е.А. Науменко, О.Н. Анохина

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ ЗАМОРОЖЕННЫХ РЫБНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Проведены исследования экспериментальных образцов на микробиологическую безопасность. Исследованы органолептические показатели экспериментальных образцов, панированных в корне сельдерея, корне петрушки, фасоли белой и пшеничных сухарях (выбранных за контроль). Установлен режим холодильного хранения, в течение которого рыбные полуфабрикаты остаются безопасными, надёжно сохраняют основные показатели качества и функциональные характеристики.

Рыбные полуфабрикаты, растительное сырьё, микробиологические исследования, органолептическая оценка, холодильное хранение.

### Введение

В настоящее время для оценки порчи пищевых продуктов используется множество различных методов, решающую роль среди которых играют микробиологические. В последнее время потенциальным индикатором степени свежести и безопасности пищевых продуктов общепризнана зависимость между ростом и размножением микроорганизмов и химическими реакциями, происходящими в процессе хранения.

Порчу какого-либо пищевого продукта можно определить как нежелательные изменения, которые делают его неприемлемым для потребления. Гарантией безопасности и качества пищевых продуктов является эффективный мониторинг холодильной цепи, включая производство, сбыт, транспортировку и хранение продукта.

Несмотря на последние достижения пищевых технологий, изменения в стиле жизни потребителей побуждают пищевую промышленность удовлетворять потребности рынка. Потребитель сегодня хочет приобретать пищевые продукты с высокими органолептическими характеристиками качества, с улучшенными функциональными и питательными свойствами в сочетании с традиционным внешним видом и гарантированной безопасностью для здоровья. Возрастает спрос на натуральные пищевые продукты с минимальной технологической обработкой и без применения пищевых добавок [6].

Для поддержания здоровья, работоспособности и долголетия населения важное значение в настоящее время имеет полноценное и регулярное снабжение организма человека основными компонентами питания, микро- и макроэлементами [2]. Правильно построенное питание способствует выработке защитной реакции человеческого организма на неблагоприятные воздействия на него условий внешней среды. Дефицит микронутриентов приводит к нарушению обменных процессов в организме и возникновению различного рода заболеваний.

Среди пищевых факторов, имеющих особое значение для поддержания здоровья, работоспособности и активного долголетия человека, важнейшая роль принадлежит микронутриентам – витаминам и

жизненно важным минеральным веществам. Организм человека не вырабатывает микронутриенты и должен получать их в готовом виде с пищей.

Способность запасать микронутриенты впрок у организма отсутствует, поэтому они должны поступать регулярно, в полном наборе и количестве, соответствующем физиологической потребности организма человека.

Введение в рецептуры наряду с рыбой растительных компонентов позволяет получать полуфабрикаты с набором нутриентов, обладающих бактерицидными и бактериостатическими свойствами, повышающих иммунитет организма, снижающих преждевременное старение, выводящих из организма токсичные элементы.

**Целью** работы являлось изучение влияния панировок из растительного сырья на микробиологические и органолептические показатели рыбных полуфабрикатов при холодильном хранении.

В соответствии с поставленной целью задачами исследования являлись:

- исследование рыбных полуфабрикатов на микробиологическую безопасность;
- исследование органолептических показателей качества при холодильном хранении полуфабрикатов.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования являются образцы филе трески охлаждённой, панированные в трёх различных, совершенно новых видах панировки и классический образец – в пшеничных сухарях. Был использован двойной слой панировки. Замороженные полуфабрикаты хранились 7 месяцев при температуре  $(-18 \pm 1)$  °С. На протяжении всего периода холодильного хранения исследуемые образцы подвергались микробиологическим и органолептическим исследованиям.

Для обогащения высокобелкового рыбного полуфабриката микронутриентами может быть использовано растительное сырьё: например, бобовые, белые корни (петрушка и сельдерей).

В качестве панировок были выбраны: сушёные корни сельдерея и петрушки, фасоль белая молотая в сочетании с чёрным молотым перцем и в качестве

контрольного образца – сухари панировочные (пшеничные).

Корень петрушки содержит эфирные масла, витамины А, В1, В2, РР, К. Корень петрушки содержит много селена (антиканцерогенный фактор) и препятствует развитию некоторых видов сердечно-сосудистых заболеваний.

Корень сельдерея богат клетчаткой, витаминами К, РР и Е, аскорбиновой и никотиновой кислотами, рибофлавином и тиаминном, провитамином А, а также полноценным набором минералов (кальцием, магнием, йодом, железом, фосфором, цинком, калием и т.д.).

Полезные свойства фасоли обеспечиваются богатым набором витаминов А, В, К, РР, С, фолиевой кислоты, макро- и микроэлементов S, Fe, Mg, Ca, P, K, Na, J, а также значительным количеством витамина Е.

### Результаты и их обсуждение

Полуфабрикаты из трески, панированные с использованием растительного сырья, были подвергнуты замораживанию и холодильному хранению в течение 7 месяцев при температуре  $(-18 \pm 1)^\circ\text{C}$ .

Сырьё и приготовленные полуфабрикаты перед замораживанием были проверены на микробиологическую безопасность. Микробиологические исследования сырья и панированных полуфабрикатов из трески при холодильном хранении проводили в соответствии с методическими указаниями «Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов» МУК 4.2.1847-04 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 06.03.2004) [7].

По микробиологическим показателям продукция должна соответствовать требованиям п. 1.3.1.3 СанПиН 2.3.2.1078-01 [4], приведённым в табл. 1.

Таблица 1

Нормативные значения микробиологических показателей

Показатель	Значение показателя
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^5$
Бактерии группы кишечной палочки (колиформы) в 0,001 г	Не допускаются
<i>Staphylococcus aureus</i> в 0,01 г	Не допускаются
Патогенные, в том числе сальмонеллы и <i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г	Не допускаются
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> , КОЕ/г, не более (для морской рыбы)	100

Для определения сальмонелл навеску с рыбой массой 25 г отбирали в стерильную ёмкость, измельчали и помещали в среду Мюллера и термостатировали. При помутнении среды проводили идентификацию путем посева штрихом на плотную дифференциально-диагностическую среду ВСА, на которой сальмонеллы образуют колонии черного цвета. В исследованных образцах на протяжении всего срока хранения сальмонеллы не выявлены.

Для определения *Listeria monocytogenes* навеску исследуемого образца массой 25 г вносили в бульон Фрайзера и термостатировали. Далее делали посев по 0,1 мл на поверхность двух чашек Петри на агар для идентификации листерий и термостатировали. Далее наблюдали, образуются ли мелкие серовато-зелёные или оливково-зелёные колонии с чёрным ореолом. В данных полуфабрикатах *L. monocytogenes* обнаружены не были.

Для выявления *Vibrio parahaemolyticus* использовали 10 %-ную взвесь продукта. Производили посев исследуемой взвеси на пластинку дифференциально-диагностического агара в чашке Петри при помощи шпателя Дригальского и в пептонную воду с 5 % NaCl. Далее посева инкубировали. Подороженный материал с пептонной воды также высевали на дифференциально-диагностический агар (среда Сабуро) и термостатировали. В исследуемых образцах содержание *V. parahaemolyticus* не превышало допустимого значения и варьировало в пределах до  $10^2$ .

Для выявления *Staphylococcus aureus* готовили 10 %-ную взвесь исходного материала в РПБ с 6,5 %

хлористого натрия и термостатировали. После термостатирования материал высевали на желточно-солевой агар и снова термостатировали. Патогенные стафилококки на желточно-солевом агаре образуют радужный венчик. На протяжении всего срока хранения исследуемых полуфабрикатов патогенные стафилококки обнаружены не были.

Для выявления дрожжей и плесневых грибов из 10 %-ной взвеси продукта 1 мл высевали в две чашки Петри, далее заливали питательной средой Сабуро и термостатировали 5 суток. Развитие дрожжей на агаризованных средах сопровождается образованием крупных выпуклых блестящих серовато-белых, белых, розовых колоний с гладким ровным краем. Плесневые грибы дают на средах пушистые волокнистые колонии, окрашенные в разные цвета. В данных полуфабрикатах дрожжи и плесневые грибы обнаружены не были.

Для определения количества колиформных бактерий по 1 см<sup>3</sup> исходного разведения вносили в две стерильные чашки Петри. Чашки с внесённым в них продуктом заливали агаризованной питательной средой. Посевы в чашках инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 часов. Для исследуемых образцов типичных колоний группы кишечной палочки (колиформы) обнаружено не было [1].

Результаты микробиологических исследований показали отсутствие патогенной микрофлоры во всех исследованных образцах и соответствие их требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», что свидетельствовало о хоро-



шем качестве сырья и приготовленных полуфабрикатов перед замораживанием.

Для определения общей бактериальной обсеменённости навеску образца массой 10 г помещали в стерильную ступку со стерильным песком. Тщательно растирали. Затем растёртую массу переносили в колбу со стерильной водой 90 см<sup>3</sup> и размешивали. Далее выполняли разведение материала в 10<sup>2</sup>, 10<sup>3</sup>, 10<sup>4</sup>, 10<sup>5</sup> раз. Соответствующие разведения заливали рыбо-пептонным агаром и термостатировали. После термостатирования просчитывали все выросшие колонии.

На рис. 1 показана динамика изменения общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) у исследуемых образцов на протяжении холодильного хранения в течение 196 суток.

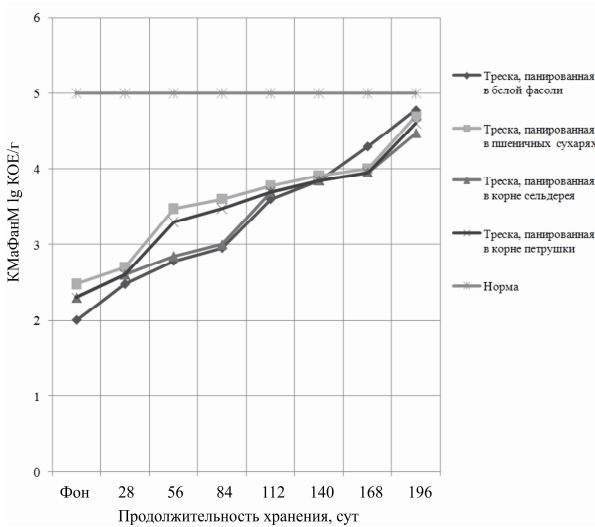


Рис. 1. Динамика изменения общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ)

Результаты исследований свидетельствуют о том, что на протяжении 196 суток холодильного хранения при температуре  $(-18 \pm 1)^\circ\text{C}$  образцы соответствовали требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 по всем микробиологическим показателям.

Для оценки органолептических показателей качества готовых изделий была разработана 5-балльная шкала с учётом коэффициента значимости. За основу оцениваемых показателей были приняты следующие органолептические показатели: форма изделия, цвет и толщина слоя растительного сырья, его целостность, консистенция, запах, вкус изделия [3, 5].

С учётом коэффициентов значимости были рассчитаны средние оценки органолептических показателей на момент изготовления рыбных полуфабрикатов. На рис. 2 представлены итоговые оценки органолептических показателей.

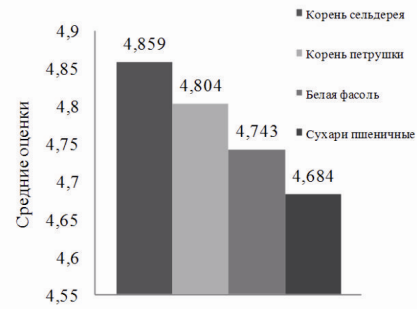


Рис. 2. Итоговые оценки органолептических показателей

Наивысшая оценка у рыбного полуфабриката, панированного в корне сельдерея, чуть меньше – у полуфабриката, панированного в белой фасоли, далее следует образец, панированный в корне петрушки, и наименьшая оценка у образца, панированного в пшеничных сухарях, выбранного за контроль.

На рис. 3 показаны результаты изменения органолептических показателей полуфабрикатов из трески при холодильном хранении на протяжении 196 суток.

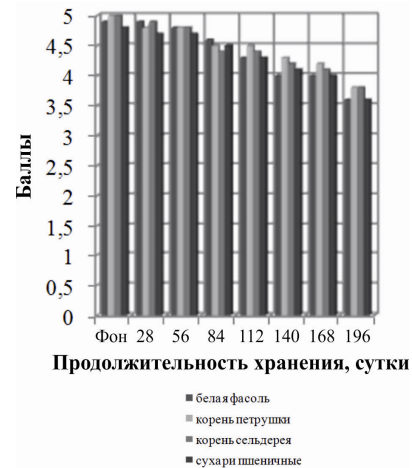


Рис. 3. Изменение общей оценки органолептических показателей качества рыбного полуфабриката из трески при хранении

На основании рис. 3 можно сделать вывод, что качество полуфабрикатов на момент изготовления и в течение 112 дней хранения оставалось отличным и хорошим. Все образцы сохранили хорошую форму, состояние поверхности и цвет до конца срока хранения. После 140 дней хранения в течение дальнейших исследований наблюдалось сначала незначительное снижение качества всех образцов по таким показателям, как интенсивность вкуса и запаха, а затем более интенсивное – после 168 суток хранения, что, как следствие, и отразилось на общей оценке качества.

**Выводы**

Результаты данных исследований свидетельствуют об отсутствии отрицательной динамики всего комплекса изучаемых показателей.

В результате исследований установлено, что все исследуемые образцы соответствуют требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» по содержанию регламентированных показателей безопасности на протяжении 196 суток холодильного хранения. Результаты микробиологических исследований показали отсутствие патогенной микрофлоры во всех исследованных образцах.

Изучение изменения органолептических показателей на протяжении 196 суток холодильного хранения свидетельствует о хорошей хранимостности полуфабрикатов до 168 суток.

Панировки из растительного сырья не снижают хранимостности рыбных полуфабрикатов. Существенного влияния вида панировки на изменение микробиологических и органолептических показателей исследуемых рыбных полуфабрикатов в процессе холодильного хранения не выявлено. Различия находятся в пределах ошибки опыта.

По результатам проведённых исследований микробиологических и органолептических показателей был установлен срок годности исследованных замороженных полуфабрикатов с учётом коэффициента резерва, который составляет 5 месяцев при температуре хранения  $(-18 \pm 1)^\circ\text{C}$ .

