

Техника и технология пищевых производств

Food Processing: Techniques and Technology

№ 3'16



**ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ
ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ
№ 3 (42), 2016**

**Научно-технический
журнал**

Издается с 1998 года

Главный редактор

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

Зам. главного редактора

Е.А. Жидкова, кандидат эконо-
мических наук, доцент;

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

<i>Аникина В.А., Чиркина Т.Ф.</i> Технология функционального продукта из мяса бройлеров.....	5
<i>Еремеева Н.Б., Макарова Н.В., Платонов И.А.</i> Антиоксидантная активность экстрактов черноплодной рябины, полученных в надкритических условиях.....	12
<i>Ирkitова А.Н., Функ И.А., Дорофеев Р.В.</i> Некоторые аспекты биотехнологии пробиотического кисломолочного напитка на основе комбинированной закваски.....	19
<i>Крумликов В.Ю., Остроумов Л.А., Сухих С.А., Кригер О.В.</i> Подбор параметров стабилизации (замораживание и сушка) симбиотического консорциума с целью получения закваски прямого внесения.....	25
<i>Марьин В.А., Верещагин А.Л., Ащеулов Р.В.</i> Влияние температуры обработки на минеральный состав зерна гречихи, перезимовавшей под снегом.....	31
<i>Мышалова О.М., Гуринович Г.В., Гурикова Я.С.</i> Комплексные исследования мяса маралов для обоснования использования в технологии деликатесной продукции.....	38
<i>Пермякова Л.В.</i> Классификация стимуляторов жизненной активности дрожжей.....	46
<i>Раскошная Т.А., Семенихина В.Ф., Рожкова И.В., Бегунова А.В.</i> Разработка питательной среды и режимов культивирования <i>Lactobacillus reuteri</i> для получения бактериального концентрата.....	56
<i>Санжаровская Н.С., Сокол Н.В.</i> Использование растительного сырья в производстве сахарных кондитерских изделий.....	63
<i>Сергеева И.Ю.</i> Классификация компонентов помутнений напитков из растительного сырья.....	70
<i>Скрипко О.В., Литвиненко О.В., Покотило О.В.</i> Обоснование технологии и оценка качества соево-грибных продуктов для функционального питания.....	77
<i>Субботина М.А., Лобова Т.В., Долголюк И.В.</i> Исследование процесса послеуборочного дозревания семян сосны кедровой сибирской.....	84
<i>Щеколдина Т.В., Черниховец Е.А., Христенко А.Г.</i> Изучение биологической ценности семян квиноа (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) для создания специализированных продуктов питания.....	90

**ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ
И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

<i>Ащеулов А.С.</i> Исследование кинетики потоков в роторно-пленочном выпарном аппарате.....	98
<i>Куручкин А.А., Воронина П.К., Шабурова Г.В., Фролов Д.И.</i> Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон.....	104
<i>Лобасенко Б.А., Иванец В.Н., Сазонова Е.К., Стефанкин А.Е., Котляров Р.В.</i> Моделирование мембранных установок непрерывного действия, укомплектованных аппаратами с отводом диффузионного слоя.....	112
<i>Мальцева О.М.</i> Моделирование процесса намораживания льда на цилиндрической поверхности емкостного криоконцентратора.....	118
<i>Попов Д.М., Терещук Л.В.</i> Дезодорация молочного сырья в роторном распылительном аппарате.....	125
<i>Стефанкин А.Е.</i> Исследование конструктивных и технологических параметров мембранного аппарата при концентрировании творожной сыворотки.....	133

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

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

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

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

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

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

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

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

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС77-61607 от 30 апреля 2015 г. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
Подписано в печать 19.09.2016.
Дата выхода в свет 19.09.2016.
Усл. п. л. 22,5. Уч.-изд. л. 21,0.
Тираж 300 экз. Заказ № 62.
Цена свободная.

Подписной индекс по объединенному каталогу «Пресса России» – 41672

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

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)
г. Кемерово, б-р Строителей, 47
© КемТИПП, 2016

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Солодников С.Ю., Люшина Г.А., Маслова В.В. Изучение гипогликемического действия бездрожжевого бескоркового хлеба..... 140

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ

Сергеева И.Ю., Пермякова Л.В. Особенности системы менеджмента безопасности в производстве стойких к помутнениям напитков..... 146

ЭКОНОМИКА

Копеин В.В., Филимонова Е.А. Импортзамещение, агроэкономика и продовольственная безопасность: два шага вперед, шаг назад..... 155
Рябко Т.В., Дюро А.А. Организационно-экономические основы управления текущими затратами на перерабатывающих предприятиях спиртового производства (на примере Мариинский ОАО «Спиртовый комбинат»)..... 167

ИНФОРМАЦИЯ

Порядок рассмотрения, утверждения и отклонения статей..... 175
Требования к оформлению статьи..... 175

**FOOD PROCESSING:
TECHNIQUES AND
TECHNOLOGY
No. 3, Vol. 42, 2016**

**Scientific technical
Journal**
Issued since 1998

Editor-in-Chief

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

Deputy-chief editor

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

Editorial board members:

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

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

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

G.A. Zhdanova, Candidate of pedagogical sciences, associate professor;

V.P. Zotov, Doctor of economic sciences, professor;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CONTENTS

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

<i>Anikina V.A., Chirkina T.F.</i> Functional product technology from broiler meat.	5
<i>Eremeeva N.B., Makarova N.V., Platonov I.A.</i> Antioxidant activity of chokeberry extracts obtained in supercritical conditions.....	12
<i>Irkitova A.N., Funk I.A., Dorofeev R.V.</i> Some aspects of biotechnology of probiotic fermented milk drink based on combined starter.....	19
<i>Krumlikov V.Yu., Ostroumov L.A., Sukhikh S.A., Kriger O.V.</i> Choice of stabilization parameters (freezing and drying) of symbiotic consortium to obtain a starter of direct inoculation.....	25
<i>Marin V.A., Vereshchagin A.L., Ashcheulov R.V.</i> Effect of treatment temperature on mineral composition of buckwheat wintered under snow.....	31
<i>Myshalova O.M., Gurinovich G.V., Gurikova Yu.S.</i> Comprehensive study of maral meat to justify its use for meat delicacy technology.....	38
<i>Permyakova L.V.</i> Classification of preparatiopns to promote yeast vital activity	46
<i>Raskoshnaya T.A., Semenikhina V.F., Rozhkova I.V., Begunova A.V.</i> Development of nutrient medium and cultivation regimes of <i>Lactobacillus reuteri</i> for bacterial concentrate production.....	56
<i>Sanjarovskay N.S., Sokol N.V.</i> Use of herbal raw material for sugar confectionery production.....	63
<i>Sergeeva I.Yu.</i> Classification of turbidity components of beverages from plant raw material.....	70
<i>Skripko O.V., Litvinenko O.V., Pokotilo O.V.</i> Substantiation of technology and quality evaluation of soya-mushroom functional foods.....	77
<i>Subbotina M.A., Lobova T.V., Dolgolyuk I.V.</i> Study on post-harvest ripening of pinons of Siberian stone pine.....	84
<i>Shchekoldina T.V., Chernihovets E.A., Hristenko A.G.</i> The study of biological value of quinoa seeds (<i>Chenopodium quinoa</i>) to create specialized food products.....	90

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

<i>Ashcheulov A.S.</i> Investigation of kinetics flows in a rotary-film evaporator....	98
<i>Kurochkin A.A., Voronina P.K., Shaburova G.V., Frolov D.I.</i> Extrudates from vegetable raw materials with a high lipid and fiber content.....	104
<i>Lobasenko B.A., Ivanets V.N., Sazonova E.K., Stefankin A.E., Kotlyarov R.V.</i> Modeling of continuous membrane plant completed with apparatus for diffusion layer removing.....	112
<i>Maltseva O.M.</i> Modeling of ice formation on cylindrical surface of capacitive cryoconcentrator.....	118
<i>Popov D.M., Tereshchuk L.V.</i> Deodorization of raw milk in a rotary spray apparatus.....	125
<i>Stefankin A.E.</i> Research on constructive and technological parameters of membrane apparatus for cottage cheese whey concentration.....	133

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

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

Establisher:

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

The editorial office address:

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

The publisher office address:

650056, Russia, Kemerovo,
Stroiteley Boulevard, 47,
FSBEI HE «KemIFST»

Printing Office:

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

The Journal is included in the International Databases: AGRIS, FSTA (on platforms Thomson Reuters Web of Science, EBSCOhost, etc.), EBSCOhost (Food Science Source), AGRICOLA, Ulrich's Periodicals Directory.

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

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

Passed for printing 19.09.2016.
Date of issue 19.09.2016.
Printed sheet 22,5.
Conventional printed sheet 21.
Circulation 300 cop. Order № 62.
Open price.