На основании проведённых исследований разработан проект нормативно-технической документации.

## Список литературы

1. Таксономия микроорганизмов и методы их идентификации / Е.В. Авдеева, М.Ю. Котлярчук, С.А. Кузьмина, Ю.П. Царевский. – Калининград: КГТУ, 2003. – 83 с.
2. Разработка технологии комбинированных рыбомучных изделий / И.А. Бессмертная, В.А. Благинин, А.С. Лысова и др. // Пищевая технология. – 2000. – № 4. – 122 с.
3. Родина, Г.Т. Дегустационный анализ продуктов / Г.Т. Родина, Г.А. Вукс. – М.: Колос, 1994. – 192 с.
4. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.
5. Сафронова, Т.М. Органолептическая оценка рыбной продукции: справочник / Т.М. Сафронова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 216 с.
6. Стабильность и срок годности. Мясо и рыбопродукты / Д. Килкаст, П. Субра-маниам (ред.-сост.); пер. с англ. под науч. ред. Ю.Г. Базарновой. – СПб.: ИД «Профессия», 2012. – 420 с.
7. МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов.

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,  
236000, Россия, г. Калининград, Советский проспект, 1.  
Тел/факс: 8(4012) 99 53 46,  
e-mail: kafedratppklgtu@mail.ru

## SUMMARY

**E.A. Naumenko, O.N. Anokhina**

**STUDY OF MICROBIOLOGICAL AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF FROZEN SEMI-FINISHED FISH PRODUCTS DURING STORAGE**

Researches on microbiological safety of experimental samples have been conducted. Organoleptic characteristics of experimental samples powdered with grounded celery root, parsley root, kidney bean and bread-crumbed samples (chosen as control ones) have been investigated. Optimum conditions for refrigerated storage during which semi-finished fish products remain safe, retain their quality and functional characteristics have been established.

Semi-finished fish products, plant raw materials, microbiological researches, organoleptic assessment, refrigerated storage.

FSBI HPE «Kaliningrad state technical university»  
1, Sovetsky Avenue, Kaliningrad, 236000, Russia.  
Tel/fax: 8(4012) ) 99 53 46,  
e-mail: kafedratppklgtu@mail.ru

Дата поступления: 25.12.2013



УДК 547.587.26:544.723

Т.А. Краснова, Н.В. Гора, Н.С. Голубева

## ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ГАЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА АКТИВНЫХ УГЛЯХ

Исследована адсорбция галловой кислоты на активных углях разных марок, отличающихся пористой структурой и химическим состоянием поверхности. Установлены закономерности процесса адсорбции. Предложен механизм адсорбции галловой кислоты на активных углях. Показана возможность использования активных углей на основе полукоксов для улучшения качества пива.

Галловая кислота, углеродные сорбенты, адсорбция.

### Введение

В настоящее время для успешной реализации российского пива на внутренних и внешних рынках существует необходимость обеспечения конкурентного преимущества этого популярного напитка. Расширение выпускаемого ассортимента и повышение качества пива в данных условиях является крайне актуальным [1].

Регулирование содержания полифенольных веществ в пиве позволяет изменить вкус и аромат напитка, а также добиться необходимой степени прозрачности. Одним из источников полифенолов является хмель. На стадии охмеления полифенолы переходят из хмеля в сусло. В дальнейшем полифенолы могут стать причиной снижения стойкости пива. Поэтому актуальной является задача снижения полифенолов в сусле. Одним из полифенолов, содержащимся в хмеле и влияющим на качество пива, является галловая кислота.

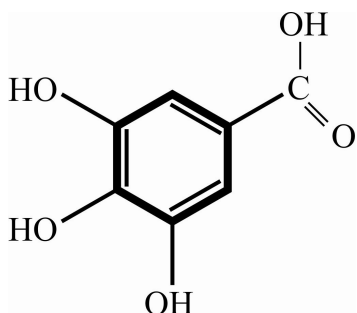


Рис. 1. Структурная формула галловой кислоты

В практике для обесцвечивания природной воды и технологических пищевых сред используют активные угли (АУ) марок БАУ-А, БАУ-МФ [2].

В настоящее время на рынке активных углей появились углеродные сорбенты, произведенные по новой технологии. Отличие применяемой технологии заключается в замене традиционного двухстадийного процесса карбонизации сырья в инертной среде с последующей активации на одностадийный процесс карбонизации/активации воздухом. Это позволяет снизить конечную цену сорбента в следст-

вие уменьшения энергозатрат на его получение [3]. Применение таких адсорбентов позволит снизить себестоимость процесса производства пивобезалкогольной продукции.

Целью работы являлось исследование адсорбции галловой кислоты активными углями, отличными по своей структуре и природе, для выявления возможности их применения в процессе улучшения качества пива.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись водные растворы галловой кислоты, активные угли марок АГ-ОВ-1 – гранулированный АУ, а также полукоксы АБГ и «Пуролат-Стандарт» [3]. Все АУ перед исследованием промывались дистиллированной водой от частиц пыли и высушивались при комнатной температуре ( $23 \pm 2$ ) °С в течение суток.

Адсорбция из водного раствора галловой кислоты исследовалась при комнатной температуре ( $23 \pm 2$ ) °С из ограниченного объема при непрерывном перемешивании в течение 7–9 часов в статистических условиях в диапазоне концентраций от 20 до 800 мг/дм<sup>3</sup> при соотношении АУ: водный раствор галловой кислоты, равном 1:100.

Содержание галловой кислоты определялась на фотоколориметре КФК-2М (ПО «ЗОМС», г. Загорск) по стандартной методике с лимоннокислым железом-аммонием в щелочной среде [4].

### Результаты и их обсуждение

Полученные экспериментальные изотермы адсорбции галловой кислоты из водного раствора представлены на рис. 2.

Изотерма адсорбции галловой кислоты из водного раствора активным углем марки АГ-ОВ-1 относится к изотермам L-типа по классификации Гильса, что свидетельствует о физической адсорбции. Изотермы адсорбции АУ марок АБГ и «Пуролат-Стандарт» относятся к изотермам S-типа. Изотермой типа S описывается адсорбция, при которой сила взаимодействия между растворенным веществом и адсорбентом меньше силы взаимодействия между адсорбируемыми молекулами, что может

объясняются образованием водородных связей [5]. Исходя из структуры и свойств галловой кислоты, водородные связи могут образовываться как между молекулами самой кислоты, так и с водой (рис. 3 а, б). Наличие плато с возрастающей адсорбцией (рис. 2, изотерма 2, 3) дает возможность предположить присутствие на АУ мономолекулярного слоя с последующей полимолекулярной сорбцией.

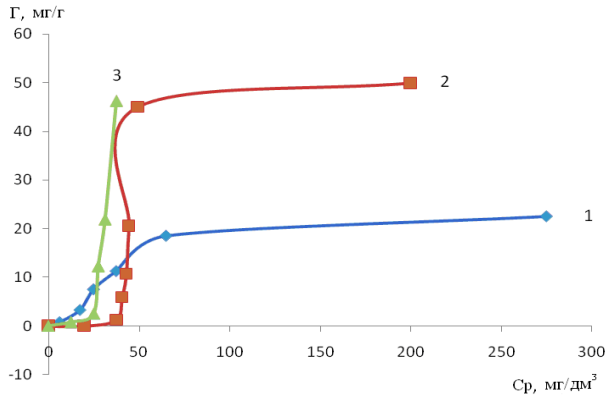


Рис. 2. Изотермы адсорбции галловой кислоты из водного раствора адсорбентами марок АГ-ОВ-1 (1), «Пуролат-Стандарт» (2) и АБГ (3)

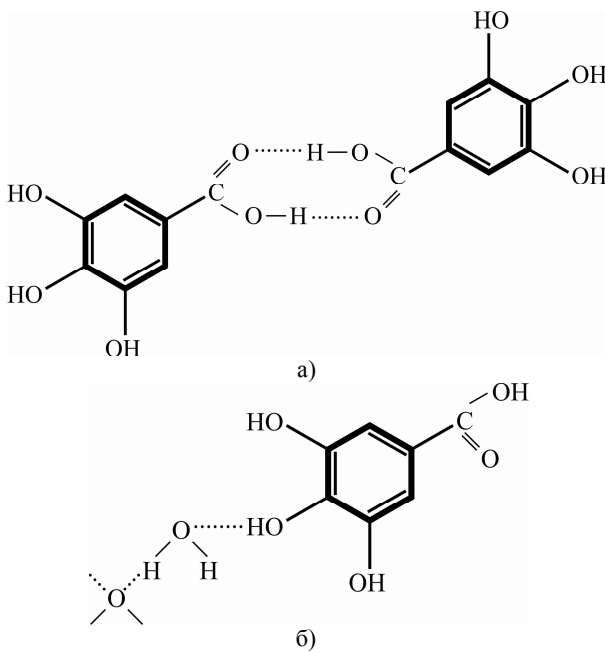


Рис. 3. Возможные схемы взаимодействия веществ в системе «галловая кислота – вода»: а) между молекулами галловой кислоты; б) между молекулами галловой кислоты и воды

Для более полной характеристики углеродных сорбентов и расчета адсорбционных параметров использованы теории мономолекулярной адсорбции (уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра), полимолекулярной адсорбции (модель БЭТ), теория объемного заполнения микропор (уравнение Дубинина – Радужкевича) [6]. Рассчитанные значения адсорбционных параметров для всех активных углей по мономолекулярной теории, обобщенной теории БЭТ и теории объемного заполнения микропор приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Параметры адсорбции галловой кислоты активными углями, рассчитанные по уравнениям Ленгмюра и Фрейндлиха

Марка угля	Ленгмюр		Фрейндлих	
	-G, кДж/моль	Г <sub>max</sub> , моль/Г	1/n	b
АГ-ОВ-1	30,72	0,00015	1,41	6,1·10 <sup>-5</sup>
«Пуролат-Стандарт»	30,19	0,00016	8,08	6,6·10 <sup>-16</sup>
АБГ	29,41	0,00012	4,27	8,8·10 <sup>-9</sup>

Используя полученные данные, рассчитаны изотермы адсорбции. Сравнительный анализ экспериментальных и теоретических изотерм адсорбции показал, что уравнения БЭТ, Ленгмюра, Фрейндлиха и Дубинина – Радужкевича могут быть использованы для описания процесса адсорбции галловой кислоты из водного раствора активными углями (рис. 4–7).

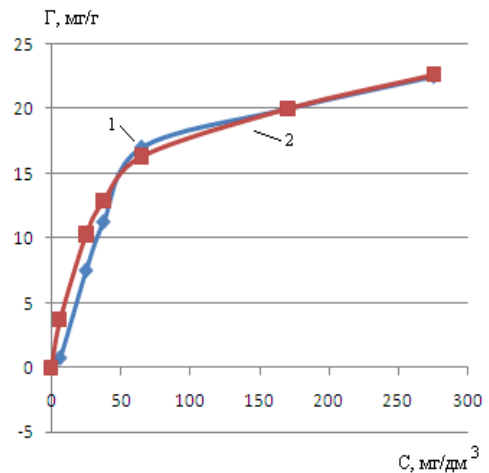


Рис. 4. Изотермы адсорбции галловой кислоты АУ АГ-ОВ-1 из водного раствора: 1 – экспериментальная; 2 – рассчитанная по уравнению Ленгмюра

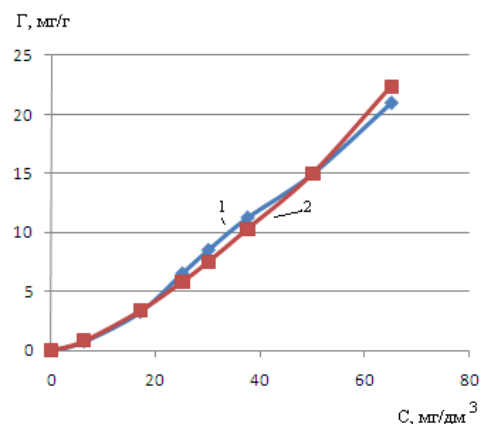


Рис. 5. Изотермы адсорбции галловой кислоты АУ АГ-ОВ-1 из водного раствора: 1 – экспериментальная; 2 – рассчитанная по уравнению Фрейндлиха

Таблица 2

Параметры адсорбции галловой кислоты активными углями, рассчитанные по уравнениям Дубинина – Радужкевича и БЭТ

Марка угля	Дубинин – Радужкевич		БЭТ	
	$\Gamma_0$ , г/г	$E_0$ , кДж/моль	$Q$ , кДж/моль	$\Gamma_{\max}$ , моль/г
АГ-ОВ-1	0,1225	8,54	13,00	$1,5 \cdot 10^{-4}$
«Пуролат-Стандарт»	0,0301	3,05	7,00	$9 \cdot 10^{-5}$
АБГ	0,0024	4,60	12,50	$1,2 \cdot 10^{-4}$

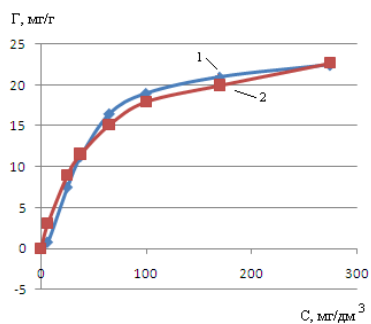


Рис. 6. Изотермы адсорбции галловой кислоты АУ АГ-ОВ-1 из водного раствора: 1 – экспериментальная; 2 – рассчитанная по теории БЭТ

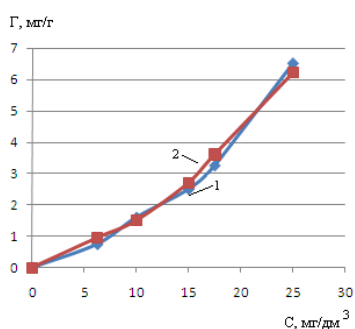


Рис. 7. Изотермы адсорбции галловой кислоты АУ АГ-ОВ-1 из водного раствора: 1 – экспериментальная; 2 – рассчитанная по уравнению Дубинина – Радужкевича

Значения величин теплоты адсорбции ( $Q$ , табл. 1) подтверждают физический характер адсорбции.