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

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

Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University) (KemIFST),
Kemerovo, Stroiteley Boulevard, 47
© 2016, KemIFST

FOOD HYGIENE

Solodnikov S.Yu., Lyushina G.A., Maslova V.V. The study on hypoglycemic effect of unleavened crustless bread..... 140

STANDARDIZATION, CERTIFICATION, QUALITY AND SAFETY

Sergeeva I.Yu., Permyakova L.V. Peculiarities of food safety management system when producing turbidity stable beverages..... 146

ECONOMICS

Kopein V.V., Filimonova E.A. Import substitution, agricultural economics and food safety: two steps forward, one step back..... 155

Ryabko T.V., Dyoro A.A. Organizational-economic bases of management of current costs on processing enterprises of spirit production (on the example Mariinsky JSC “Alcohol Factory”)..... 167

INFORMATION

Order of consideration, approval and rejection of articles..... 175

Requirements for the article formatting..... 175

УДК 641.55/.56

ТЕХНОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА ИЗ МЯСА БРОЙЛЕРОВ**В.А. Аникина*, Т.Ф. Чиркина**

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

*e-mail: office@esstu.ru

Дата поступления в редакцию: 22.04.2016

Дата принятия в печать: 10.06.2016

В основу государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 года положено сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием. Для достижения этой цели разрабатываются пищевые продукты, обогащенные незаменимыми компонентами, в том числе и пищевыми волокнами. В статье обосновано использование мяса бройлеров в качестве основного ингредиента рецептуры, подобрана и изучена растительная добавка отруби овсяные компании «Компас здоровья», содержащая пищевые волокна. Исследованы функционально-технологические и органолептические показатели фаршевых моделей с различным количеством растительной добавки, в результате установлена оптимальная доза введения и разработана рецептура продукта из мяса бройлеров с повышенным содержанием пищевых волокон. Подобраны оптимальные режимы тепловой обработки полуфабриката с использованием пароконвекционной печи и режимы обработки готового продукта холодом в камерах «шокового» замораживания. Изучены теплофизические характеристики нового продукта, и с помощью формулы Планка рассчитана продолжительность его замораживания. В результате предложена технология производства функционального продукта из мяса бройлеров. Разработанный продукт характеризуется высокими органолептическими характеристиками, такими как сочность изделия, приятный запах и вкус, однородной консистенцией, а также большим выходом готового продукта. Продукт содержит пищевые волокна, в одной порции их количество составляет 3,6 г, что способствует удовлетворению 18 % суточной потребности организма в этом пищевом веществе.

Функциональный продукт, котлета куриная, пищевые волокна, рецептура, технология

Введение

В настоящее время пищевая промышленность развивается в направлении расширения ассортимента продуктов, готовых к употреблению, так как этого требует современный темп жизни населения. Приоритетность производства быстрозамороженных готовых пищевых продуктов, в том числе и на основе мяса птицы, объясняется их рациональностью, компактностью и быстротой приготовления [2].

Учитывая, что потребители все больше задумываются о своем здоровье, производимые продукты должны иметь не только высокие органолептические показатели с минимальными затратами времени на его приготовление, но и отвечать принципам здорового питания.

Следует отметить, что использование мяса птицы в рецептурах обуславливает высокую биологическую ценность продукта за счет содержания полноценных белков и полиненасыщенных жирных кислот, кроме этого, разработка продуктов из мяса птицы экономически выгодна. При выборе мяса из различных видов птиц по основным эссенциальным веществам наиболее перспективным сырьем является мясо бройлеров, оно содержит оптимальное соотношение белка и жира, количество незаменимых аминокислот практически соответствует эталонному белку, а также мясо бройлеров имеет

наиболее полный витаминный состав и наименьшее количество холестерина [12].

Дефицит пищевых волокон в рационе населения России достигает 60 %, что оценивается как фактор риска возникновения ряда заболеваний – эндокринных, кардиоваскулярных, желудочно-кишечного тракта. Одним из способов устранения дефицита пищевых волокон в питании населения является разработка новых продуктов с очевидной пользой для здоровья и высокими органолептическими показателями [6, 7]. В настоящее время разработки в этом направлении активно ведутся. Так, при производстве полуфабрикатов мясо-растительных рубленых предлагают использовать гидратированные хлопья из пророщенной ржи или пшеницы и белково-жировую эмульсию из рисовой муки и растительного масла; соевую белковую клетчатку или пшеничную клетчатку, что позволяет получить сбалансированный по химическому составу рубленый мясо-растительный полуфабрикат с высокой пищевой ценностью, профилактической и диетической направленности [10, 11].

При приготовлении мясного фарша для производства лечебно-профилактических продуктов предлагают использование гидратированных порошкообразных молочно-овощных полуфабрикатов в количестве 5–10 % к массе фарша [3].

Запатентован способ получения функционального мясного продукта, содержащего шроты лекарственных растений: корня элеутерококка, корня валерианы, листьев мяты перечной, травы чабреца и травы пустырника. Авторы отмечают, что продукт обогащен пищевыми волокнами, эфирными маслами и магнием, что приводит к улучшению перистальтики кишечника и кроветворению в организме человека. Кроме того, биологически активная добавка к пище улучшает структурные свойства, цвет и органолептические показатели продукта [9].

Известны разработки полуфабрикатов мясорастительных рубленых, где в качестве панировки изделия используют отруби овсяные [11].

Таким образом, существует большое количество технологий по созданию функциональных продуктов, которые содержат полезные для здоровья человека ингредиенты, в том числе и пищевые волокна.

С учетом вышесказанного нашей задачей явилась разработка продукта из мяса бройлеров с повышенным содержанием пищевых волокон.

Поскольку наиболее популярными среди потребителей выступают рубленые изделия, положительным качеством которых являются высокие органолептические показатели, в том числе сочность изделия, в качестве продукта были выбраны котлеты.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований в данной работе являлись:

- мясо цыпленка-бройлера первой категории в охлажденном состоянии по ГОСТ 31962-2013;
- растительная добавка «Отруби овсяные» (СТО 68311059-009-2011);
- фаршевые модели с различным количеством растительных добавок;
- котлеты куриные.

В работе использовали методы определения массовой доли белка по общему азоту, определяемому по методу Кьельдаля по ГОСТ 25011-81; массовой доли жира – экстракционно-весовым методом Сокслета; массовой доли лигнина – 72%-ной серной кислотой в модификации Комарова; массовой доли пектина – гравиметрически, кальций-пектатным методом; массовой доли целлюлозы – в модификации И.С. Лурье; массовой доли гемицеллюлоз – хроматографическим методом; массовой доли минеральных веществ – методом озоления навески при температуре 600–700 °С; массовую долю влаги определяли на приборе Элекс-7; аминокислотный состав – методом спектрального анализа; влагосвязывающую способность определяли методом прессования; влагоудерживающую способность – по количеству влаги, отделившейся в процессе термической обработки; pH – потенциометрически на универсальном иономере марки ЭВ-74; органолептические показатели по пятибалльной шкале методикой сенсорного анализа ГОСТ Р 53104-2008, теплофизические характеристики продукта определяли на приборе серии ИТ.

Результаты и их обсуждение

В Забайкалье наиболее распространенным является мясо цыплят-бройлеров первой категории ЗАО «Ангарская птицефабрика». Известно, что химический состав мяса формируется в зависимости от породы, упитанности, возраста, условий содержания и кормления птицы. Учитывая данные факторы, необходимо было провести изучение химического состава мяса птицы (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав цыплят-бройлеров I категории ЗАО «Ангарская птицефабрика»

Части тушки	Белок, %	Жир, %	Влага, %	Зола, %
Мышечная ткань (белое и красное мясо соотношение около 1:1)	17,2±0,12	11,4±0,06	70,5±1,8	0,9±0,04
Кожа с подкожным жиром	20,1±0,16	33,6±0,18	46,0±1,1	0,3±0,01
Абдоминальный жир-сырец	1,3±0,01	90,0±0,32	8,6±0,26	0,1±0,004

Из данных таблицы видно, что в мышечной ткани (белое и красное мясо) количество белка превышает количество жира в 1,5 раза, а в коже, наоборот, количество жира превалирует практически в 1,7 раза над количеством белка. Таким образом, целесообразно использовать кожу птицы для нормализации химического состава изделий.

Для характеристики биологической ценности белков мышечной ткани цыпленка-бройлера с кожей был определен его аминокислотный состав по незаменимым аминокислотам, представленный в табл. 2.

Таблица 2

Аминокислотный состав мякоти (мышечная ткань с кожей) цыпленка-бройлера первой категории ЗАО «Ангарская птицефабрика», г/100 г белка

Незаменимые аминокислоты	Мякоть тушки (белое, красное мясо с кожей)	ФАО/ВОЗ	C _i , %
Изолейцин	3,82	4,0	95,5
Лейцин	7,39	7,0	105,6
Лизин	8,51	5,5	154,7
Метионин + цистеин	3,34	3,5	95,4
Фенилаланин + тирозин	7,12	6,0	118,7
Треонин	4,37	4,0	109,3
Триптофан	1,38	1,0	138,0
Валин	4,71	5,0	94,2

По содержанию незаменимых аминокислот белки мякоти цыплят-бройлеров практически соответствуют эталону, что свидетельствует об их высокой биологической ценности.

Интегральным показателем может служить коэффициент биологической ценности, который рассчитан по показателю аминокислотного сора (C_i , %) [4]:

$$C_i = \frac{A_i}{A_{эi}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где A_i – содержание незаменимой i -й аминокислоты в 1 г исследуемого белка, мг/г; $A_{эi}$ – содержание незаменимой i -й аминокислоты в 1 г «эталонного» белка, мг/г; 100 – коэффициент пересчета, %.

Избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды, характеризуется коэффициентом различия аминокислотных скоров (КРАС, %) [4]. Его определяют по формуле

$$\text{КРАС} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_{\min})}{n} = 20,7\%, \quad (2)$$

где n – количество незаменимых аминокислот; $C_{\min}$ – минимальный из скоров незаменимых аминокислот исследуемого белка по отношению к эталону.

По величине КРАС оценивают биологическую ценность (БЦ, %) [4] белоксодержащего продукта:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС} = 80,3\%. \quad (3)$$

Коэффициент биологической ценности мякоти цыпленка-бройлера составляет 80,3 %, для сравнения в мясе говядины и свинины показатель биологической ценности составляет 75–74 %. Следовательно, присутствие соединительно-тканых белков кожи не уменьшает биологическую ценность и не снижает усвояемость белка в организме человека.

На российском рынке в большом ассортименте выпускают растительные добавки с содержанием пищевых волокон. Было выбрано семь образцов добавок различных компаний российского производства: клетчатка топинамбура и топинамбур пищевой компании «Рязанские просторы», сибирская клетчатка «Корзинка здоровья», сибирская клетчатка «Крепкие сосуды» и отруби пшеничные компании «Фабрика здорового питания», клетчатка мелкая и отруби овсяные компании «Компас здоровья». По изученному нами химическому составу, органолептическим показателям и функционально-технологическим свойствам растительных добавок наиболее подходящими для полуфабриката являются отруби овсяные компании «Компас здоровья». Так как цвет добавки белый, что не будет отличаться от цвета готового рубленого изделия из мяса птицы, кроме этого, добавка имеет достаточно высокую влагосвязывающую и водоудерживающую способность 63,1 и 82,9 % соответственно, а также один из наиболее высоких показателей общего количества пищевых волокон (44,72 %). Содержание целлюлозы в растительной добавке составляет 5,3 %, гемицеллюлозы – 12,8 %, лигнина – 22 %, пектина – 4,62 %, что в последующем определяет функционально-технологические свойства самой добавки и содержащих ее фаршевых систем [8].

Перед внесением растительной добавки необходимо провести процесс ее набухания. Изучалась зависимость степени набухания от времени, представленная на рис. 1.

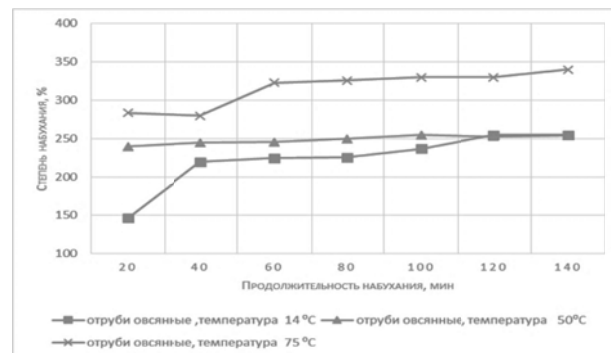


Рис. 1. Зависимость степени набухания от продолжительности набухания отрубов овсяных

Изменения при температуре 100 °C не изучались, так как растительная добавка приобретает ярко выраженный запаренный привкус. При увеличении продолжительности процесса степень набухания увеличивается, такая динамика наблюдается при любой температуре от 14 до 75 °C. Например, при температуре 75 °C через 20 мин степень набухания составляет 284 %, а при продолжительности 140 мин степень набухания увеличивается до 340 %. Однако резкое увеличение степени набухания наблюдается до 60 мин, далее процесс замедляется и скорость возрастает только на 14 %. Таким образом, рациональными параметрами процесса набухания являются: температура 75 °C и продолжительность 60 мин. При этом 1 г овсяных отрубов связывает 3,2 г воды, растительная добавка вводится в рецептуру в гидратированном виде. Исходя из этого были изучены фаршевые модели:

- контроль – с соотношением компонентов фарш : хлеб : вода 5:1:1,5, количество хлеба 20 % от массы мяса;
- образец № 1 – с соотношением компонентов фарш : растительная добавка : вода 19,8:1:3, количество вводимой добавки 5 % от массы мяса;
- образец № 2 – с соотношением компонентов фарш : растительная добавка : вода 10,1:1:3, количество вводимой добавки 10 % от массы мяса;
- образец № 3 – с соотношением компонентов фарш : растительная добавка : вода 6,6:1:3, количество вводимой добавки 15 % от массы мяса.

Фаршевая система состоит из мяса курицы (мышечная ткань и куриная шкурка) и воды, при этом их количество составляет: воды 5 %, кожи 10 % и мышечной ткани 85 %. Содержание добавки в фаршевых системах менее 5 % не изучалось, так как такое количество не обеспечивает полуфабрикат достаточным содержанием пищевых волокон. В соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ продукт, в 100 г

которого содержится 3 г пищевых волокон, рассматривается как источник этого функционального ингредиента [13]. Однако более 15 % также не исследовалось, так как при этом изменяется вкус готового продукта, кроме этого, массовая доля мышечной ткани в рецептуре будет составлять 55,6 %, тем самым полуфабрикат будет отнесен к мясосодержащему категории В. Все изучаемые образцы относятся к мясным полуфабрикатам категории Б, кроме образца № 1 – категории А с массовой долей мышечной ткани в рецептуре более 80,0 % [1].

У всех видов фаршей изучались: рН, влагосвязывающая и водоудерживающая способность. А также органолептические показатели готовых котлет с растительной добавкой. Данные исследования приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Органолептическая характеристика котлет с растительной добавкой

Образцы	Органолептическая характеристика
Контроль	Цвет на разрезе белый. Консистенция однородная, не крошливая
Образец № 1	Цвет на разрезе белый, свойственный мясу курицы. Консистенция однородная, не крошливая. Образец имеет выраженный запах и вкус курицы
Образец № 2	
Образец № 3	Цвет на разрезе белый. Видны небольшие включения растительной добавки. Образец имеет выраженный запах курицы, чуть горьковатый привкус

По органолептическим показателям значительных отклонений не наблюдается, образцы имеют практически одинаковые характеристики, кроме образца с добавлением 15 % овсяных отрубей, где заметны включения хлопьев и чуть горьковатый привкус.

Таблица 4

Функционально-технологические свойства фаршевых систем с растительной добавкой

Образцы	рН	ВСС, %	ВУС, %
Контроль	6,52	81,89	62,2
Образец № 1	6,54	92,21	66,2
Образец № 2	6,58	93,47	67,4
Образец № 3	6,61	95,03	68,8

Активная кислотность контрольного образца составляет 6,52 ед., внесение добавки изменяет активную реакцию среды фарша на 0,02–0,09 ед. в щелочную сторону. Изменения рН среды в щелочную сторону влечет за собой изменения влагосвязывающей способности на 12,6–16,0 %. Водоудерживающая способность составляет от 62,2 до 68,8 %. Экспериментальными исследованиями дока-

зано, что увеличение дозы внесения добавки приводит к улучшению технологических свойств фарша, но количество добавки более 10 % нежелательно из-за изменения органолептических показателей.

Таким образом, в результате проведенных исследований, учитывая функционально-технологические и органолептические свойства различных фаршевых моделей, наиболее оптимальной дозой внесения растительной добавки «Отруби овсяные» является 10 % от массы мяса, что позволило предложить рецептуру нового продукта – котлеты куриной с пищевыми волокнами. Рецептура котлет представлена в табл. 5, формовка полуфабрикатов возможна любой массой в соответствии с соотношением компонентов рецептуры.

Таблица 5

Рецептура котлет из мяса бройлеров с пищевыми волокнами

Наименование сырья	Количество сырья, г
Мякоть бройлеров (белое, красное мясо с кожей)	78,0
Растительная добавка «Отруби овсяные»	8,0
Вода для набухания растительной добавки	25,6
Вода	4,0
Соль поваренная пищевая	1,0
Перец черный молотый	0,03
Сухари панировочные	10,0
Масса полуфабриката	125±3

Выбраны параметры термической обработки продукта, которая включала тепловую обработку и консервирование холодом. Тепловая обработка производилась в пароконвекционной печи при комбинированном режиме с температурой в камере 160 °С, при влажности 45 %, продолжительностью 10 мин.

Для сохранения продукта в течение длительного времени использовали «шоковое» замораживание при температуре минус 35 °С и скорости движения воздуха в камере 9,4 м/с. Режимы шоковой заморозки в основном разработаны для полуфабрикатов и сырых продуктов, но нет рекомендаций для готовых изделий, которые будут отличаться теплофизическими характеристиками, зависящими от свойств и состава пищевых продуктов. Так как готовый продукт дополнительно содержит пищевые волокна, были изучены показатели: коэффициент теплопроводности 1,0 Вт/(м·К), криоскопическая температура -1,5 °С, влажность продукта 0,656 кг влаги/кг. Расчеты времени замораживания проводили по формуле Планка [5], которая включена в рекомендации Международного института холода. Расчетная продолжительность замораживания для котлеты куриной составила 15,2 мин. Расчетные и экспериментальные данные времени замораживания совпадают с погрешностью менее 10 %. Итоговое рекомендованное время замораживания готового продукта из мяса птицы с повышенным содер-

жанием пищевых волокон составляет 15,5–17 мин, при температуре минус 30–35 °С со скоростью воздухообмена 9,4 м/с.

Технологическая схема приготовления котлеты из мяса бройлеров с повышенным содержанием пищевых волокон представлена на рис. 2.