Величина характеристической энергии ( $E_0$ , табл. 1), равная 3,05–8,54 кДж/моль, свидетельствует о том, что адсорбция галловой кислоты идет в основном в мезо- и макропорах сорбента [6].

Полученные значения энергии Гиббса ( $-G$ , табл. 2) при адсорбции на всех углях соизмеримы с энергией водородной связи (8–40 кДж/моль), что позволяет предположить наличие специфического взаимодействия между адсорбентом и адсорбатом за счет образования водородных связей [7].

Различие в адсорбционном поведении исследуемых сорбентов связано, вероятно, с их структурными характеристиками. АУ марки АГ-ОВ-1 можно отнести к сорбенту с порами смешанного типа (объемы микро- и мезопор для него практически равны). АУ марки АБГ можно отнести к мезопористым, а «Пуролат-Стандарт» – к макропористым адсорбентам [3], что также подтверждается значением теплоты адсорбции 7–13 кДж/моль [7]. Кроме того, значительное влияние на адсорбцию оказывает и химическое состояние поверхности АУ – наличие кислородсодержащих функциональных групп, обеспечивающих специфическое взаимодействие поверхности АУ с карбоксильной и гидроксильными группами галловой кислоты.

## Выводы

Анализ экспериментальных изотерм адсорбции показал, что адсорбционная емкость АУ по отношению к галловой кислоте располагается в следующем ряду «Пуролат-Стандарт» > АБГ > АГ-ОВ-1.

Полученные результаты позволяют сделать предположение о возможности использования углеродных сорбентов марок АБГ и «Пуролат-Стандарт» для повышения качества пива. Для уточнения эффективности использования АУ для улучшения органолептических показателей сула необходимо изучить адсорбцию других приоритетных полифенолов, содержащихся в нем.

## Список литературы

1. Кругликов, Б.В. Применение ЭХА-растворов для экстракции горьких веществ хмеля / Б.В. Кругликов, М.В. Гернет // Пиво и напитки. – 2011. – № 2. – С. 36–38.
2. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. – СПб.: Профессия, 2003. – 304 с.
3. Использование новых углеродных адсорбентов для очистки воды от фенола / О.В. Беляева, Н.С. Голубева, Е.С. Великанова, Н.В. Гора // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 1. – С. 143–145.
4. Ермолаева, Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. – 546 с.
5. Парфит, Г. Адсорбция из растворов на поверхности твердых тел / Г. Парфит, К. Рочестер. – М.: Мир, 1986. – 488 с.
6. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А.М. Когановский, Н.А. Клименко, Т.М. Левченко и др. – М.: Химия, 1983. – 288 с.
7. Кельцев, Н.В. Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. – М.: Химия, 1984. – 592 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru



SUMMARY

**T.A. Krasnova, N.V. Gora, N.S. Golubeva**

**INVESTIGATION ON ADSORPTION  
OF GALLIC ACID USING ACTIVATED CARBONS**

---

Adsorption of gallic acid with activated carbons have been investigated. Activated carbons differ in porous structure and chemical state of the surface. Regularities of adsorption process have been determined. The authors propose the mechanism of gallic acid adsorption. The use of activated carbons based on semi-coke to improve the quality of beer is proposed.

Gallic acid, carbon adsorbents, adsorption.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 17.12.2013*



Е.Ю. Шачнева, З.А. Магомедова, Х.З. Малачиева

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧАСТИЦ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ (КМЦ) В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Приведены сведения о структуре, свойствах и основных областях применения карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). Изучены основные физико-химические свойства частиц карбоксиметилцеллюлозы в водных растворах. Рассчитаны размеры частиц карбоксиметилцеллюлозы (радиус частиц, толщина диффузионного слоя, молекулярная масса), значения вязкостей растворов, а также молекулярная масса полимера.

Физико-химические свойства частиц, карбоксиметилцеллюлоза, радиус частиц, толщина диффузионного слоя, относительная вязкость, удельная вязкость, приведенная вязкость, молекулярная масса.

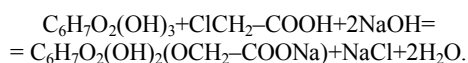
### Введение

Карбоксиметилцеллюлоза – КМЦ, целлюлозогликолевая кислота, тилоза, валоцел, бланоза, эдифас (общая формула  $[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COOH)_x]_n$ , где  $x=0,08-1,5$ ) – это производное целлюлозы, в которой карбоксиметильная группа ( $-CH_2-COOH$ ) соединяется с гидроксильными группами глюкозных мономеров.

Развитие представлений о растворах производных целлюлозы, таких как карбоксиметилцеллюлоза, в различных типах растворителей основывается на том, что эти вещества образуют истинные растворы, в которых макромолекулы являются кинетически свободными. Концентрированные растворы КМЦ являются неньютоновскими жидкостями. Карбоксиметилцеллюлоза способна формировать вязкий коллоидный раствор, длительное время не утрачивающий своих свойств.

Целлюлозогликолевая кислота и ее производные достаточно активно применяются в косметических и моющих средствах (зубная паста, декоративная косметика). Кроме того, карбоксиметилцеллюлоза используется в качестве пластификатора, загустителя, при бурении в нефтяной промышленности, а также в химической промышленности, например, при производстве клея, а также в качестве наполнителя для аккумуляторов холода [1–3].

В различных отраслях промышленности, таких как пищевая, химическая и медицинская часто используется натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-карбоксиметилцеллюлоза), которая получается при действии на целлюлозу монохлоруксусной кислоты в присутствии щелочи, водные растворы которой достаточно вязкие и обладают свойством псевдопластичности:



Помимо вышеописанных сфер производства, карбоксиметилцеллюлоза и Na карбоксиметилцеллюлоза (пищевая добавка E466) используются в пищевой промышленности в качестве загустителя при изготовлении мороженого, майонеза, а также как регулятор консистенции в желе и десертах, а также других кондитерских изделиях.

Карбоксиметилцеллюлоза на основании много-

численных исследований разрешена к применению на территории Российской Федерации, но в пищевой промышленности вещество используется достаточно ограниченно, поэтому людям, имеющим заболевания желудка и кишечника, употребление продуктов с содержанием добавки E466 противопоказано, а страдающим нарушением обменных процессов следует относиться к таким пищевым продуктам с осторожностью.

Карбоксиметилцеллюлоза не является аллергеном и не вызывает раздражений кожных покровов. Добавка не имеет подтвержденного разрешения на применение при производстве детского питания. Тем не менее, следует обратить внимание, что данное вещество имеет большое значение ПДК. Так, согласно гигиеническим нормативам, оно составляет 5 мг/л [4]. Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод о том, что исследование в данной области достаточно актуальны и интересны.

**Реагенты и аппаратура.** Модельные растворы, приготовленные на дистиллированной воде с использованием химически чистых реактивов, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) (марка 75/400, изготовитель – «ООО «Саломон», Россия), фотоколориметр ПЭ-5400в, капиллярный вискозиметр, оборудование лабораторное – нагреватели, встряхиватели, посуда мерная и керамическая.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования являются водные растворы карбоксиметилцеллюлозы, а в качестве метода исследования использовался вискозиметрический метод исследования, в основе которого лежит измерение вязкости жидкости с использованием капиллярного вискозиметра.

**Обоснование выбора метода исследования.** Исследование основных физико-химических характеристик водных растворов карбоксиметилцеллюлозы проводили с использованием вискозиметрического метода. Вискозиметрический метод представляет собой достаточно доступный и простой с точки зрения исследователя метод изучения физико-химических характеристик растворов полимеров, а также расчета такой его характеристики как молекулярная масса. Для определения вязкости растворов используют значения времени истечения равных объемов раствора полимера и растворителя через

капилляр вискозиметра при определенных температурных условиях.

**Целью** нашего исследования является изучение физико-химических характеристик водных растворов карбоксиметилцеллюлозы, а также расчет молекулярной массы вещества.

### Результаты и их обсуждение

**Расчет размеров частиц КМЦ.** Размеры частиц в водно-солевых растворах изучены с использованием метода Геллера. Рассматриваемый метод основывается на изменении коллоидными частицами рассеяния света в зависимости от длины волны падающего света и размеров частиц дисперсной фазы. Для описания светорассеяния в коллоидной системе можно использовать следующее эмпирическое уравнение [5–8]:

$$A = \kappa \cdot \lambda^{-n}, \quad (1)$$

Показатель степени  $n$  в уравнении Геллера в зависимости от параметра  $Z$  [6, 7]

n	3,812	3,686	3,575	3,436	3,284	3,121	3,06	2,807	2,657
z	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
n	2,533	2,457	2,379	2,329	2,075	1,974	1,635	1,584	
z	6,5	7,0	7,5	8,0	8,01	8,5	9,0	9,5	

В исследовании был использован 1,0 %-ный раствор КМЦ. Все измерения проводили на фотоколориметре ПЭ-5400 в кюветой  $l=5$  см. На основании полученных результатов были построены зависимости « $\lg A - \lg \lambda$ », а также рассчитаны значения радиусов частиц КМЦ в зависимости от концентрации раствора. Результаты расчетов приведены на рис. 1 и в табл. 2 [5–8].

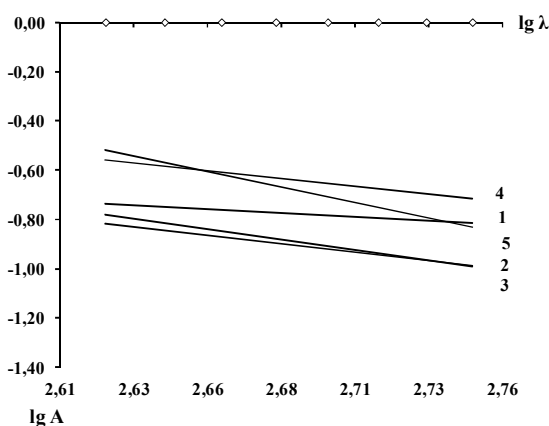


Рис. 1. Графическая зависимость « $\lg A - \lg \lambda$ » для растворов карбоксиметилцеллюлозы при концентрациях:  
1 – 0,2 г/дм<sup>3</sup>; 2 – 0,4 г/дм<sup>3</sup>;  
3 – 0,6 г/дм<sup>3</sup>; 4 – 0,8 г/дм<sup>3</sup>; 5 – 1,0 г/дм<sup>3</sup>

где  $A$  – оптическая плотность исследуемого раствора,  $\lambda$  – длина волны падающего света,  $\kappa$  – константа, не зависящая от длины волны.

Зависимость  $\lg A$  от  $\lg \lambda$  в соответствии с уравнением (1) представляет собой прямую линию. Тангенс угла наклона равен показателю степени  $n$  с минусом. Значение показателя степени  $n$  зависит от соотношения между длиной волны падающего света и размером частицы, характеризуемого параметром  $Z$  [6–8]:

$$Z = 8\pi \cdot r/\lambda, \quad (2)$$

где  $r$  – радиус частиц,  $\lambda$  – среднее значение длины волны падающего излучения.

По величине  $n$  находят соответствующее значение  $Z$  по табл. 1, а затем, используя формулу (2), рассчитывают средний радиус частиц исследуемой дисперсной системы.

Таблица 1

Таблица 2

Зависимость радиуса частиц карбоксиметилцеллюлозы от концентрации раствора

Вещество	Концентрация $c$ , г/дм <sup>3</sup>				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
КМЦ	156,7	142,3	137,6	128,2	127,5

Из представленных данных (табл. 2) можно сделать следующий вывод: с увеличением концентрации растворов радиус частиц КМЦ уменьшается.

**Расчет толщины диффузионного слоя.** Для нахождения толщины диффузионного слоя применяют следующее уравнение [6]:

$$L = \sqrt{\frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot R \cdot T}{2 \cdot F^2 \cdot \mu}}, \quad (3)$$

где  $R=8,313$  Дж/моль·К;  $F=96500$  Кл;  $\varepsilon_0$  – электрическая проницаемость дисперсионной среды;  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость дисперсионной среды;  $T$ , К;  $\mu$  – ионная сила раствора.

Зависимость толщины диффузионного слоя от концентрации раствора КМЦ наглядно представлена на рис. 2.

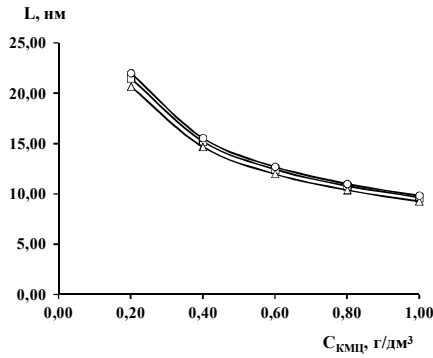


Рис. 2. Влияние концентрации растворов на толщину диффузионного слоя карбоксиметилцеллюлозы в водных растворах: Δ – 277 К; □ – 298 К; ○ – 313 К

Исходя из представленной графической зависимости влияния концентрации на толщину диффузионного слоя частиц карбоксиметилцеллюлозы при различных температурах, необходимо отметить следующую зависимость: с увеличением концентрации растворов толщина диффузионного слоя частиц карбоксиметилцеллюлозы уменьшается. С ростом температуры при одинаковой ионной силе растворов толщина диффузионного слоя частиц карбоксиметилцеллюлозы увеличивается.

**Расчет молекулярной массы карбоксиметилцеллюлозы.** Для определения средневязкостной молекулярной массы  $M_n$  полимера необходимо было рассчитать значения ряда параметров, среди которых значения относительной, удельной и характеристической вязкостей. Вязкость определяют с помощью вискозиметра по истечению равных объемов раствора полимера и растворителя через капилляр вискозиметра при определенных температурных условиях [7, 9, 10].

Для нахождения молярной массы карбоксиметилцеллюлозы необходимо было найти значение характеристической вязкости, которое можно рассчитать по формуле

$$\eta_{sp} = \frac{\eta_{уд}}{C}, \quad (4)$$

где  $\eta_{уд}$  – удельная вязкость раствора карбоксиметилцеллюлозы,  $C$  – концентрация карбоксиметилцеллюлозы в растворе (г/дм<sup>3</sup>).