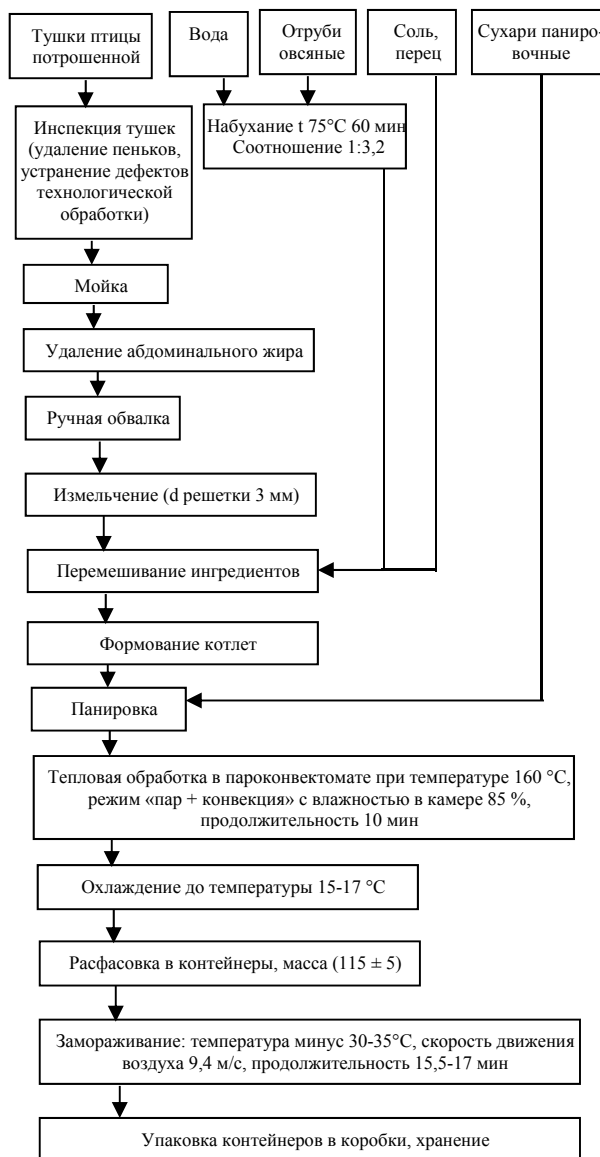


Рис. 2. Технологическая схема котлет из мяса бройлеров с повышенным содержанием пищевых волокон

В результате нами было подобрано сырье для производства готового продукта, разработана рецептура, подобраны параметры термической обработки и разработана технология быстрозамороженного готового продукта. Разработанное готовое блюдо из мяса птицы имеет повышенную пищевую ценность за счет содержания пищевых волокон.

Необходимо учитывать, что пищевые волокна должны составлять обязательную часть рациона. Общее их содержание в одной порции составляет 3,6 г на 115 г готового продукта, что на 18 % удовлетворяет суточную потребность в данном показателе. Таким образом, мы можем отнести продукт к группе функциональных.

Список литературы

1. ГОСТ 32951-2014. Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.
2. Аникина, В.А. Изучение качества и безопасности быстрозамороженного готового продукта «Котлета куриная в соусе с клетчаткой» / В.А. Аникина, С.В. Гомбоева, Е.О. Павлова // Инновационные технологии в сфере питания, сервиса и торговли: мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного экономического университета, 2015. – С. 3–6.

3. Антипова Л.В., Архипенко А.А., Магомедов Г.О. Способ приготовления мясного фарша для производства лечебно-профилактических продуктов. Патент РФ № 2157075, 2000.
4. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: КолосС, 2001. – 376 с.
5. Примеры и задачи по холодильной технологии пищевых продуктов. Ч. 3: Теплофизические основы / А.В. Бараненко [и др.]. – М.: КолосС, 2004. – 249 с.
6. Пищевые волокна в продуктах питания / Л.Г. Ипатова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2007. – № 5. – С. 8–10.
7. Коновалов, К.Л. Использование микроклетчатки для производства продуктов функционального назначения / К.Л. Коновалов, В.А. Постика, Л.П. Мошенцова // Мясная индустрия. – 2007. – № 2. – С. 50–52.
8. Лузан, В.Н. Современные подходы использования растительных добавок в пищевой промышленности / В.Н. Лузан, В.А. Аникина // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: мат-лы II Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета инженерных технологий, 2015. – С. 216–220.
9. Могильный М.П., Баласанян А.Ю. Способ получения функционального мясного продукта. Патент РФ № 2218033, 2003.
10. Ребезов М.Б., Гаязова А.О., Зинина О.В., Богатова О.В., Асенова Б.К., Стадникова С.В. Полуфабрикат мясорастительный рубленый. Патент РФ №2562531, 2015.
11. Устинова А.В., Морозкина И.К., Белякина Н.Е., Тимошенко Н.В. Полуфабрикат мясорастительный рубленый диетический обогащенный. Патент РФ № 2338396, 2008.
12. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
13. Шендеров, Б.А. Современное состояние и перспективы развития концепции «Функциональное питание» // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 4–7.

FUNCTIONAL PRODUCT TECHNOLOGY FROM BROILER MEAT

V. A. Anikina*, T. F. Chirkina

East-Siberian State University of Technology and Management,
40B, Kluchevskaya Str., Ulan-Ude,
Republic of Buryatia, 670013, Russia

*e-mail: office@esstu.ru

Received: 22.04.2016

Accepted: 10.06.2016

Preservation and promotion of health, prevention of diseases caused by defective and unbalanced nutrition are the basis of the Russian state policy in the field of healthy nutrition for the period until 2020. To achieve this goal food products enriched with essential components, including dietary fibers are developed. In this article the use of broiler meat as the main ingredient formulation is justified, vegetable supplement - oat bran of "Compass Health" company containing dietary fiber is chosen and studied. Functional – technological and organoleptic factors of minced meat models with different amount of vegetable supplements are investigated. As a result, optimum dose of their introduction was established, and broiler meat product formulation with the increased content of dietary fiber was developed. Optimum regimes of thermal processing of semi-finished products using steam convection ovens and cold treatment regimes of the finished product in the "shock" freezing chambers are selected. Thermal responses of a new product are studied, and a period of its freezing is calculated with the help of Planck radiation formula. As a result, the manufacturing technology of a broiler meat functional product was offered. The developed product is characterized by high organoleptic profiles such as juiciness, pleasant smell and taste, smooth texture, as well as high yield of finished product. The product contains dietary fiber 3.6 g per serving, thus meeting the daily need of 18% in this foodstuff.

Functional product, broiler meat, dietary fiber, formulation, technology

References

1. GOST 32951-2014. *Polufabrikaty myasnye i myasosoderzhashchie. Obshchie tekhnicheskie usloviya*. [State Standard 32951-2014. Semis, meat and meat-containing. General technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 2015. 20 p.
2. Anikina V.A., Gomboeva S.V., Pavlova E.O. *Izuchenie kachestva i bezopasnosti bystrozamozhennogo gotovogo produkta «Kotleta kurinaya v souse s kletchatkoy» v protsesse khraneniya* [The study of the quality and safety of the finished product quick-frozen "Chicken cutlets in a sauce with fiber" in the storage]. *Materialy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii v sfere pitaniya, servisa i trgovli»* [Proc. of the III Intern. Sci. and Prac. Conf. "Innovative technologies in the field of food, service and trade"]. Ekaterinburg, 2015, pp. 3–6.
3. Antipova L.V., Arhipenko A.A., Magomedov G.O. *Sposob prigotovleniya myasnogo farsha dlya proizvodstva lechebno-profilakticheskikh produktov* [Method of preparation of minced meat for the production of therapeutic and prophylactic products]. Patent RF, no. 2157075, 2000.

4. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. *Metody issledovaniya myasa i myasnykh produktov* [Methods of research of meat and meat products]. Moscow, KolosS Publ., 2001. 376 p.
5. Baranenko A.V., Kucakova V.E., Borzenko E.I., Frolov S.V. *Primery i zadachi po kholodil'noy tekhnologii pishchevykh produktov. Ch.3. Teplofizicheskie osnovy* [Examples and problems of food refrigeration technology products. Ch.3. Thermal base]. Moscow, KolosS Publ., 2004. 249 p.
6. Ipatova L.G., Kochetkova A.A., Nechaev A.P., Tarasova V.V., Filatova A.A. Pishchevye volokna v produktakh pitaniya [Dietary fiber in food]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2007, no. 5, pp. 8–10.
7. Kononov K.L., Postika V.A., Moshencova L.P. Ispol'zovanie mikrokletchatki dlya proizvodstva produktov funktsional'nogo naznacheniya [The use of fiber for the production of functional purpose products]. *Myasnaya industriya* [Meat Industry], 2007, no. 2, pp. 50–52.
8. Luzan V.N., Anikina V.A. Sovremennye podkhody ispol'zovaniya rastitel'nykh dobavok v pishchevoy promyshlennosti [Justification of the choice of fiber technology in meat and fish products]. *Materialy II mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti: nauka, obrazovanie i proizvodstvo»* [Proc. of the II Intern. Sci. Conf. "Innovative technologies in the food industry: science, education and production"], Voronezh, 2015, pp. 216–220.
9. Mogil'nyy M.P., Balasanyan A.Yu. *Sposob polucheniya funktsional'nogo myasnogo produkta* [A method of producing a functional meat product]. Patent RF, no. 2218033, 2003.
10. Rebezov M.B., Gayazova A.O., Zinina O.V., Bogatova O.V., Asenova B.K., Stadnikova S.V. *Polufabrikat myasorastitel'nyy rublenyy* [Semi-finished cereal chopped]. Patent RF, no. 2562531, 2015.
11. Ustinova A.V., Morozkina I.K., Belyakina N.E., Timoshenko N.V. *Polufabrikat myasorastitel'nyy rublenyy dieticheskiy obogashchenny* [Semi-finished minced meat and vegetable diet rich]. Patent RF, no. 2338396, 2008.
12. Skurihin I.M., Volgarev M.N. *Khimicheskiy sostav pishchevykh produktov. Kn.2: Spravochnye tablitsy sodержaniya aminokislot, zhirnykh kislot, vitaminov, makro- i mikroelementov, organicheskikh kislot i uglevodov* [The chemical composition of foods. Book 2: Reference table of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and microelements, organic acids and carbohydrates]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987. 360 p.
13. Shenderov B.A. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya kontseptsii «Funktsional'noe pitaniye» [Current state and prospects of development of the concept of "Functional food"]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2003, no. 5, pp. 4–7.

Дополнительная информация / Additional Information

Аникина, В.А. Технология функционального продукта из мяса бройлеров / В.А. Аникина, Т.Ф. Чиркина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 10–11.

Anikina V.A., Chirkina T.F. Functional product technology from broiler meat. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 10–11. (in Russ.).

Аникина Валентина Аркадьевна

аспирант, ассистент кафедры технологии продуктов общественного питания, ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40в, тел./факс: + 7 (3012) 41-71-50, e-mail: office@esstu.ru

Чиркина Тамара Федоровна

д-р техн. наук, профессор кафедры технологии продуктов общественного питания, ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», 670013, Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40в, тел./факс: + 7 (3012) 41-71-50, e-mail: office@esstu.ru

Valentina A. Anikina

Postgraduate Student, Assistant of the Department of Technology Products Catering, East-Siberian State University of Technology and Management, 40B, Kluchevskaya Str., Ulan-Ude, Republic of Buryatia, 670013, Russia, phone: +7 (3012) 41-71-50, e-mail: office@esstu.ru

Tamara F. Chirkina

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Technology Products Catering, East-Siberian State University of Technology and Management, 40B, Kluchevskaya Str., Ulan-Ude, Republic of Buryatia, 670013, Russia, phone: +7 (3012) 41-71-50, e-mail: office@esstu.ru



АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В НАДКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Н.Б. Еремеева^{1,*}, Н.В. Макарова¹, И.А. Платонов²

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

²ФГАОУ ВО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»,
443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34

*e-mail: rmunatasha@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 22.03.2016

Дата принятия в печать: 10.06.2016

Экстрагирование фенольных соединений из плодов методом настаивания имеет недостатки, поэтому особый интерес представляют альтернативные способы экстракции. Одним из таких методов может быть надкритическая жидкостная экстракция. В статье рассмотрено влияние условий надкритической экстракции на антиоксидантные свойства получаемых экстрактов. В качестве объекта исследования была выбрана черноплодная рябина, произрастающая на территории Самарской области. Экстракция проводилась при давлении 40 МПа и температурах 120, 150 и 200 °С при использовании в качестве растворителя воды и спирта. Контрольной группой выступали экстракты (водный, спиртовой и 50%-ный водно-спиртовой), полученные при атмосферном давлении и температуре 37 °С. В настоящей работе используются различные методы определения уровня антиоксидантной активности: содержание общего количества фенольных соединений эквивалент галловой кислоты, флавоноидов эквивалент катехина, антоцианов эквивалент цианидин-3-гликозида, антирадикальная способность с использованием свободного радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила), восстанавливающая сила по методу FRAP (ferric reducing antioxidant power), антиоксидантная активность в системе линолевая кислота. Значительное число методов оценки антиоксидантной активности соединений систематизировано по способу регистрации параметров, на основе которых определяется антиоксидантная активность, в том числе количественно. Использование высокого давления надкритической экстракции позволяет увеличить выход фенолов и антиоксидантов в получаемых экстрактах. Однако высокая температура приводит к деградации соединений.

Надкритическая экстракция, антиоксидантная активность, фенольные соединения, черноплодная рябина

Введение

Свежие фрукты и овощи, а также побочные продукты их переработки богаты антиоксидантами, такими как аскорбиновая кислота, токоферолы, каротиноиды и полифенолы [1]. Полифенолы в плодах и овощах в основном включают в себя фенольные кислоты, флавоноиды. Антиоксиданты являются веществами, которые способны предотвратить или замедлить окисление липидов, белков и ДНК и защитить ткани от повреждений, вызванных действием кислорода или свободных радикалов.

Получение антиоксидантов из полуфабрикатов и отходов переработки пищевых предприятий приобретает все большее значение [2]. Именно натуральные антиоксиданты становятся заменой синтетических аналогов и имеют преимущество из-за благоприятного действия на здоровье человека и способности растворяться в пищевых системах, не обладая побочным действием.

Черноплодная рябина (арония черноплодная) принадлежит к семейству розоцветных. Черноплодная рябина использовалась в традиционной медицине, но в последние годы к ней все больше увеличивается интерес из-за возможного использо-

вания не только в качестве пищевого красителя, но и в качестве источника ценных фитонутриентов [3]. Было установлено [1], что черноплодная рябина является одним из самых богатых растительных источников фенольных соединений; также высоко содержание проантоцианидинов, антоцианов и фенольных кислот. Плоды аронии являются одним из самых богатых источников растительных антоцианов (класс флавоноидов): цианидин-3-О-галактозид, цианидин-3-О-арабинозид, цианидин-3-О-ксилозид и цианидин-3-О-глюкозид, отвечающие за темно-красный, синий и фиолетовый окрас плодов [4]. Из-за их высокой антиоксидантной активности и возможного положительного воздействия на здоровье человека проантоцианидины могут находить применение в питании и медицине [5].

По сравнению с другими плодами и ягодами антиоксидантная активность черноплодной рябины значительно выше. Положительный эффект на здоровье человека от аронии стал предметом многочисленных исследований, одно из которых показало благоприятное влияние в профилактике сахарного диабета II типа [6]. В другом исследовании было подтверждено гепатопротекторное действие черно-

плодной рябины у крыс, получавших острое отравление четыреххлористым углеродом [7]. Арония оказывает положительное воздействие на профилактику и лечение сердечно-сосудистых заболеваний.

Экстракция растворителем является хорошим методом извлечения полифенолов [8], однако имеет несколько недостатков, таких как использование большого количества органических растворителей, длительное время экстракции, ограничение в выборе растворителя из-за влияния на здоровье человека и способности деградации целевых соединений. Есть много альтернативных методов, которые способны либо устранить, либо уменьшить эти недостатки [9]. К таким способам можно отнести надкритическую флюидную экстракцию [10].

Надкритическая экстракция и экстракция под давлением находят все большее применение в пищевой промышленности и родственных индустриях.

Надкритические жидкости обладают полезными физическими свойствами, такими как низкая вязкость и высокий коэффициент диффузии в матрице образца. Это позволяет значительно быстрее протекать процессам экстракции, чем в обычных органических растворителях. Кроме того, надкритическая флюидная экстракция способна работать при низких температурах, что делает ее возможной для экстракции термолабильных соединений, таких как антиоксиданты. Сообщалось [11], что экстракты, полученные методом надкритической флюидной экстракции, как правило, обладают более высоким уровнем антиокислительной силы, чем те, которые получены путем экстракции растворителем, вероятно, вследствие меньшей деструкции соединений.

Самым экологически чистым растворителем, который может быть использован для извлечения антиоксидантов, является вода. Однако, поскольку

чистая вода при нормальных условиях является полярным растворителем, для хорошего извлечения антиоксидантов диэлектрическую постоянную воды можно значительно уменьшить, это происходит вследствие того, что температура воды в надкритических условиях выше температуры кипения при атмосферном давлении [12]. Малополярные соединения, такие как антиоксидантные соединения, могут быть успешно извлечены из различных растительных образцов с использованием надкритической воды при температуре между 100 и 374 °C [13].

Объекты и методы исследований

Исходя из этого целью работы является подбор оптимальных условий при получении экстрактов в надкритических условиях. В качестве объекта исследования была выбрана черноплодная рябина, произрастающая на территории Самарской области. Экстракция проводилась при давлении 40 МПа и температурах 120, 150 и 200 °C при использовании в качестве воды и спирта. Контрольной группой выступали экстракты (водный, спиртовой и 50%-ный водно-спиртовой) [14, 15], полученные при атмосферном давлении и температуре 37 °C в течение 2 часов. Несмотря на то что в промышленных условиях часто используется метанол, нами этот растворитель не был рассмотрен из-за его высокой токсичности, которая представляет собой резкую опасность для окружающей среды.

Эксперименты по изучению процесса жидкостной экстракции под давлением в динамическом (проточном) режиме проводили с использованием установки, схема которой представлена на рис. 1.

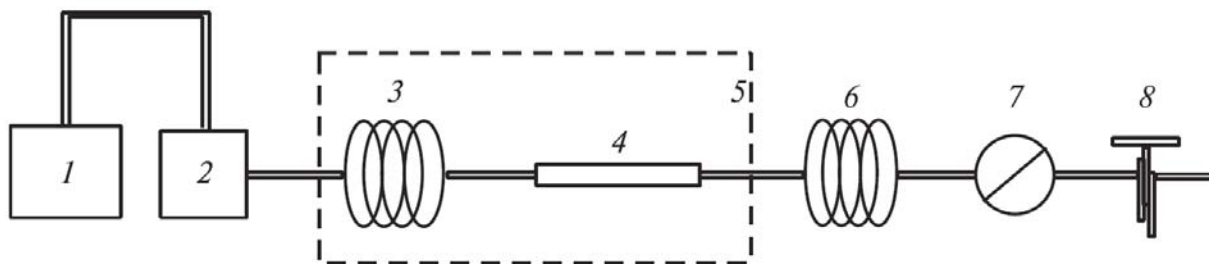


Рис. 1. Схема установки для жидкостной экстракции под давлением:

1 – сосуд с экстрагентом; 2 – насос высокого давления; 3 – капилляр предварительного нагрева экстрагента; 4 – экстрактор; 5 – термостат; 6 – охлаждаемый капилляр; 7 – манометр; 8 – регулятор давления

В данной установке экстрагент из сосуда 1 подается в насос высокого давления 2, обеспечивающий расход F_c в системе от 0,1 до 10,0 см³/мин при давлении P до 40,0 МПа. Из насоса 2 экстрагент поступает в капилляр предварительного нагрева экстрагента 3 и экстрактор 4, помещенные в термостат 5. Экстрактор 4 выполнен в виде колонки из нержавеющей стали длиной 250 мм и внутренним диаметром 10 мм. На выходе из экстрактора 4 установлен капилляр 6, охлаждаемый до температуры 20 °C. Для контроля давления в системе установлен образцовый манометр 7 и регулятор давления 8.