Значение  $\eta_{уд}$  рассчитывали на основании значений относительной вязкости раствора карбоксиметилцеллюлозы  $\eta_{отн}$ , величины которой находили с использованием следующей формулы

$$\eta_{отн} = \eta / \eta_0, \quad (5)$$

где  $\eta$  – вязкость растворов карбоксиметилцеллюлозы (Па·с),  $\eta_0$  – вязкость чистого растворителя.

Удельную вязкость растворов рассчитывали по формуле

$$\eta_{уд} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \eta_{отн} - 1. \quad (6)$$

В результате расчетов были получены следующие величины относительной, удельной и приведенной вязкостей для карбоксиметилцеллюлозы (рис. 3, 4 и табл. 3).

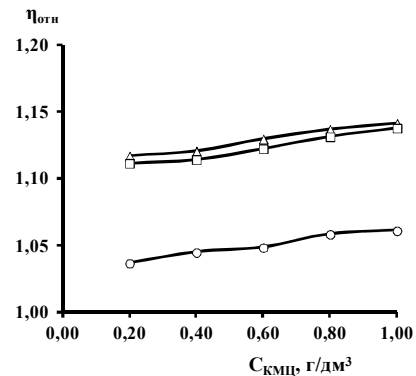


Рис. 3. Зависимость относительной вязкости от концентрации растворов КМЦ: Δ – 277 К; □ – 298; ○ – 313 К

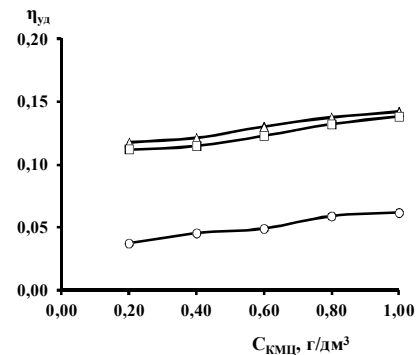


Рис. 4. Зависимость удельной вязкости от концентрации растворов КМЦ: Δ – 277 К; □ – 298 К; ○ – 313 К

Таблица 3

Зависимость относительной, удельной и приведенной вязкости карбоксиметилцеллюлозы от концентрации

Концентрация раствора КМЦ, г/дм <sup>3</sup>	$\eta_{отн}$			$\eta_{уд}$			$\eta_{пр}$		
	T, К			T, К			T, К		
	277	298	313	277	298	313	277	298	313
0,2	1,117	1,112	1,037	0,117	0,112	0,037	0,560	0,590	0,190
0,4	1,121	1,115	1,045	0,121	0,115	0,045	0,287	0,300	0,110
0,6	1,130	1,123	1,049	0,130	0,123	0,049	0,205	0,220	0,080
0,8	1,137	1,132	1,059	0,137	0,132	0,059	0,164	0,170	0,070
1,0	1,142	1,138	1,061	0,142	0,138	0,061	0,142	0,138	0,061

Для расчета молекулярной массы карбоксиметилцеллюлозы использовалась следующая формула [6, 10]

$$\lg M_r = \frac{\lg[\eta] - \lg K}{\alpha}, \quad (7)$$

где  $\eta$  – характеристическая вязкость;  $K$  – константа Кирквуда;  $\alpha$  – константа, которая в зависимости от природы растворителя имеет значение 0,5–1. В результате расчетов были получены следующие значения молекулярной массы (г/моль) карбоксиметилцеллюлозы (табл. 4).

Таблица 4

Значение молекулярной массы карбоксиметилцеллюлозы

Вещество	T, K	Молярная масса карбоксиметилцеллюлозы M, г/моль
КМЦ	277	20433
	298	18922
	313	4424

#### Список литературы

1. Несмеянов, А.Н. Начала органической химии / А.Н. Несмеянов, Н.А. Несмеянов. – М., 1969. – Т. 1. – 663 с.
2. Николаев, А.Ф. Водорастворимые полимеры / А.Ф. Николаев, Г.И. Охрименко. – Ленинград: Химия, – 1979. – 144 с., ил.
3. Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник для вузов / В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенская. – СПб.: СПбЛТА, 1999. – Т. 1. – 628 с.
4. ГН 2.1.5.689-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М.: Минздрав России, 1998. – 73 с.
5. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии / Ю.Г. Фролов. – М.: Химия, 1989. – 462 с.
6. Фролов, Ю.Г. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Ю.Г. Фролов, А.С. Гродский. – М.: Химия, 1986. – 216 с., ил.
7. Шачнева, Е.Ю. Физико-химия адсорбции флокулянтов и синтетических поверхностно-активных веществ на сорбенте СВ-1-А: дис. ... канд. хим. наук / Шачнева Е.Ю. – Махачкала, 2011. – 139 с.
8. Алыков, Н.М. Сб. задач и упражнений по коллоидной химии / Н.М. Алыков, Т.В. Алыкова. – Астрахань: Изд-во Астрах. гос. пед. ун-та, 2000. – 112 с.
9. Шачнева, Е.Ю. Исследование физико-химических свойств частиц флокулянтов в зависимости от ионной силы растворов / Е.Ю. Шачнева, Н.М. Алыков // В мире научных открытий. – № 4(10), ч. 5. – Красноярск, 2010. – С. 28–31.
10. Практикум по химии и физике полимеров / Е.В. Кузнецов, С.М. Дивгун, Л.А. Бударина и др. – М.: Химия, 1977. – 256 с.

ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет»,  
414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1.  
Тел.: 8(927) 561-59-40,  
e-mail: evgshachneva@yandex.ru

#### Выводы

Проанализировав полученные данные, можно сделать следующие выводы и наметить пути дальнейших исследований. Представлены краткие сведения о структуре, свойствах и областях применения карбоксиметилцеллюлозы, проведены расчёты физико-химических характеристик водных растворов карбоксиметилцеллюлозы (радиус частиц, толщина диффузионного слоя, молекулярная масса, значения вязкостей растворов), установлены ряд зависимостей:

– с увеличением концентрации растворов радиус частиц уменьшается;

– с увеличением концентрации растворов толщина диффузионного слоя частиц уменьшается. С ростом температуры при одинаковой ионной силе растворов толщина диффузионного слоя частиц карбоксиметилцеллюлозы увеличивается;

– с ростом температуры молекулярная масса частиц карбоксиметилцеллюлозы уменьшается.



## SUMMARY

**E.Yu. Shachneva, Z.A. Magomedova, Kh.Z. Malachieva****STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF PARTICLES OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE IN AQUEOUS SOLUTIONS**

---

The article provides information on the structure, properties and main areas of application of carboxymethyl cellulose (CMC). The main physical-chemical properties of particles of carboxymethyl cellulose in aqueous solutions are studied. The size of particle (the particle radius, the thickness of diffusion layer, molecular mass), the values of solutions viscosity, as well as the molecular mass of the polymer have been calculated.

Physical and chemical properties of the particles, carboxymethyl cellulose, the particle radius, the thickness of diffusion layer, relative viscosity, specific viscosity, molecular mass.

---

Astrakhan State University,  
1, Area Shaumya, Astrakhan, 414000, Russia.  
Phone: +7 (927) 561-59-40,  
e-mail: evgshachneva@yandex.ru

*Дата поступления: 11.12.2013*



УДК 33 (470+571)

**Е.А. Плосконосова****МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ:  
ВЫБОР ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ  
С ПОЗИЦИИ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА**

Рассматриваются проблемы модернизации российской экономики с позиций системного подхода. Обосновывается выбор приоритетных направлений модернизации на основе системных принципов: фокусированность действий, комплексность, выделение «решающего звена», поэтапность развития (преобразования) системы. Описываются системные условия, содействующие динамизму, реалистичности и эффективности модернизационных преобразований в российской экономике.

Модернизация российской экономики, системный подход, оптимизационные принципы системного подхода, приоритеты системной модернизации.

**Введение**

В настоящее время в научной среде, государственных органах власти, бизнесе и обществе ведется широкая дискуссия о необходимости модернизации российской экономики, о ее целях и задачах, возможностях и ограничениях.

Между тем необходимость выбора научно обоснованных приоритетных направлений и форм модернизации экономики является одной из главных проблем для современной России. С учетом научно-технического, макроэкономического, структурно-воспроизводственного, социально-экономического аспектов приоритетные направления должны:

- соответствовать перспективным направлениям становления нового технологического уклада;
- создавать расширяющийся импульс роста спроса и деловой активности;
- выходить начиная с определенного момента на самостоятельную траекторию расширенного воспроизводства, выполняя роль «локомотивов роста» для всей экономики;
- способствовать расширению занятости, повышению реальной заработной платы и квалификации работающего населения, росту общественного благосостояния.

**Целью** настоящей работы является применение основных системных принципов к обоснованию приоритетных направлений и форм, обеспечивающих всестороннее развитие модернизационных преобразований в российской экономике.

**Объект и методы исследования**

Объектом исследования является модернизация российской экономики. Методологической основой исследования – системный подход.

Актуальность применения системных методов в экономическом анализе обусловлена системной природой экономических объектов. Между тем для многих современных экономических исследований характерно рассмотрение объектов в специально-экономическом разрезе без достаточного учета того, что эти объекты являются сложными системами и

обладают не только специально-экономическими, но и системными качествами и законами. Рассмотрение конкретных экономических проблем сквозь призму системных закономерностей и методов, развитых в современной теории систем, могло бы содействовать росту методологической оснащенности и конструктивности экономических исследований.

В качестве основных принципов системной оптимизации сложных объектов, развитых и обоснованных в диалектической версии теории систем, выступают: фокусированность действий, комплексность, выделение решающего звена, поэтапность развития (преобразования) системы, организационная гибкость и многофункциональность [1]. Под диалектической версией теории систем понимается интегрированная системная теория, соединяющая достижения системной методологии и синергетики на базе конструктов диалектики [6]. Как показано в диалектической теории систем, указанные системные принципы акцентируют внимание на главных аспектах оптимизации сложных объектов и при этом взаимодополняют друг друга. В настоящей работе мы ограничимся использованием первых четырех из указанных принципов.

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 (глобальной) 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 особенно-

стей и взаимосвязи его сторон; 2) взаимодополняющее соединение сторон объекта как основы его целостности. Второй аспект данного принципа основывается на законе функциональной дополнительности, 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. [6]. Например, в сфере экономики опережающее развитие «ведущего звена» (микропроцессорной, экологической, энергосберегающей техники, информационных технологий, нанотехнологий и т.п.) позволяет в целом интенсифицировать развитие всего хозяйственного комплекса.

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 и сдвиги в целеориентации. Это позволяет избежать значительного инерционного противодействия и дает возможность совершенствоваться от этапа к этапу тактику развития с учетом новых возможностей и непредвиденных помех, выявляющихся на каждом из этапов. Практическая реализация принципа поэтапности предполагает развитие действий в соответствии со следующими оптимизационными критериями:

– 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»;

– результатом осуществления каждого из этапов должен быть функционально заверченный ком-

плекс взаимодополняющих объектов, способный к автономному функционированию;

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

– на каждом новом этапе необходимо удерживать жизнеспособные формы и тенденции предыдущих этапов и разрушать дисфункциональные.

Развитие каждого нового этапа целесообразно осуществлять не фронтально, а путем опережающего продвижения лидерных подсистем, обладающих наивысшим организационным потенциалом освоения прогрессивных способов функционирования и конечных продуктов.

### Результаты и их обсуждение

С точки зрения данных принципов рассмотрим системные основания выбора приоритетных направлений, форм и последовательности модернизационных преобразований российской экономики.

Ключевым аспектом системного анализа экономики России и перспектив ее модернизации является обсуждение целевых приоритетов ее развития. Именно на этапе формирования целевых установок и приоритетов важно наметить реалистичный курс модернизации, адекватный конкретному состоянию и возможностям российской экономики. Трактовки модернизации, содержащиеся в выступлениях ряда представителей российской власти, пока достаточно абстрактны и требуют соотнесения с критериями реализма, системности и др. К примеру, одна из озвученных трактовок модернизации обозначена указанием сфер, которые должны стать ее локомотивами: авиакосмический комплекс, судостроение, энергетика, информационные и медицинские технологии. Другая трактовка акцентирует приоритеты формирования «умной» экономики инноваций и информационных технологий. Проблемы реалистичности, последовательности реализации этих внешне привлекательных установок обсуждаются пока недостаточно. Важно осознать, что в современных условиях «большой риск сделать ставки не на те отрасли промышленности. Нужно не только концентрировать внимание на модных сейчас направлениях нанотехнологий или биотехнологий, но развивать на основе высоких технологий и традиционные виды индустрии» [5]. Намечая перспективы модернизации в высокотехнологичных областях, важно реально оценить возможности их реализации в условиях устаревшего и изношенного машиностроительного оборудования, при разваленном станкостроении, при утере многих ключевых современных технологий. Нельзя не учитывать, что десятилетия стагнации производства привели даже в высокотехнологичных отраслях к размыванию и резкому снижению качества инженерных кадров, которым теперь предстоит создавать конкурентоспособные технико-технологические системы. Нельзя абстрагироваться и от вопроса о том, какие источники будут питать модернизацию, требую-

щую колоссальных ресурсов. Ведь потенциал нефтегазового сектора российской экономики уже сейчас находится на пределе своих возможностей, а его поддержание хотя бы на имеющемся уровне требует кратного роста капиталовложений. В экономической системе все взаимосвязано, и высшие, высокотехнологичные ее уровни могут быть выведены на уровень самодостаточного развертывания, лишь опираясь на ресурсный потенциал, добытый в сырьевых отраслях. Поэтому «бессистемное толкование сути модернизации приводит к эффекту дезориентации... подмене дела фразерством» [4].

С позиции сформулированных системных принципов оптимизации сложных объектов, важно, во-первых, определить минимум модернизационных направлений «основного удара», на которых должна быть сфокусирована российская экономика. Важно не допустить распыления ограниченных сил и ресурсов страны по множеству внешне привлекательных, но в существующих условиях нереальных целей. Во-вторых, избранным целям должно быть присуще качество комплексной взаимодополняемости. Они должны поддерживать друг друга, создавать условия, ресурсы и социально-экономические импульсы друг для друга. В-третьих, указанные цели должны определять те «решающие звенья» развития российской экономики, где движение вперед может опираться на имеющиеся заделы, то есть будет естественным и органичным для существующего экономического комплекса. При всей разрухе и отсталости у российской экономики есть свои относительно сильные позиции и определенные преимущества в мировом разделении труда, что должно найти свое отражение в избранных целях. В-четвертых, системная диалектика требует рассматривать модернизацию как относительно длительный (в несколько десятилетий) поэтапный процесс, целевые приоритеты которого будут изменяться от этапа к этапу. Поэтому в контексте анализа приоритетов важно, прежде всего, определить исходное направление концентрации усилий, способное дать импульс развороту всего модернизационного процесса. Следует далее избрать такую последовательность и взаимосвязь этапов, чтобы их реализация приняла характер спирально развертывающегося комплекса модернизационных преобразований, втягивающих в свою орбиту основной массив российской экономики, который отвечает геостратегическим интересам страны.

В свете конкретизированных системных принципов рассмотрим актуальные целевые приоритетные направления модернизации. Исходным направлением, требующим системного переосмысления, является проблема сырьевой направленности российской экономики. Сырьевая модель развития за счет добывающих отраслей, в первую очередь топливно-энергетического комплекса (ТЭК), оценивалась в недавнем прошлом как курс «энергетической сверхдержавы». Теперь же она почти единодушно осуждается как тупиковая для России. Однако с точки зрения диалектики нет абсолютно тупиковых, как и абсолютно прогрессивных путей. При всех известных негативных качествах и последствиях

сырьевой модели никуда не уйти от того, что именно она в существенной мере обеспечивает наполнение бюджета страны, что именно в этом направлении наша экономика пока еще конкурентоспособна, что других источников финансирования масштабной модернизации у современной России просто нет. Системная логика и здравый смысл наводят на парадоксальную с точки зрения существующих стереотипов мысль: начать масштабное обновление российской экономики необходимо с всесторонней комплексной модернизации сырьевых отраслей, прежде всего ТЭК. По имеющимся оценкам комплексное технологическое перевооружение ТЭК с использованием научных разработок РАН может существенно увеличить извлекаемость углеводородного сырья, повысить глубину переработки нефти с существующих 72 до 90 % и за счет этого получить дополнительно до 25 % высококачественных нефтепродуктов, существенно повысить экологичность производства и производительность труда в этом секторе [5]. Потребности модернизации ТЭК создадут спрос на развитие широкого спектра научных исследований, потребуют новой высокотехнологичной продукции машиностроения и электроники, востребуют необходимость в подготовке кадров по новым, высокотехнологичным специальностям и т.п. Отдача от модернизации ТЭК может достигать до 20 руб. на каждый рубль, вложенный в исследовательские и опытно-конструкторские разработки [5]. Комплексная модернизация сырьевых отраслей даст мощный «разгонный» импульс и необходимые финансовые ресурсы для дальнейших модернизационных преобразований, позволяющих в перспективе уйти от сырьевой зависимости.

Среди возможных приоритетных направлений технологического преобразования других отраслей в литературе дискутируются варианты «догоняющей» и «опережающей» модернизации. Смысл «догоняющей» модернизации в том, чтобы восстановить на современном технологическом уровне во многом разрушенный в России индустриальный уклад, сократив отставание от стран Запада в области «обычной» технологии. Смысл «опережающей» модернизации в том, чтобы, воспользовавшись кризисной ситуацией в мировой экономике, захватить перспективные технологические «ниши» на формирующихся направлениях шестого технологического уклада (нанотехнологии, генноинженерные, квантовые, мембранные технологии, микромеханика, фотоника, а также различные формы их синтеза). Во многих случаях данные типы модернизации рассматриваются как конкурирующие, и даже взаимоисключающие альтернативы. Основные доводы сторонников «опережающей» модернизации сводятся к тому, что «догоняющие» преобразования будут консервировать хроническую отсталость страны и не позволят ей достичь конкурентоспособности в высокотехнологичных секторах. Согласно С. Глазьеву, «именно сейчас есть шансы захватить лидерство на перспективных направлениях становления нового технологического уклада и тем самым попасть в восходящий поток новой длинной волны экономического роста... Если возможности структурной



перестройки российской экономики на основе нового технологического уклада будут упущены, то... страна останется сырьевой периферией мировой экономики» [2]. В этих доводах есть рациональное зерно. Но его опасно абсолютизировать. В условиях, когда в стране около 30 % технологий относятся к третьему технологическому укладу, 50 % – к четвертому, а доля пятого уклада составляет примерно 10 %, да и то только в военно-промышленном комплексе и авиакосмической промышленности [3], говорить о «структурной перестройке экономики на основе шестого уклада» вряд ли уместно. В то же время при всех проблемах российской науки и промышленности в стране есть отдельные прорывные разработки, опережающие по ряду параметров мировые аналоги даже в области создания новейших электромобилей, суперкомпьютеров и ядерных реакторов нового поколения. Поэтому нельзя упустить возможности захвата позиций на тех направлениях шестого уклада, где для этого есть необходимые заделы. Важно, однако, подчеркнуть, что опережающие прорывы на новейших направлениях смогут принести реальную пользу стране лишь при двух условиях: а) если опережающие инновационные разработки будут доведены до создания конкурентоспособных производств, действующих на территории России. Если же такие разработки будут продаваться для промышленного производства в других странах, то они будут обогащать и развивать лишь своих собственников и страны внедрения, но практически ничего не дадут для модернизации России [3]; б) если удастся создать инновационные кластеры, то есть комплексы взаимодополняющих продуктов и производств, конкурентоспособность которых существенно выше, чем у отдельных разрозненных разработок. Таким образом, вторым из приоритетных направлений модернизации должно быть сосредоточение усилий на ограниченном комплексе наиболее продвинутых инновационных производств, которые способны составить российские модернизационные кластеры уровня пятого и шестого укладов. Разумеется, нельзя рассчитывать, что указанные инновационные производства уже в обозримом будущем станут локомотивом модернизации страны. Их задача в том, чтобы захватить перспективные ниши технологического развития, накопить необходимый организационный опыт, научную базу, кадры для наращивания опережающих прорывов на последующих этапах.

Третий из модернизационных приоритетов заключается в «догоняющей» реиндустриализации страны. Мировой кризис наглядно показал уязвимость курса «деиндустриализации» даже для развитых государств. Реиндустриализация российской экономики на современном технологическом уровне стала, по сути, критическим условием жизнеспособности страны. Проблема в приоритетах, ибо одновременная реиндустриализация по всему спектру традиционных отраслей невозможна. На наш взгляд, с учетом геостратегического положения и интересов России, нарастающей турбулентности политического, экономического и экологического секторов мировой системы, растущего давления других стран,

стремящихся получить доступ к российским ресурсам, приоритетом «догоняющей» модернизации должны стать отрасли, обеспечивающие самодостаточность развития российского общества (оборонный комплекс, сельское хозяйство, строительство, транспорт, энергетика, фармацевтика, производство бытовых товаров, инфраструктура). Возрождение современного производства основных товаров первой необходимости способно не только восстановить здоровое экономическое развитие, но и решить острые социальные и демографические проблемы. В современной России миллионы молодых людей, многие с высшим образованием, не могут найти достойного применения на производстве и вынуждены работать продавцами, охранниками, пополнять ряды «офисного планктона», где через несколько лет теряют свою квалификацию. Развертывание «догоняющей» модернизации способно не только укрепить позиции отечественного производства, но и обеспечить производительную занятость миллионов людей, сберечь и развить их квалификацию, дать им перспективы достойной самореализации. Реалистичный курс «догоняющей» реиндустриализации должен строиться с учетом того, что страна стадийно отстала от мировых лидеров, интеллектуально и технологически обескровлена «утечкой мозгов» и при этом располагает скромными финансовыми ресурсами. В этих условиях динамичное развертывание реиндустриализации требует, с одной стороны, системы экономических и политических мер государства и региональных органов власти по привлечению инвесторов, заинтересованных в размещении высокотехнологичных производств в России, а с другой – создания в регионах инфраструктурно завершенных промышленных площадок, всесторонне подготовленных для размещения необходимых производств. Опыт Китая и ряда других динамично развивающихся стран показывает, что лишь активные собственные действия по созданию комплекса благоприятных инфраструктурных, правовых и социальных условий для модернизации способны заинтересовать серьезных инвесторов.

Четвертое из приоритетных направлений модернизации, требующее системного переосмысления и без которого три предыдущих приоритета неосуществимы, является государственное стратегическое планирование. Проведение рыночных реформ в России, а также мировой экономической кризис 2008/2009 г. кардинально изменили отношение к государственному планированию экономического и социального развития в России. Эта тенденция характерна и для наиболее развитых стран. К примеру, в последнее десятилетие в США началась масштабная реиндустриализация, в рамках которой правительство США выдвинуло ряд приоритетных направлений, среди которых первое место занимает повышение роли стратегического планирования. Между тем стратегическое планирование призвано ориентировать экономику на рост национального богатства страны, развитие производственного, технологического, образовательного потенциала, выведение социально незащищенных слоев населения из полосы бедности, уменьшение подоходного и иму-



щественного расслоения населения. Отсутствие стратегического планирования в масштабе экономики страны вызывает неопределенность ориентации социально-экономического развития на длительную перспективу, приоритеты кратковременных проблем перед задачами, от решения которых зависит будущее страны, консервацию сложившихся форм хозяйствования, структуры экономики и режимов воспроизводства. В русле теории рыночного фундаментализма «невидимая рука» рынка, не будучи направляемой, корректируемой государственным, региональным, отраслевым, корпоративным экономическим и социальным планированием, неизбежно ведет к рыночным провалам, что неоднократно подтверждалось опытом всех стран, использующих рыночную систему хозяйствования, о чем наглядно свидетельствует российская практика перехода к рыночной экономике в течение последних двадцати лет.

Поэтому с точки зрения системных принципов, в частности принципа комплексности, искусство управления состоит в естественном, органичном сочетании плановых и рыночных начал, обеспечении непротиворечивости государственного, регионального, отраслевого, корпоративного, семейного планирования и рыночного саморегулирования посредством взаимодействия спроса и предложения, придания разумной свободы действий ценовым инструментам, механизму конкуренции. Единство плана и рынка базируется на системных принципах, свидетельствующих о неизбежности существования смешанной экономики, гармонично сочетающей государственное планирование с действием рыночных механизмов. И проблема заключается не в том, чтобы занимать крайнюю плановую или рыночную позицию. Нужно избежать как крайности неолиберализма, так и ущербности дирижизма. Как справедливо отмечает Б. Райзберг, «проблема – в нахождении симбиоза плана и рынка, обеспечения их сочетания и совместного действия в соответствии с экономическими, социальными, природно-экологическими, политическими условиями, историческим наследием, общественной реакцией на применяемые методы и формы государственного управления и регулирования экономики. Поскольку

эти условия различны, то по-разному складывается и соотношение плановых и рыночных механизмов» [7].

Показательно, что в 70-е годы прошлого века Китай интенсивно изучал и заимствовал опыт советского централизованного государственного народнохозяйственного планирования, но сумел затем приспособить его к экономике, сочетающей государственную и частную собственность, использующей рыночные отношения и формы хозяйствования. Таким образом, четвертый приоритет модернизации заключается в выработке долговременной социально-экономической стратегии и ее планомерной реализации, закреплении долговременного курса в планах и программах.

Таким образом, осуществление рассмотренных приоритетных направлений способно придать процессам модернизации российской экономики саморазвивающийся характер. Исходный мобилизационный импульс и необходимые финансовые средства для перехода от стагнации к высокотехнологическому развитию даст комплексная модернизация сырьевых отраслей. Второй модернизационный маневр, который необходимо осуществить в ближайшие 3–5 лет, связан с формированием отечественных кластеров на перспективных направлениях пятого и шестого технологических укладов, обеспеченных имеющимися заделами науки и российской промышленности. Третий масштабный разворот – «догоняющая» реиндустриализация на направлениях, гарантирующих самообеспечение базовых потребностей страны, что существенно повысит ее безопасность, социальную привлекательность и устойчивость в условиях растущей турбулентности мировых процессов. Четвертым приоритетом модернизации является включение, встраивание механизмов стратегического планирования в деятельность всей системы управления социально-экономическими объектами, процессами, отношениями на общегосударственном, региональном, корпоративном уровнях. Курс на стратегическое планирование должен быть подкреплен интересами хозяйствующих субъектов, а в широком аспекте – желанием всего российского общества.

#### Список литературы

1. Винограй, Э.Г. Системные принципы оптимизации сложных объектов / Э.Г. Винограй // Техника и технология пищевых производств. – 2008. – № 1. – С. 16–28.
2. Глазьев, С. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов / С. Глазьев // Вопросы экономики. – 2009. – № 3. – С. 26–38.
3. Иноземцев, В. Будущее России – в новой индустриализации / В. Иноземцев // Экономист. – 2010. – № 11. – С. 3–15.
4. Каблов, Е.Н. Шестой технологический уклад / Е.Н. Каблов // Наука и жизнь. – 2010. – № 4. – С. 2–7.
5. Цветков, В. Об отправной точке неоиндустриальной модернизации / В. Цветков // Экономист. – 2010. – № 11. – С. 16–26.
6. Сайт Общая теория систем, системный подход и системный анализ. – Режим доступа: <http://systmethod.kemtip.ru>.
7. Райзберг, Б. Проблемы государственного стратегического планирования в современной России / Б. Райзберг // Общество и экономика. – 2008. – № 8. – С. 104–114.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

#### SUMMURY

**Е.А. Ploskonosova**

### **MODERNIZATION OF RUSSIAN ECONOMY: SELECTION OF PRIORITY ROUTES IN THE CONTEXT OF SYSTEMATIC APPROACH**

---

The problems of modernization of Russian economy against the background of systematic approach are considered. The choice of priority routes of modernization is substantiated on the basis of system concepts: action focalizing, integrity, accentuation of the «crucial element», phasing of the system development (transformation). The description is presented of the systematic conditions, contributing to dynamism, vividness and effectiveness of modernization changes in Russian economy.

Modernization of Russian economy, systematic approach, systematic approach optimization principles, problems of modernization priorities.