Для определения содержания фенольных веществ, флавоноидов и антоцианов, а также антирадикальной, антиокислительной и восстанавливающей способностей исследуемых объектов использовали специальные методики, описанные ниже.

Общее содержание фенольных веществ (ФВ) определяли при помощи реактива Folin-Ciocalteu's [16]. Метод основан на окислении фенольных групп исследуемого спиртового экстракта плодов черноплодной рябины реактивом Folin-Ciocalteu's в среде насыщенного карбоната натрия. Реакция проходит при температуре 20–25 °C. Спустя 30 мин

определяется коэффициент пропускания при 725 нм. Применяя калибровочную кривую, определяется общее содержание фенольных веществ, которое выражается в мг галловой кислоты на 1000 см³ экстракта.

Общее содержание флавоноидов (Фл) определяется по интенсивности протекания реакции с растворами нитрита натрия и хлорида алюминия [17]. Коэффициент пропускания определяли в фотокалориметре при длине волны 510 нм. Применяя калибровочную кривую, определяется общее содержание флавоноидов, которое выражается в мг катехина на 1000 см³ экстракта.

Общее содержание антоцианов осуществлялось методом дифференциала pH фактора [18], основанном на добавлении к экстракту буферов pH = 1,0 и pH = 4,5 и измерении поглощения при 510 и 700 нм. Суммарное содержание антоцианов выражено как эквивалент мг цианидин-3-гликозида/1000 см³ экстракта.

Антирадикальную активность определяли по методу DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) [19]. Метод основан на способности антиоксидантов исходного сырья связывать стабильный хромоген-радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH). В течение 30 мин в темноте при комнатной температуре протекает реакция, после чего определяется коэффициент пропускания при 517 нм. Антирадикальная активность выражается в виде концентрации исходного экстракта в мг/мл, при которой происходило 50%-ное связывание радикалов.

Восстанавливающую силу изучаемых объектов определяли по методу FRAP (ferric reducing antioxidant power) 2,4,6-трипиридил-*s*-триазином [20]. Метод основан на способности активных веществ исходного экстракта восстанавливать трехвалентное железо. Исходный спиртовой

экстракт с FRAP-реагентом (2,4,6-трипиридил-*s*-триазином) выдерживается при 37 °С в течение 4 мин. Коэффициент пропускания измеряется при длине волны 593 нм. Восстанавливающую силу определяли по калибровочному графику и выражали в ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья.

Антиокислительную активность образцов определяли в системе линолевой кислоты [21]. Метод основан на способности антиоксидантов изучаемого сырья ингибировать процессы окисления линолевой кислоты при условиях, приближенных к состоянию живой клетки. Процесс проводится в модельной системе при температуре 40 °С при pH 7,0 в течение 120 ч, после чего проводится измерение степени окисления по образованию гидроперекисей, реагирующих с растворами NH₄SCN и FeCl₂ в HCl. Антиоксидантная активность выражается в процентах ингибирования окисления линолевой кислоты.

Работы выполнялись на базе Самарского государственного технического университета, кафедра технологии и организации общественного питания, и Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева, кафедра химии.

Результаты и их обсуждение

Результаты определения общего содержания фенольных соединений выражали в мг галловой кислоты на 100 г исходного сырья по калибровочной кривой. Как видно из рис. 2, наибольшим содержанием фенольных соединений обладает надкритический водный экстракт, полученный при 150 °С, что превышает содержание фенолов в контрольном образце почти в 1,5 раза. При температуре 200 °С содержание фенольных веществ низкое, что свидетельствует о деструкции соединений.

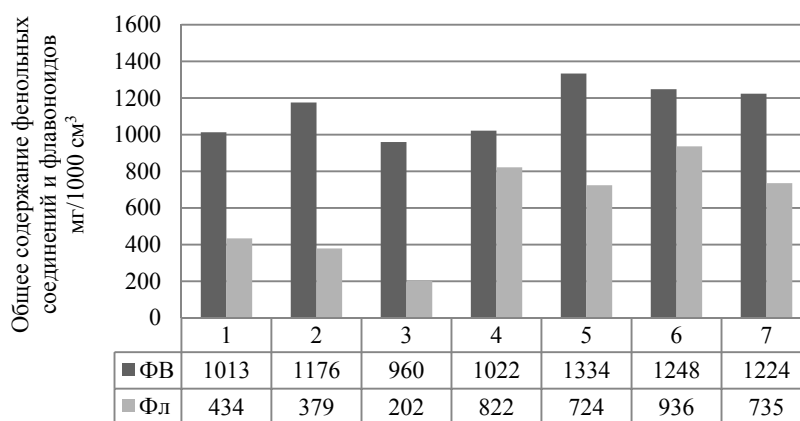


Рис. 2. Общее содержание фенольных соединений и флавоноидов в надкритических экстрактах черноплодной рябины: 1 – спирт/вода (контроль); 2 – спирт (контроль); 3 – вода (контроль); 4 – вода надкритика 120 °С; 5 – вода надкритика 150 °С; 6 – вода надкритика 200 °С; 7 – спирт 10%-ный надкритика 120 °С

Как и фенольные соединения, флавоноиды обладают хорошим антиоксидантным действием. Определение содержания флавоноидов показало (рис. 2), что наилучшими условиями для экстракции этих соединений является надкритическая экс-

тракция водой при 200 °С (936 мг/100 г), что в 4,6 раза превышает контрольную группу.

Основным пигментом черноплодной рябины являются антоцианы, которые, как известно, проявляют антиоксидантные свойства. Однако применение

надкритической экстракции для получения экстракта с высоким содержанием антоцианов оказалось неприменимым, так как при увеличении температуры происходит их уменьшение по сравнению с контрольными образцами, связанное с нестабильностью структуры антоцианов при высоких температурах, что видно из табл. 1.

Одним из основных показателей, характеризующих антирадикальную активность по методу DPPH, является E_{c50} – концентрация экстракта антиоксиданта, при которой наблюдается 50%-ное ингибирование радикалов DPPH. Из рис. 3 видно, что среди исследуемых экстрактов наилучшую антирадикальную активность проявляют спиртовой и водно-спиртовой контрольные экстракты (1,3 и 1,2 E_{c50} , мг/см³). Для водных экстрактов антирадикальная активность при применении надкритических

условий вне зависимости от температуры в 2 раза выше, чем в спиртовых.

Таблица 1

Общее содержание антоцианов в надкритических экстрактах черноплодной рябины

Экстракты	Общее содержание антоцианов, мг цианидин-3-гликозида/ 1000 см ³ экстракта
Спирт/вода – контроль	790,89
Спирт – контроль	510,60
Вода – контроль	353,99
Вода, 120 °C	567,43
Вода, 150 °C	194,88
Вода, 200 °C	103,29
Спирт 10 %, 120 °C	270,76

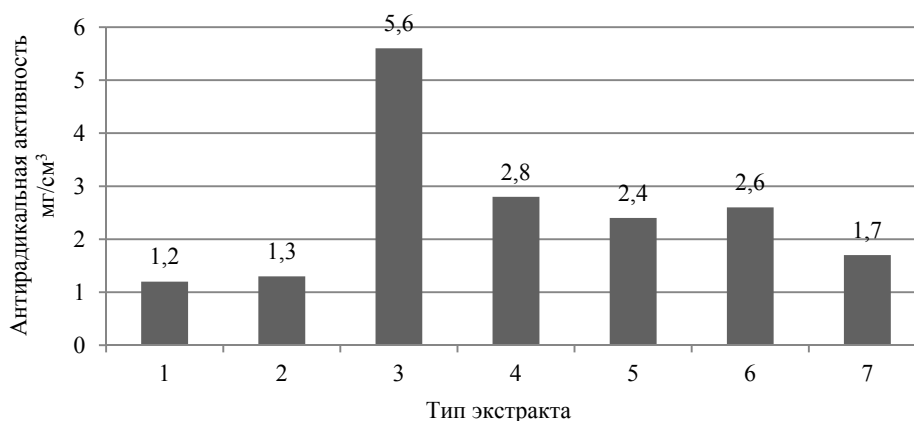


Рис. 3. Антирадикальная активность надкритических экстрактов черноплодной рябины, E_{c50} : 1 – спирт/вода (контроль); 2 – спирт (контроль); 3 – вода (контроль); 4 – вода надкритика 120 °C; 5 – вода надкритика 150 °C; 6 – вода надкритика 200 °C; 7 – спирт 10%-ный надкритика 120 °C

Таблица 2

Восстанавливающая сила по методу FRAP и антиоксидантная активность надкритических экстрактов черноплодной рябины

Экстракты	FRAP значение, ммоль Fe^{2+} /1 кг сырья	Антиоксидантная активность в системе линолевая кислота, % ингибирования окисления линолевой кислоты
Спирт/вода – контроль	18,36	27,60
Спирт – контроль	19,08	Не обнаружено
Вода – контроль	17,28	37,50
Вода, 120 °C	17,46	29,40
Вода, 150 °C	10,44	40,40
Вода, 200 °C	10,89	50,80
Спирт 10 %, 120 °C	16,02	26,30

По восстанавливающей силе по методу FRAP (ferric reducing antioxidant power) [22] согласно данным табл. 2 наилучшие результаты показала контрольная группа экстрактов. Восстанавливающая сила для водного экстракта, полученного в надкритических

условиях при 120 °C, равна антиоксидантной активности водного экстракта из контрольной группы, а при увеличении температуры этот показатель падает с 17,46 ммоль Fe^{2+} /1 кг до 10,44 ммоль Fe^{2+} /1 кг.