---

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

*Дата поступления: 30.10.2013*



**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ****– ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ –**

Бибик, И.В. Научное обоснование количества внесения дигидрокверцетина при разработке технологии кваса «Виноградный» / И.В. Бибик, Е.В. Лоскутова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 5–10.

**Бибик Ирина Васильевна**

к.т.н., доцент, доцент кафедры технологии переработки продукции растениеводства ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет», 675000, Россия, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, тел. (4162) 52-62-00

**Лоскутова Елена Викторовна**

соискатель, старший лаборант кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет», 675000, Россия, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, тел. (4162)53-93-65

**Irina V. Bibik**

Far Eastern State Agrarian University,  
675005, Russia, Blagoveshchensk,  
ul. Politehnicheskaya, 86. Phone 8 (4162) 52-62-00

**Elena V. Loskutova**

Far Eastern State Agrarian University,  
675005, Russia, Blagoveshchensk,  
ul. Politehnicheskaya, 86. Phone 8 (4162) 53-93-65

Гринькова, Г.В. Товароведная характеристика субпродуктов дикого северного оленя / Г.В. Гринькова, Е.В. Марцеха, В.Г. Шелепов // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 11–17.

**Гринькова Галина Владимировна**

аспирант кафедры товароведения и управления качеством ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», генеральный директор ООО «РОСАГРОКОРМ», 633204, Россия, Новосибирская обл., г. Искитим, ул. Украинская, 55/20, e-mail: mail@korma.biz

**Марцеха Евгений Владимирович**

к. с-х. н., научный сотрудник ГНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крайнего Севера, 663300, 663300, Россия, Красноярский край, г. Норильск, ул. Комсомольская, 1, e-mail: norilskniiks@mail.ru

**Шелепов Виктор Григорьевич**

д. с-х. н., профессор, член-корреспондент Россельхозакадемии, начальник отдела ГНУ Сибирское региональное отделение Россельхозакадемии, 630501, Россия, Новосибирская область, Новосибирский район, пос. Краснообск, тел. (383) 3481653, e-mail: vshelepov@yandex.ru

**Galina V. Grinkova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
ООО «РОСАГРОКОРМ» 633204, Novosibirsk Region, Iskitim, Ukrainian str., 55/20, e-mail: mail@korma.biz

**Evgeny V. Marcesha**

GNU Scientific Research Institute of Agriculture of the Far North,  
663300, Russia, Krasnoyarsk region, Norilsk, st. Kom-somolskaya, 1, e-mail: norilskniiks@mail.ru

**Victor G. Shelepov**

Siberian Branch of Russian Academy of Agricultural Sciences,  
630501, Novosibirsk Region, Krasnoobsk,  
Phone/fax +7 (383) 3481653  
e-mail: vshelepov@yandex.ru

Драгунова, М.М. Метод переработки вторичного коллагенсодержащего сырья с использованием дрожжей *Clavispora lusitaniae* Y3723 / М.М. Драгунова, В.П. Брехова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 18–21.

**Драгунова Марина Михайловна**

аспирант кафедры бионанотехнологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности» 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-31

**Marina M. Dragunova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-31

**Брехова Виктория Петровна**

студент кафедры бионанотехнологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности» 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-31.

**Victoria P. Brehova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-31.

Иванов, С.В. Обоснование рецептурных компонентов многофункциональных рассольных коллоидных систем цельномышечных мясных продуктов / С.В. Иванов, И.И. Кишенько, Ю.П. Крыжова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 22–29.

**Иванов Сергей Витальевич**

д.т.н., профессор, ректор Национального университета пищевых технологий, 01601, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 68, тел. (044) 2899555

**Кишенько Ирина Ивановна**

к.т.н., доцент кафедры технологии мяса и мясных продуктов Национального университета пищевых технологий, 01601, Украина, ул. Владимирская, 68, тел. (044) 067-5380380, e-mail: irinanuht@ukr.net

**Крыжова Юлия Петровна**

к.т.н., доцент кафедры технологии мяса и мясных продуктов Национального университета пищевых технологий, 01601, Украина, ул. Владимирская, 68, тел. (044) 050-7402671,  
e-mail: yuliya.kryzhova@mail.ru

**Sergey V. Ivanov**

National University of Food Technologies  
68 Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine.  
Phone 2899555

**Irina I. Kishenko**

National University of Food Technologies  
68 Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine.  
Phone (044) 067-5380380, e-mail: irinanuht@ukr.net

**Yulia P. Kryzhova**

National University of Food Technologies  
68 Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine.  
Phone (044) 050-7402671,  
e-mail: yuliya.kryzhova@mail.ru

Исследование влияния компонентов молока на показатели качества растительно-сливочного спреда / О.А. Ивашина, Л.В. Терещук, М.А. Трубникова, К.В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 30–34.

**Ивашина Оксана Александровна**

аспирант кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-51,

начальник инновационной технологической лаборатории АО «Евразиян Фудс» (Карагандинский марга-риновый завод), Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Ермакова, д. 77/2 – 30, тел. 8(7212) 43-35-305

**Терещук Любовь Васильевна**

д.т.н., профессор, заведующая кафедрой технологии жиров, биохимии и микробиологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-51,  
e-mail: terechuk\_l@mail.ru

**Трубникова Мария Александровна**

аспирант кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-51

**Старовойтова Ксения Викторовна**

к.т.н., ассистент кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-51

**Oksana A. Ivashina**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-51

**Lyubov V. Tereshchuk**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-51, e-mail: terechuk\_l@mail.ru

**Maria A. Trubnikova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-51

**Kseniya V. Starovoitova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-51

Ивкова, И.А. Разработка технологии сухого кисломолочного (сметанного) продукта / И.А. Ивкова, А.С. Пиляева, Г.М. Копылов // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 35–39.

**Ивкова Ирина Александровна**

к.т.н., доцент кафедры товароведения, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, 644122, Россия, г. Омск-122, ул. Октябрьская, 92, тел. 24-15-35, e-mail: tovar\_ivm\_omgau@mail.ru

**Пиляева Анастасия Сергеевна**

старший преподаватель кафедры товароведения, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, 644122, Россия, г. Омск-122, ул. Октябрьская, 92, тел. 24-15-35, e-mail: tovar\_ivm\_omgau@mail.ru

**Копылов Геннадий Михайлович**

к.в.н., доцент кафедры товароведения, стандартизации и управления качеством ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», Институт ветеринарной медицины и биотехнологии, декан товароведческого факультета, 644122, Россия, г. Омск-122, ул. Октябрьская, 92, тел. 24-15-35, e-mail: tovar\_ivm\_omgau@mail.ru

**Irina A. Ivkova**

Institute of veterinary medicine and biotechnology federal public budgetary educational institution higher professional education «Omsk state agrarian university of the name of P.A. Stolypin». 644122, Russia, Omsk, Oktyabrskaya, 92. Phone 24-15-35, fax 04-23-67, e-mail: tovar\_ivm\_omgau@mail.ru

**Anastasia S. Pilyaeva**

Institute of veterinary medicine and biotechnology federal public budgetary educational institution higher professional education «Omsk state agrarian university of the name of P.A. Stolypin». 644122, Russia, Omsk, Oktyabrskaya, 92. Phone 24-15-35, fax 04-23-67, e-mail: tovar\_ivm\_omgau@mail.ru

**Gennady M. Kopylov**

Institute of veterinary medicine and biotechnology federal public budgetary educational institution higher professional education «Omsk state agrarian university of the name of P.A. Stolypin». 644122, Russia, Omsk, Oktyabrskaya, 92. Phone 24-15-35, fax 04-23-67, e-mail: tovar\_ivm\_omgau@mail.ru

Безалкогольные напитки на основе полизернового сырья / И.О. Казаков, Т.Ф. Киселева, Т.А. Унщикова, Е.В. Цветков // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 40–43.

**Казаков Илья Олегович**

аспирант кафедры технологии броидильного производства и консервирования ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-55

**Киселева Татьяна Федоровна**

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

**Унщикова Татьяна Александровна**

аспирант кафедры технологии броидильного производства и консервирования ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-55

**Цветков Егор Викторович**

аспирант кафедры технологии броидильного производства и консервирования ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-55

**Ilya O. Kazakov**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia. Phone (3842) 39-68-55

**Tatiana F. Kiseleva**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia. Phone (3842) 39-68-55, e-mail: tf@kemtipp.ru

**Tatiana A. Unschikova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia. Phone (3842) 39-68-55

**Egor V. Zvetkov**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia. Phone (3842) 39-68-55



Короткий, И.А. Исследование процессов выделения белков и лактозы из молочной сыворотки / И.А. Короткий, П.А. Гунько, Т.З. Валиахмедов // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 44–48.

**Короткий Игорь Алексеевич**

д.т.н., профессор, декан заочного факультета ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 73-43-44, e-mail: krot69@mail.ru

**Гунько Павел Александрович**

аспирант кафедры теплохладотехники ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-49, e-mail: Pahn88@yandex.ru

**Валиахмедов Тимур Замирович**

аспирант кафедры теплохладотехники ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-49, e-mail: tumyr09@mail.ru

**Igor A. Korotky**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 73-43-44, e-mail: krot69@mail.ru

**Pavel A. Gunko**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-49, e-mail: ahen88@yandex.ru

**Timur Z. Valiahmedov**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-49, e-mail: tumyr09@mail.ru

Обоснование использования гречневого солода при разработке композиции хлебопекарного улучшителя / Л.О. Коршенко, О.Г. Чижикова, Т.В. Танашкина и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 49–53.

**Коршенко Людмила Олеговна**

к.т.н., доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров Школы экономики и менеджмента ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.+7 (423) 243-34-72, факс+7 (423) 243-23-15, e-mail: luda\_korshenko@mail.ru

**Чижикова Ольга Григорьевна**

к.т.н., профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров Школы экономики и менеджмента ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел. +7 (423) 243-34-72, факс +7 (423) 243-23-15, e-mail: olgach41@mail.ru

**Танашкина Татьяна Владимировна**

к.б.н., доцент кафедры продуктов питания из растительного сырья и технологии живых систем Школы биомедицины ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел. +7 (423) 243-34-72, факс +7 (423) 243-23-15 e-mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

**Доценко Сергей Михайлович**

д.т.н., профессор, зав. лабораторией хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сои Россельхозакадемии, 675027, Россия, Амурская область, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19

**Абдулаева Наталья Николаевна**

аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров Школы экономики и менеджмента ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел. +7 (423) 243-34-72, факс +7 (423) 243-23-15 e-mail: natusiki82@mail.ru

**Ludmila O. Korshenko**

Far Eastern Federal University,  
8, Sukhanova str., 690950, Vladivostok, Russia.  
Phone +7 (423) 243-34-72, fax: +7 (423) 243-23-15,  
e-mail: luda\_korshenko@mail.ru

**Olga G. Chizhikova**

Far Eastern Federal University,  
8, Sukhanova str., 690950, Vladivostok, Russia.  
Phone +7 (423) 243-34-72, fax: +7 (423) 243-23-15,  
e-mail: olgach41@mail.ru

**Tatiana V. Tanashkina**

Far Eastern Federal University,  
8, Sukhanova str., 690950, Vladivostok, Russia.  
Phone +7 (423) 243-34-72, fax: +7 (423) 243-23-15,  
e-mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

**Sergei M. Dotsenko**

State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Soy, 19 Ignatievskoe highway, Blagoveshchensk, Amur region, 675027

**Natalya N. Abdulaeva**

Far Eastern Federal University,  
8, Sukhanova str., 690950, Vladivostok, Russia.  
Phone +7 (423) 243-34-72, fax: +7 (423) 243-23-15

**Семенюта Анна Андреевна**

аспирант кафедры продуктов питания из растительного сырья и технологии живых систем Школы биомедицины ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел. +7 (423) 243-34-72, факс +7 (423) 243-23-15

**Anna A. Semenyuta**

Far Eastern Federal University,  
8, Sukhanova str., 690950, Vladivostok, Russia.  
Phone +7 (423) 243-34-72, fax: +7 (423) 243-23-15

Лисин, П.А. Структурно-механическая и термодинамическая характеристика биойогурта / П.А. Лисин, О.Н. Мусина, И.В. Кистер // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 54–59.

**Лисин Петр Александрович**

д.т.н., профессор, кафедра технологии и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», 644008, Россия, г. Омск, Институтская площадь, 2, тел. 8 (3812) 24-39-76, e-mail: adm@omgau.ru

**Petr A. Lisin**

Omsk state agrarian University by P.A. Stolypin,  
644008, Russia, Omsk, Institutskaya square, 2.  
Phone (3812) 24-39-76, e-mail: adm@omgau.ru

**Мусина Ольга Николаевна**

к.т.н., доцент, заведующая сектором научно-технического анализа ГНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия Российской академии сельскохозяйственных наук», 656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66, тел. (3852) 56-46-12, e-mail: sibniis.altai@mail.ru

**Olga N. Musina**

Siberian research Institute for cheese-making Russian Academy of agricultural Sciences,  
656016, Russia, Barnaul, Sovetskaya Army, 66.  
Phone (3852) 56-46-12, e-mail: sibniis.altai@mail.ru

**Кистер Ирина Владимировна**

мастер приемно-аппаратного цеха филиала компании «МАНРОС М», Омск, аспирант ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина», 644008, Россия, г. Омск, Институтская площадь, 2, e-mail: adm@omgau.ru

**Irina V. Kister**

Omsk state agrarian University by P.A. Stolypin,  
644008, Russia, Omsk, Institutskaya square, 2.  
Phone (3812) 24-39-76, e-mail: adm@omgau.ru

Наумова, Н.Л. Об эффективности витаминизации булочных изделий, обогащенных селеном / Н.Л. Наумова, В.М. Позняковский // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 60–67.

**Наумова Наталья Леонидовна**

к.т.н., доцент, доцент кафедры технологии и организации питания Института экономики, торговли и технологий ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет), 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76; тел. 8(351) 267-97-33, e-mail: n.naumova@inbox.ru.

**Natalia L. Naumova**

South Ural State University (National Research University) Institute of Economy, Trade, Technology  
76, avenue of Lenina, Chelyabinsk, 454080, Russia.  
Phone/fax: +7(351) 267-97-33,  
e-mail: fpt\_09@mail.ru

**Позняковский Валерий Михайлович**

д.б.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, руководитель отдела гигиены питания и экспертизы товаров Научно-образовательного центра ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел/факс: (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

**Valeriy M. Poznyakovsky**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-53, e-mail: tovar-kemtipp@mail.ru

Патракова, И.С. Изучение функциональных свойств мяса в зависимости от состава посолочной смеси / И.С. Патракова, Г.В. Гуринович, О.Я. Алексеевнина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 68–72.

**Патракова Ирина Сергеевна**

к.т.н., доцент кафедры технологии мяса и мясных продуктов ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

**Гуринович Галина Васильевна**

д.т.н., профессор, заведующая кафедрой технологии мяса и мясных продуктов ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

**Алексеевнина Оксана Яковлевна**

магистрант кафедры технологии мяса и мясных продуктов ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-57

**Irina S. Patrakova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

**Galina V. Gurinovich**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

**Oksana Ya. Alekseevina**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-57

Взбитый десерт на основе молочной сыворотки с пищевыми волокнами Citri-Fi / Е.А. Плеханова, А.В. Банникова, Н.Е. Шестопалова, Н.М. Птичкина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 73–77.

**Плеханова Екатерина Алексеевна**

аспирант ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1, тел. (8452) 23-47-81, e-mail: ekaterina.davydova.89@mail.ru

**Банникова Анна Владимировна**

к.т.н., доцент ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1, тел. (8452) 23-47-81

**Шестопалова Наталья Евгеньевна**

технолог хлебопекарного и кондитерского направления компании «Джорджия», 127018, Россия, г. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, д. 40, стр. 1, тел. (495) 640-86-36

**Птичкина Наталья Михайловна**

д.х.н., профессор ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1, тел. (8452) 23-47-81

**Ekaterina A. Plekhanova**

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 410012, Russia, Saratov, Teatralnaya pl., 1.  
Phone (8452) 23-47-81,  
e-mail: ekaterina.davydova.89@mail.ru

**Anna V. Bannikova**

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 410012, Russia, Saratov, Teatralnaya pl., 1.  
Phone (8452) 23-47-81

**Natalia E. Shestopalova**

Company «Georgia», 127018, Russia, Moscow, 3rd passage Marina groves, d. 40, p. 1, tel. (495) 640-86-36

**Natalia M. Ptichkina**

Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 410012, Russia, Saratov, Teatralnaya pl., 1.  
Phone (8452) 23-47-81

К вопросу о гетерогенной кристаллизации лактозы в технологиях сгущенных молочных продуктов с сахаром / А.Е. Рябова, А.Г. Галстян, Т.И. Малов и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 78–83.

**Рябова Анастасия Евгеньевна**

аспирант лаборатории молочных консервов ГНУ ВНИИ Россельхозакадемии, 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к. 7, тел. (499) 236-02-36, e-mail: anryz@hotmail.com, conservlab@mail.ru

**Галстян Арам Генрихович**

д.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории молочных консервов ГНУ ВНИИ Россельхозакадемии, 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к. 7, тел. (499) 236-02-36, e-mail: conservlab@mail.ru

**Anastasia E. Rjabova**

All-Russia dairy research institute, 35, Lusinovskaya st., Moscow, 115093, Russia.  
Phone/fax: (499)236-02-36,  
e-mail: anryz@hotmail.com, conservlab@mail.ru

**Aram G. Galstjan**

All-Russia dairy research institute, 35, Lusinovskaya st., Moscow, 115093, Russia.  
Phone/fax: (499)236-02-36,  
e-mail: anryz@hotmail.com, conservlab@mail.ru

**Малова Татьяна Ивановна**

инженер II категории лаборатории молочных консервов ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии, 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к. 7, тел. (499) 236-02-36, e-mail: [conservlab@mail.ru](mailto:conservlab@mail.ru)

**Радаева Искра Александровна**

д.т.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории молочных консервов ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии, 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к. 7, тел. (499) 236-02-36, e-mail: [conservlab@mail.ru](mailto:conservlab@mail.ru)

**Туровская Светлана Николаевна**

старший научный сотрудник лаборатории молочных консервов ГНУ ВНИМИ Россельхозакадемии, 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, к. 7, тел. (499) 236-02-36, e-mail: [conservlab@mail.ru](mailto:conservlab@mail.ru)

**Tatiana I. Malova**

All-Russia dairy research institute, 35, Lusinovskaya st., Moscow, 115093, Russia.  
Phone/fax: (499)236-02-36,  
e-mail: [anryz@hotmail.com](mailto:anryz@hotmail.com), [conservlab@mail.ru](mailto:conservlab@mail.ru)

**Iskra A. Radaeva**

All-Russia dairy research institute, 35, Lusinovskaya st., Moscow, 115093, Russia  
Phone/fax:(499)236-02-36,  
e-mail: [anryz@hotmail.com](mailto:anryz@hotmail.com), [conservlab@mail.ru](mailto:conservlab@mail.ru)

**Svetlana N. Turovskaja**

All-Russia dairy research institute, 35, Lusinovskaya st., Moscow, 115093, Russia.  
Phone/fax: (499)236-02-36,  
e-mail: [anryz@hotmail.com](mailto:anryz@hotmail.com), [conservlab@mail.ru](mailto:conservlab@mail.ru)

Сергеева, И.Ю. Применение хитозана для стабилизации коллоидной системы напитков / И.Ю. Сергеева // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 84–89.

**Сергеева Ирина Юрьевна**

к.т.н., доцент кафедры технологии бродильных производств и консервирования ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-55, e-mail: [sergeeva.76@list.ru](mailto:sergeeva.76@list.ru)

**Irina Yu. Sergeyeva**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-55, e-mail: [sergeeva.76@list.ru](mailto:sergeeva.76@list.ru)

Шабурова, Г.В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 90–96.

**Шабурова Галина Васильевна**

к.т.н., доцент кафедры пищевых производств ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», 440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11, тел/факс: (8412) 49-56-99, e-mail: [Shaburovs@mail.ru](mailto:Shaburovs@mail.ru)

**Курочкин Анатолий Алексеевич**

д.т.н., профессор кафедры пищевых производств ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», 440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11, тел/факс: (8412) 49-56-99

**Воронина Полина Константиновна**

аспирант кафедры пищевых производств ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет», 440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11, тел/факс: (8412) 49-56-99

**Galina V. Shaburova**

Penza State Technological University,  
1a/11, travel Baydukova / st. Gagarin, Penza,  
440039, Russia.  
Phone/fax: (8412) 49-56-99  
e-mail: [Shaburovs@mail.ru](mailto:Shaburovs@mail.ru)

**Anatoliy A. Kurochkin**

Penza State Technological University,  
1a/11, travel Baydukova / st. Gagarin, Penza,  
440039, Russia.  
Phone/fax: (8412) 49-56-99

**Polina K. Voronina**

Penza State Technological University,  
1a/11, travel Baydukova / st. Gagarin, Penza,  
440039, Russia.  
Phone/fax: (8412) 49-56-99

## — ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ —

Ультрафильтрация смеси сока клубней топинамбура и молочной сыворотки на полимерных мембранах / С.П. Бабенышев, С.А. Емельянов, В.Е. Жидков и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 97–100.

**Бабенышев Сергей Петрович**

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

**Емельянов Сергей Александрович**

д.т.н., к.б.н., начальник Управления организации научных исследований, заместитель проректора по научной работе ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2, тел. (8652) 23-39-43, e-mail: info@ncstu.ru

**Жидков Владимир Евдокимович**

д.т.н., профессор, директор Технологического института сервиса (филиал) в г. Ставрополе ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет», 355035, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 41, корпус 1, e-mail: mail@stis.su

**Мамай Дмитрий Сергеевич**

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

**Владыкина Юлия Анатольевна**

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

Расщепкин, А.Н. Влияние режимов низкотемпературной обработки на качественные показатели ягод черной смородины / А.Н. Расщепкин, И.А. Короткий, Е.В. Короткая // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 101–105.

**Расщепкин Александр Николаевич**

к.т.н., доцент кафедры теплотехники ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-49, e-mail: technoholod@vail.ru

**Короткий Игорь Алексеевич**

д.т.н., профессор, декан заочного факультета ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 73-43-44, e-mail: krot69@mail.ru

**Sergey P. Babenyshev**

North Caucasian Federal University,  
st. Kulakova, 2, Stavropol, 355029, Russia.  
Phone +7(8652) 23-39-43, e-mail: info@ncstu.ru

**Sergey A. Emelyanov**

North Caucasian Federal University,  
st. Kulakova, 2, Stavropol, 355029, Russia.  
Phone +7(8652) 23-39-43, e-mail: info@ncstu.ru

**Vladimir E. Zhidkov**

Technological Institute of Service (branch) in Stavropol  
Don State Technical University,  
1 Building, 41, Kulakov Prospekt, Stavropol, 355035.  
e-mail: mail@stis.su

**Dmitriy S. Mamay**

North Caucasian Federal University,  
st. Kulakova, 2, Stavropol, 355029, Russia.  
Phone +7(8652) 23-39-43, e-mail: info@ncstu.ru

**Julia A. Vladykina**

North Caucasian Federal University,  
st. Kulakova, 2, Stavropol, 355029, Russia.  
Phone +7(8652) 23-39-43, e-mail: info@ncstu.ru

**Alexander N. Raschepkin**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-49, e-mail: technoholod@vail.ru

**Igor A. Korotky**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 73-43-44, e-mail: krot69@mail.ru



**Короткая Елена Валерьевна**

д.т.н., доцент, профессор кафедры аналитической химии и экологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-30

**Elena V. Korotkaya**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-30

Смирнова, И.А. Оптимизация процесса охлаждения кисломолочных продуктов / И.А. Смирнова, И.В. Гралеvская, Е.О. Афанасьева // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 106–109.

**Смирнова Ирина Анатольевна**

д.т.н., профессор кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-58, e-mail: milk@kemtipp.ru

**Irina A. Smirnova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-58, e-mail: milk@kemtipp.ru

**Гралеvская Ирина Владимировна**

к.т.н., доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-58, e-mail: milk@kemtipp.ru

**Irina V. Gralevsky**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-58, e-mail: milk@kemtipp.ru

**Афанасьева Елена Олеговна**

магистрант кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-58, e-mail: milk@kemtipp.ru

**Elena O. Afanasyeva**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-58, e-mail: milk@kemtipp.ru

Модернизация линии производства плодово-ягодных экстрактов / А.Ф. Сорокопуд, В.В. Сорокопуд, И.Б. Плотников, Л.В. Плотникова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 110–114.

**Сорокопуд Александр Филиппович**

д.т.н., профессор, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-48

**Alexander F. Sorokopud**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-48

**Сорокопуд Валентина Васильевна**

к.т.н., доцент кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-48

**Valentina V. Sorokopud**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-48

**Плотников Игорь Борисович**

к.т.н., старший преподаватель кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-48, e-mail: plotnikov-ib@mail.ru

**Igor B. Plotnikov**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-48, e-mail: plotnikov-ib@mail.ru

**Плотникова Любовь Васильевна**

аспирант кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-48

**Lyubov V. Plotnikova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-48

Черевко, А.И. Влияние электроосмоса на процессы массопроводности в свином мясе / А.И. Черевко, В.А. Скрыпник, А.Г. Фарисеев // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 115–120.

**Черевко Александр Иванович**

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой процессов, аппаратов и автоматизации пищевых производств, ректор Харьковского государственного университета питания и торговли, 61051, Украина, г. Харьков, ул. Клочковская, 333, тел. 8-10-38-(057)-337-85-35, e-mail: hduht@kharkov.com

**Скрыпник Вячеслав Александрович**

к.т.н., доцент, докторант кафедры процессов, аппаратов и автоматизации пищевых производств Харьковского государственного университета питания и торговли, 61051, Украина, г. Харьков, ул. Клочковская, 333, тел. 8-10-38-(057)-337-85-35, e-mail: hduht@kharkov.com

**Фарисеев Андрей Геннадьевич**

ассистент кафедры технологического оборудования пищевых производств и торговли Высшего учебного заведения Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли», 19509, Украина, Черкасская обл., Городищенский р-н, с. Дырдин, ул. Ивана Уса, 32, тел. 8-10-38096-765-47-69

**Alexander I. Cherevko**

Kharkiv State University of Food Technology and Trade  
333, Klochkivska St., Kharkiv, 61051, Ukraine  
Phone 8-10-38-(057)-337-85-35,  
e-mail: hduht@kharkov.com

**Vyacheslav A. Skrypnyk**

Kharkiv State University of Food Technology and Trade  
333, Klochkivska St., Kharkiv, 61051, Ukraine  
Phone 8-10-38-(057)-337-85-35,  
e-mail: hduht@kharkov.com

**Andrey G. Fariseev**

Poltava University of Economics and Trade,  
32, str. Ivan Usa, p. Dyrdin, Gorodischenskiy district,  
Cherkasy region, Ukraine.  
Phone 8-10-38096-765-47-69

— ГИГИЕНА ПИТАНИЯ —

Астракова, Т.В. Определение ионов тяжелых металлов в ягодах облепихи / Т.В. Астракова, Н.В. Хитова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 121–125.

**Астракова Татьяна Валентиновна**

к.х.н., доцент кафедры общей и неорганической химии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-64, e-mail: astrakova25@gmail.com

**Хитова Наталья Владимировна**

старший преподаватель кафедры общей и неорганической химии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-64

**Tatiana V. Astrakova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-64,  
e-mail: astrakova25@gmail.com

**Natalia V. Khitova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-64

Влияние приема пробиотических бактерий родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* на состав микрофлоры кишечника у здоровых людей / А.Н. Шкопоров, Б.А. Ефимов, Е.В. Хохлова и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 126–130.