Антиоксидантная активность в системе линолевая кислота [23] была исследована по известному методу. Как видно из табл. 2, наибольшей ингибирующей силой в системе линолевая кислота обладает водный экстракт, полученный при 200 °C (50,8 %), превышающий ингибирование контрольной группы более чем в 1,5 раза. Наблюдается следующая тенденция: при увеличении температуры экстракции увеличивается и процент ингибирования окисления линолевой кислоты для рассмотренных экстрактов.

Таким образом, из полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1) использование надкритических экстрактов при температуре 150 °C (вода) позволяет увеличить содержание фенольных веществ в 1,5 раза по сравнению с контрольной группой; для флавоноидов наиболее оптимальными условиями являются 200 °C (вода), однако такая высокая температура приводит к деструкции антоцианов;

2) антирадикальная активность по методу DPPH наиболее высокая в спиртовом и водно-спиртовом экстрактах контрольной группы, при экстрагировании водой надкритические условия (150 °C) позволяют увеличить антирадикальную активность по методу DPPH в 2,3 раза; восстанавливающая сила по методу FRAP при использовании надкритической

экстракции падает, наиболее щадящими условиями будут 120 °C (вода); антиоксидантная активность в системе линолевая кислота, напротив, увеличивается с увеличением температуры экстракции.

По совокупности результатов можно рекомендовать условия надкритической экстракции со следующими параметрами: вода, 150 °C.

Список литературы

1. Kulling, S.E. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects/ S.E. Kulling, H.M. Rawel // *Planta Med Eur.* – 2008. – Vol. 74. – № 13 – P. 1625–1634.
2. Grosso, C. Antioxidant activities of the supercritical and conventional *Satureja montana* extracts / C. Grosso et. al. // *J. of Food Science.* – 2009. – Vol. 74. N 9. – P. 713–717.
3. Елисеева, Л.Г. Плоды аронии черноплодной – источник витаминно-минеральных комплексов / Л.Г. Елисеева, О.М. Блиникова // *Пищевая промышленность.* – 2013. – № 4. – С. 28–29.
4. Журавлева, Ю.А. Исследование химического состава плодов черноплодной рябины, произрастающей в Приволжском регионе / Ю.А. Журавлева, М.Н. Земцова // *Пищевая промышленность.* – 2013. – № 8. – С. 20–21.
5. Oszmianski, J. Anthocyanins in fruits of *Aronia melanocarpa* (chokeberry) / J. Oszmianski, J.C. Sapis // *J. Food Sci.* 1988. – Vol. 53. – P. 1241–1242
6. Valcheva-Kuzmanova, S. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of *Aronia melanocarpa* fruit juice in streptozotocin-induced diabetic rats/ S. Valcheva-Kuzmanova, K. Kuzmanov, S. Tancheva, A. Belcheva // *Methods Find. Exp. Clin.* – 2007. – Vol. 29. – P. 101–106.
7. Valcheva-Kuzmanova, S. Hepatoprotective effect of the natural fruit juice from *Aronia melanocarpa* on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats / S. Valcheva-Kuzmanova et. al. // *Exp. Toxicol. Pathol.* – 2004. Vol. 56. – P. 195–201.
8. Терлецкая, В.А. Влияние технологических факторов на процесс экстракции рябины черноплодной / В.А. Терлецкая, Е.В. Рубанка, И.Н. Зинченко // *Техника и технология пищевых производств.* – 2013. – № 4. – С. 127–131.
9. Шишацкий, Ю.И. Интенсификация процесса экстрагирования при приготовлении спиртованных морсов и настоев / Ю.И. Шишацкий, Н.Н. Яковлев // *Производство спирта и ликероводочных изделий.* – 2009. – № 2. – С. 31–32.
10. Mendiola, J.A. Screening of functional compounds in supercritical fluid extracts from *Spirulina platensis* // J.A. Mendiola et. al. // *Food Chem.* – 2007. – Vol. 102. – P. 1357–1367.
11. Cavero, S. In vitro antioxidant analysis of supercritical fluid extracts from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) / S. Cavero et. al. // *Eur. Food Res. Technol.* – 2005. – Vol. 221. – P. 478–486.
12. Aliakbarian, B. Extraction of antioxidants from winery wastes using subcritical water / B. Aliakbarian, A. Fathi, P. Perego, F. Dehghani // *J. of Supercritical Fluids.* – 2012. – Vol. 65. – P. 18–24.
13. Turner, Ch. Subcritical water extraction and b-glucosidase-catalyzed hydrolysis of quercetin glycosides in onion waste / Ch. Turner et. al. // *Green Chem.* – 2006. – Vol. 8. – P. 949–959.
14. Оробинская, В.Н. Разработка малоотходной технологии экстрагирования биологически активных веществ из плодово-ягодного сырья методом низкочастотного вибрационного воздействия / В.Н. Оробинская, О.Н. Писаренко // *Международный научно-исследовательский журнал.* – 2015. – № 7 (38). – С. 117–122.
15. Cheigh, C.I. Enhanced extraction of flavanones hesperidin and narirutin from *Citrus unshiu* peel using subcritical water / C.I. Cheigh, E.Y. Chung, M.S. Chung // *J. Food Eng.* – 2012. – V. 110. – P. 472–477.
16. Alessandro, L.G. Ultrasound assisted extraction of polyphenols from black chokeberry / L.G. Alessandro, K. Kriaa, I. Nikov, K. Dimitrov // *Separation and Purification Technology.* – 2012. – Vol. 93. – P. 42–47.
17. Rugina, D. Antioxidant Activities of Chokeberry Extracts and the Cytotoxic Action of Their Anthocyanin Fraction on HeLa Human Cervical Tumor Cells / D. Rugina, Z. Scontxa, L. Leopold, A. Pintea, A. Bunea, C. Socaciu // *J Med Food.* – 2012. – Vol. 15, № 8. – P. 700–706.
18. ГОСТ Р 53773-2010. Продукция соковая. Методы определения антоцианинов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 20 с.
19. Oszmianski, J. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity / J. Oszmianski, A. Wojdylo // *Eur Food Res Technol.* – 2005. – Vol. 221. – P. 809–813.
20. Демидова, А.В. Влияние режимов бланшировки на физико-химические свойства и антиоксидантную активность фруктового сырья на примере вишни, сливы, черноплодной рябины и клубники / А.В. Демидова, Н.В. Макарова // *Пищевая промышленность.* – 2016. – № 2. – С. 40–43.
21. Стрюкова, А.Д. Замороженные ягоды – эффективный антиоксидант в течение всего года / А.Д. Стрюкова, Н.М. Макарова // *Пищевая промышленность.* – 2013. – № 3. – С. 28–31.
22. Определение суммарного содержания антиоксидантов методом FRAP / Т.Г. Цюпко, И.С. Петракова, Н.С. Бриленок, Н.А. Николаева, Д.А. Чупрынина, З.А. Темердашев, В.И. Вершинин // *Аналитика и контроль.* – 2011. – № 15 (3). – С. 287–298.
23. Макарова, Н.В. Оценка антиокислительных свойств яблок на модели с линолевой кислотой / Н.В. Макарова, А.В. Зюзина // *Известия вузов. Пищевая технология.* – 2011. – № 4 (322). – С. 13–15.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF CHOKEBERRY EXTRACTS OBTAINED IN SUPERCRITICAL CONDITIONS

N.B. Ereemeeva^{1,*}, N.V. Makarova¹, I.A. Platonov²

¹Samara State Technical University,
244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 443100, Russia

²Samara State Aerospace University,
34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russia

*e-mail: rmvnatasha@rambler.ru

Received: 22.03.2016

Accepted: 10.06.2016

Extraction of phenolic compounds from berries using the infusion method has disadvantages, alternative methods of extraction being of special interest. Supercritical extraction is one of such methods. This paper deals with the influence of Supercritical extraction conditions on antioxidant properties of extracts. Chokeberry growing on the territory of the Samara region was chosen as the object of our research. Extraction was carried out at a pressure of 40 MPa and temperatures of 120, 150 and 200°C using water and alcohol as solvents. The extracts (aqueous, alcoholic and 50% aqueous ethanol) obtained at atmospheric pressure and a temperature of 37°C were used as a control group. Various techniques were used to determine the level of antioxidant activity: the content of total amount of phenolic compounds equivalent to Gallic acid, flavonoids equivalent of catechin, anthocyanins equivalent of cyanidin-3-glycoside, antiradical capacity using a free radical DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), restoring force using the method of FRAP (ferric reducing antioxidant power), antioxidant activity in linoleic acid system. A considerable number of methods to assess antioxidant activity of compounds is classified with the method of registration parameters used to determine antioxidant activity, including its quantitative estimation. The use of high-pressure supercritical extraction allows increasing the yield of phenols and antioxidants in the extracts. However, high temperature leads to degradation of compounds.