**Шкопоров Андрей Николаевич**

к.м.н., старший научный сотрудник лаборатории микробиологии и биологической безопасности ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ», Москва, 117997, ул. Островитянова, 1, тел. (495) 434-16-77, e-mail: a.shkoporov@gmail.com

**Ефимов Борис Алексеевич**

д.м.н., профессор кафедры микробиологии и вирусологии ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ», Москва, 117997, ул. Островитянова, 1, тел. (495) 434-16-77, e-mail: efimov\_ba@mail.ru

**Andrey N. Shkoporov**

N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Ostrovitjanova str., 1.  
Phone (495) 434-16-77, e-mail:  
a.shkoporov@gmail.com

**Boris A. Efimov**

N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Ostrovitjanova str., 1.  
Phone (495) 434-16-77, e-mail: efimov\_ba@mail.ru

**Хохлова Екатерина Викторовна**

к.м.н., научный сотрудник лаборатории микробиологии и биологической безопасности ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ», Москва, 117997, ул. Островитянова, 1, тел. (495) 434-16-77, e-mail: ekat.khokhlova@gmail.com

**Черная Зоя Анатольевна**

ассистент кафедры микробиологии и вирусологии ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ», Москва, 117997, ул. Островитянова, 1, тел. (495) 434-16-77, e-mail: z\_chernaya@inbox.ru

**Постникова Екатерина Анатольевна**

к.м.н., доцент кафедры микробиологии и вирусологии ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ», Москва, 117997, ул. Островитянова, 1, тел. (495) 434-16-77, e-mail: postnikova2003@inbox.ru

**Белкова Мария Дмитриевна**

аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств», 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, тел. (499) 750-01-11

**Ekaterina V. Khokhlova**

N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Ostrovitjanova str., 1. Phone (495) 434-16-77, e-mail: ekat.khokhlova@gmail.com

**Zoya A. Chernaia**

N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Ostrovitjanova str., 1. Phone (495) 434-16-77, e-mail: z\_chernaya@inbox.ru

**Ekaterina A. Postnikova**

N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, 117997, Ostrovitjanova str., 1. Phone (495) 434-16-77, e-mail: postnikova2003@inbox.ru

**Maria D. Belkova**

Moscow State University of Food Production, Moscow, 125080, Volokolamsk highway, 11. Phone (499) 750-01-11

**— СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ —**

Определение технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур пищевого назначения / Е.Ю. Егорова, М.С. Бочкарев, И.Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 131–138.

**Егорова Елена Юрьевна**

д.т.н., доцент, доцент кафедры общей химии и экспертизы товаров Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел. (3852) 45-53-00, e-mail: info@bti.secna.ru

**Бочкарев Максим Сергеевич**

аспирант кафедры общей химии и экспертизы товаров Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел. (3852) 45-53-00, e-mail: info@bti.secna.ru

**Резниченко Ирина Юрьевна**

д.т.н., профессор, профессор кафедры товароведения и управления качеством ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 73-40-40

**Elena Ju. Egorova**

Biysk Technological Institute (Branch of Polzunov Altai State Technical University), 27, Trofimov st., Biysk, 659305, Russia. Phone/fax: +7 (3854) 43-53-00, e-mail: info@bti.secna.ru

**Maxim S. Bochkarev**

Biysk Technological Institute (Branch of Polzunov Altai State Technical University), 27, Trofimov st., Biysk, 659305, Russia. Phone/fax: +7 (3854) 43-53-00, e-mail: info@bti.secna.ru

**Irina Ju. Reznichenko**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia. Phone (3842) 73-40-40

Киселева, Т.Ф. Неопределенность при оценке соответствия содержания консервантов в винах требованиям нормативных документов / Т.Ф. Киселева, О.А. Иголинская, Е.В. Бастрон // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 139–143.

**Киселева Татьяна Федоровна**

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

**Иголинская Ольга Андреевна**

инженер ФБУ «Кемеровский ЦСМ», аспирант кафедры технологии броидильного производства и консервирования» ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-55

**Бастрон Елена Владимировна**

аспирант кафедры технологии броидильного производства и консервирования» ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-55

**Tatiana F. Kiseleva**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-55, e-mail: tf@kemtipp.ru

**Olga A. Igolinskaja**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-55

**Elena V. Bastron**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-55

Науменко, Е.А. Исследование микробиологических и органолептических показателей в процессе хранения замороженных рыбных полуфабрикатов / Е.А. Науменко, О.Н. Анохина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 144–147.

**Науменко Елена Андреевна**

аспирант кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 236000, Россия, г. Калининград, Советский пр., 1, тел. 8(4012) 93-59-20, e-mail: lenysiknaumenko@mail.ru

**Анохина Ольга Николаевна**

к.т.н., доцент кафедры технологии продуктов питания» ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 236000, Россия, г. Калининград, Советский пр., 1, тел. 8 (4012) 93-59-20, e-mail: anohina@tis-dialog.ru

**Elena A. Naumenko**

FSBI HPE «Kaliningrad state technical university»  
1, Sovetsky Avenue, Kaliningrad, 236000, Russia.  
Phone 8(4012) 93-59-20,  
e-mail: lenysiknaumenko@mail.ru

**Olga N. Anokhina**

FSBI HPE «Kaliningrad state technical university»  
1, Sovetsky Avenue, Kaliningrad, 236000, Russia.  
Phone 8(4012) 93-59-20, e-mail: anohina@tis-dialog.ru

**— ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ —**

Краснова, Т.А. Исследование адсорбции галловой кислоты на активных углях / Т.А. Краснова, Н.В. Гора, Н.С. Голубева // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 148–151.

**Краснова Тамара Андреевна**

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой аналитической химии и экологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-30, e-mail: ecolog1528@yandex.ru

**Гора Наталья Вячеславовна**

аспирант кафедры аналитической химии и экологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-30, e-mail: ecolog1528@yandex.ru

**Голубева Надежда Сергеевна**

старший преподаватель кафедры аналитической химии и экологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-30, e-mail: ecolog1528@yandex.ru

**Tamara A. Krasnova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-30, e-mail: ecolog1528@yandex.ru

**Natalia V. Gora**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-30, e-mail: ecolog1528@yandex.ru

**Nadezda S. Golubeva**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-30, e-mail: ecolog1528@yandex.ru

Шачнева, Е.Ю. Изучение физико-химических свойств частиц карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) в водных растворах / Е.Ю. Шачнева, З.А. Магомедова, Х.З. Малачиева // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 152–156.

**Шачнева Евгения Юрьевна**

к.х.н., доцент кафедры аналитической и физической химии химического факультета ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», 414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, тел. 8(927) 561-59-40, e-mail: evgshachneva@yandex.ru

**Магомедова Зарема Алиевна**

студентка 2-го курса химического факультета ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», 414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, тел. 8(927) 561-59-40, e-mail: evgshachneva@yandex.ru

**Малачиева Ханика Зубайриевна**

студентка 2-го курса химического факультета ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный университет», 414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, тел. 8(927) 561-59-40, e-mail: evgshachneva@yandex.ru

**Eugenia Yu. Shachneva**

Astrakhan State University  
1, Area Shaumya, Astrakhan, 414000, Russia.  
Phone +7 (927) 561-59-40,  
e-mail: evgshachneva@yandex.ru

**Zarema A. Magomedova**

Astrakhan State University  
1, Area Shaumya, Astrakhan, 414000, Russia.  
Phone +7 (927) 561-59-40,  
e-mail: evgshachneva@yandex.ru

**Khanika Z. Malachieva**

Astrakhan State University  
1, Area Shaumya, Astrakhan, 414000, Russia.  
Phone +7 (927) 561-59-40,  
e-mail: evgshachneva@yandex.ru

— ЭКОНОМИКА —

Плосконосова, Е.А. Модернизация экономики России: выбор приоритетных направлений с позиции системного подхода / Е.А. Плосконосова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 157–162.

**Плосконосова Елена Алексеевна**

к.т.н., доцент кафедры общей и прикладной экономики ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-44, e-mail: ploskonosova888@rambler.ru

**Elena A. Ploskonosova**

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone (3842) 39-68-44,  
e-mail: ploskonosova888@rambler.ru



## ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

В научно-техническом журнале «Техника и технология пищевых производств» публикуются статьи, обзорные статьи, доклады, сообщения, рецензии, краткие научные сообщения (письма в редакцию), информационные публикации.

Рукопись должна соответствовать требованиям к оформлению статьи. Рукописи, представленные с нарушением требований, редакцией не рассматриваются.

Рукописи, поступающие в журнал, должны иметь внешнюю рецензию специалистов соответствующих отраслей наук с ученой степенью доктора или кандидата наук.

Рукопись научной статьи, поступившая в редакцию журнала, рассматривается ответственным за выпуск на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению, проверяется оригинальность в системе «Антиплагиат», регистрируется.

Редакция подтверждает автору получение рукописи в течение 10 дней после ее поступления.

Редакция организует рецензирование представленных рукописей. В журнале публикуются только рукописи, текст которых рекомендован рецензентами. Выбор рецензента осуществляется решением главного редактора или его заместителя. Для проведения рецензирования рукописей статей в качестве рецензентов могут привлекаться как члены редакционной коллегии журнала «Техника и технология пищевых производств», так и высококвалифицированные ученые и специалисты других организаций и предприятий, обладающие глубокими профессиональными знаниями и опытом работы по конкретному научному направлению, как правило, доктора наук, профессора.

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей для своих нужд. Рецензирование проводится

конфиденциально. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

Оригиналы рецензий хранятся в редакционной коллегии в течение трех 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 и сделал критические замечания.

Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания редакции.

При наличии отрицательных рецензий на рукопись от двух разных рецензентов или одной рецензии на ее доработанный вариант статья отклоняется от публикации без рассмотрения другими членами редколлегии.

Решение о возможности публикации после рецензирования принимается главным редактором, а при необходимости – редколлегией в целом.

Автору не принятой к публикации статьи ответственный за выпуск направляет мотивированный отказ. Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

Редакция журнала не хранит рукописи, не принятые к печати. Рукописи, принятые к публикации, не возвращаются. Рукописи, получившие отрицательный результат от рецензента, не публикуются и также не возвращаются автору.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Научно-технический журнал «Техника и технология пищевых производств» предназначен для публикации статей, посвященных проблемам пищевой и смежных отраслей промышленности.

Статья должна отвечать профилю журнала, обладать научной новизной, публиковаться впервые.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть 5–7 страниц. Текст статьи должен быть напечатан на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с одной стороны листа в одну колонку на принтере с четким шрифтом. Все страницы должны иметь сплошную нумерацию в верхнем правом углу.

Статья включает следующее.

1. Индекс УДК (универсальный десятичный классификатор) – на первой странице в левом верхнем углу.

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

3. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать основной результат исследований. Заголовок

набирают полужирными прописными буквами, размер шрифта 12. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

4. Аннотация (не более 800 печатных знаков). 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, тел., e-mail (организации).

9. 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, тел., e-mail).

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 637.14

**Л.А. Остроумов, А.В. Крупин****РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТОНИЗИРУЮЩИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Разработана технология производства ягодных морсов... (продолжение аннотации).

Напитки, морсы, обезжиренное молоко, сыворотка... (ключевые слова – не более 9).

**Введение**

Рассматривая перспективы развития молочной...

**Целью** работы являлась разработка технологических основ производства тонирующих слабоалкогольных напитков с использованием обезжиренного молока и сыворотки.**Объект и методы исследования**

Изучали химический состав...

**Результаты и их обсуждение**

Отрабатывали технологии...

Следствием выполненной работы явилась...

## Список литературы

1. Залашко, М.В. Биотехнология переработки молочной сыворотки / М.В. Залашко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
2. Мельникова, Е.И. Инновационные технологии использования молочной сыворотки в производстве десертных продуктов / Е.И. Мельникова, Л.В. Голубева, Е.Б. Станиславская // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 2. – С. 50–52.
3. Арутюнян, Н.С. Рафинация масел и жиров: теоретические основы, практика, технология, оборудование / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, Е.А. Нестерова. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт,  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел/факс: (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

**L.A. Ostroumov, A.V. Krupin****DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF TONING UP DAIRY PRODUCTS**

The «know-how» toning up light alcohol drinks...

Drinks, fruit syrups, skim milk, whey, ethyl...

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7 (3842) 73-40-40,  
e-mail: office@kemtipp.ru

**Сведения об авторах**

Ф.И.О. (полностью), Ученая степень (если имеется), ученое звание (если имеется), должность, место работы / учебы (полное название учреждения в именительном падеже), адрес учреждения, рабочий телефон, e-mail для связи		Информация для быстрой связи с автором (в журнале не публикуется): тел., e-mail
на русском языке	на английском языке	
<b>Пример оформления</b>		
<b>Осинцев* Алексей Михайлович</b> д.т.н., профессор, заведующий кафедрой физики ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический инсти- тут пищевой промышленности», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел. (3842) 39-68-32, e-mail: osintsev@kemtipp.ru	<b>Aleksey M. Osintsev</b> Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Physics FSBEI HVE «Kemerovo Institute of Food Science and Technology», 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, Phone (3842) 39-68-32, e-mail: osintsev@kemtipp.ru	Тел. 8 (3842) 11-11-11, тел. сот. 8-900-300-20-50, e-mail: osintsev@kemtipp.ru
<b>Петров Иван Вячеславович</b> студент кафедры физики ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленно- сти», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47	<b>Ivan V. Petrov</b> student of the Department of Physics FSBEI HVE «Kemerovo Institute of Food Science and Technol- ogy», 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia	

Примечание. Фамилия автора, с которым следует вести переписку, обозначается звездочкой (\*).

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ  
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ  
№ 1 (32), 2014**

Ответственный за выпуск *Е.В. Дмитриева*

Литературный редактор *Ю.Н. Тулупов*

Компьютерная верстка и оформление обложки *Е.П. Лопатин*

*Учредитель:*

Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности (КемТИПП)

*Адрес учредителя:*

650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47,  
Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности (КемТИПП)

Подписано в печать 25.02.2014.

Дата выхода в свет 25.02.2014. Формат 60×84<sup>1/8</sup>.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Печать офсетная. Усл. п. л. 20,9. Уч.-изд. л. 24,0.

Тираж 300 экз. Заказ № 147. Цена свободная.

*Адрес редакции:*

650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, к. 1212, тел. (3842)39-68-45  
<http://www.kemtipp.ru>, e-mail: [food-kemtipp@yandex.ru](mailto:food-kemtipp@yandex.ru)

*Адрес типографии:*

650002, г. Кемерово, ул. Институтская, 7, к. 2006, тел. (3842)39-09-8