Supercritical extraction, antioxidant activity, phenols, chokeberry

References

1. Kulling S.E., Rawel H.M. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. *Planta Med. Eur.*, 2008, no. 74 (13), pp. 1625–1634.
2. Grosso C. et al. Antioxidant activities of the supercritical and conventional *Satureja montana* extracts. *J. of Food Science*, 2009, no. 74 (9), pp. 713–717.
3. Eliseeva L.G., Blinnikova O.M. Plody aronii chernoplodnoy – istochnik vitaminno-mineral'nykh kompleksov [The black chokeberry's fruits – source of vitamin-mineral complexes]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2013, no. 4, pp. 28–29.
4. Zhuravleva Yu.A., Zemtsova M.N. Issledovanie khimicheskogo sostava plodov chernoplodnoy ryabiny, proizrastayushchey v Privolzhskom regione [The study of the chemical composition of fruits of *Aronia melanocarpa*, native to the Volga region]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2013, no. 8, pp. 20–21.
5. Oszmianski J., Sapis J.C. Anthocyanins in fruits of *Aronia melanocarpa* (chokeberry). *J. Food Sci.* 1988, no. 53, pp. 1241–1242.
6. Valcheva-Kuzmanova S., Kuzmanov K., Tancheva S., Belcheva A. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of *Aronia melanocarpa* fruit juice in streptozotocin-induced diabetic rats. *Methods Find. Exp. Clin.*, 2007, no. 29, pp. 101–106.
7. Valcheva-Kuzmanova S. et. al. Hepatoprotective effect of the natural fruit juice from *Aronia melanocarpa* on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats. *Exp. Toxicol. Pathol.*, 2004, no. 56, pp. 195–201.
8. Terletskaya V.A., Rubanka E.V., Zinchenko I.N. Vliyaniye tekhnologicheskikh faktorov na protsess ekstraksii ryabiny chernoplodnoy [Influence of technological factors on the process of black chokeberry extraction]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 4, pp. 127–131.
9. Shishatskiy Yu.I., Yakovlev N.N. Intensifikatsiya protsessa ekstragirovaniya pri prigotovlenii spirtovannykh morsov i nas-toev [Intensification of extraction process in the preparation of alcoholized fruit drinks and infusions]. *Proizvodstvo spirta i likero-vodochnykh izdeliy* [Manufacture of alcohol liqueur & vodka products], 2009, no. 2, pp. 31–32.
10. Mendiola J.A., et al. Screening of functional compounds in supercritical fluid extracts from *Spirulina platensis*. *Food Chem.*, 2007, no. 102, pp. 1357–1367.
11. Cavero S., et al. In vitro antioxidant analysis of supercritical fluid extracts from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Eur. Food Res. Technol.*, 2005, no. 221, pp. 478–486.
12. Aliakbarian B., Fathi A., Perego P., Dehghani F. Extraction of antioxidants from winery wastes using subcritical water. *J. of Supercritical Fluids*, 2012, no. 65, pp. 18–24.
13. Turner Ch., et al. Subcritical water extraction and b-glucosidase-catalyzed hydrolysis of quercetin glycosides in onion waste. *Green Chem.*, 2006, no. 8, pp. 949–959.
14. Orobinskaya V.N., Pisarenko O.N. Razrabotka malootkhodnoy tekhnologii ekstragirovaniya biologicheskii aktivnykh veshchestv iz plodovo-yagodnogo syr'ya metodom nizkochastotnogo vibratsionnogo vozdeystviya [Developing of low waste tech-

- nologies be extraction active compounds from the a fruit raw material of low-frequency vibration exposure]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2015, no 7 (38), pp. 117–122.
15. Cheigh C.I., Chung E.Y., Chung M.S. Enhanced extraction of flavanones hesperidin and narirutin from *Citrus unshiu* peel using subcritical water. *J. Food Eng.*, 2012, V. 110, P. 472–477.
16. Alessandro L.G., Kriaa K., Nikov I., Dimitrov K. Ultrasound assisted extraction of polyphenols from black chokeberry. *Separation and Purification Technology*, 2012, no. 93, pp. 42–47.
17. Rugina D., Scontxa Z., Leopold L., Pintea A., Bunea A., Socaciu C. Antioxidant Activities of Chokeberry Extracts and the Cytotoxic Action of Their Anthocyanin Fraction on HeLa Human Cervical Tumor Cells. *J Med Food.*, 2012, no. 15 (8), pp. 700–706.
18. GOST R 53773-2010. *Produktsiya sokovaya. Metodi opredeleniya antostyaninov* [State Standard GOST R 53773-2010. Juice products. Methods for determination of anthocyanins]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 20 p.
19. Oszmianski J., Wojdylo A. Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity. *Eur Food Res Technol.*, 2005, no. 221, pp. 809–813.
20. Demidova A.V., Makarova N.V. Vliyanie rezhimov blansirovki na fiziko-khimicheskie svoystva i antioksidantnuyu aktivnost' fruktovogo syr'ya na primere vishni, slivy, chernoplodnoy ryabiny i klubniki [Influence of Blanching on the Physical and Chemical Properties and Antioxidant Activity of Fruit Raw Materials Cherries, Plums, Blank Chokeberry, Strawberry]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2016, no. 2, pp. 40–43.
21. Stryukova A.D., Makarova N.V. Zamorozhennyye yagody - effektivnyy antioksidant v techenie vsego goda [Frozen berries - an effective antioxidant throughout the year]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2013, no. 3, pp. 28–31.
22. Tsypto T.G., Petrakova I.S., Brilenok N.S., Nikolaeva N.A., Chuprinina D.A., Temerdashev Z.A., Vershinin V.I. Opre-delenie summarnogo soderzhaniya antioksidantov metodom FRAP [Determination of total content of antioxidants by FRAP assay]. *Analitika i kontrol'* [Analytics and control], 2011, no. 15 (3), pp. 287–298.
23. Makarova N.V., Zyuzina A.V. Otsenka antiokislitel'nykh svoystv yablok na modeli s linolevoy kislotoy [Antioxidant properties' estimation apple on the model with linoleic acid]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [Transactions of Higher Educational Institutions, Food Technology], 2011, no 4 (322), pp. 13–15.

Дополнительная информация / Additional Information

Еремеева, Н.Б. Антиоксидантная активность экстрактов черноплодной рябины, полученных в надкритических условиях / Н.Б. Еремеева, Н.В. Макарова, И.А. Платонов // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 12–18.

Eremeeva N.B., Makarova N.V., Platonov I.A. Antioxidant activity of chokeberry extracts obtained in supercritical conditions. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 12–18. (in Russ.).

Еремеева Наталья Борисовна

аспирант кафедры технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел.: +7 (846) 332-20-69, e-mail: rmvnatasha@rambler.ru

Макарова Надежда Викторовна

д-р хим. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии и организации общественного питания, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел.: +7 (846) 332-20-69, e-mail: makarovann1969@yandex.ru

Платонов Игорь Артемьевич

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой химии, ФГАОУ ВО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)», 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34, тел.: +7 (846) 335-18-26, e-mail: pia@ssau.ru

Natalia B. Eremeeva

Postgraduate Student of the Department of Technology and Organization of Public Catering, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 4443100, Russia, phone: +7 (846) 332-20-69, e-mail: rmvnatasha@rambler.ru

Nadezhda V. Makarova

Dr.Sci.(Chem.), Professor, Head of the Department of Technology and Organization of Public Catering, Samara State Technical University, 244, Molodogvardeyskaya Str., Samara, 4443100, Russia, phone: +7 (846) 332-20-69, e-mail: makarovann1969@yandex.ru

Igor A. Platonov

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of Department of Chemistry, Samara State Aerospace University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russia, phone: +7 (846) 335-18-26, e-mail: pia@ssau.ru



НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОБИОТИЧЕСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАКВАСКИ

А.Н. Иркитова, И.А. Функ*, Р.В. Дорофеев

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

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

Дата поступления в редакцию: 25.03.2016

Дата принятия в печать: 10.06.2016

Актуальной на сегодняшний день проблемой является обеспечение полноценным и здоровым питанием населения различных возрастных групп. С этой целью необходимо введение дополнительных функциональных ингредиентов, в роли которых выступают пробиотические микроорганизмы. Проведены исследования по обоснованию использования комбинированной закваски, состоящей из культур бифидобактерий и лактобактерий при их совместном культивировании с целью получения пробиотического кисломолочного напитка. Для определения показателей технологически ценных свойств исследуемых объектов использовались общепринятые и стандартные методы. На основании некоторых свойств микроорганизмов: анализа скорости роста в молоке штаммов бифидобактерий из коллекции микроорганизмов лаборатории микробиологии ФГБНУ СибНИИС, а также антагонистических свойств лактобактерий по отношению к *E. coli* отобраны наиболее активные штаммы. Определены оптимальный процент внесения и соотношение пробиотических культур в составе закваски *Bifidobacterium longum* и *Lactobacillus plantarum* (5 %, 4:1 соответственно). Установлен оптимальный срок годности пробиотического кисломолочного напитка, составляющий 5 суток. По результатам исследований разработана биотехнология пробиотического кисломолочного напитка «Плабифин» на основе комбинированной закваски.

Пробиотические микроорганизмы, кисломолочный продукт, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus plantarum*, «Плабифин»

Введение

В настоящее время постоянное влияние стрессовых факторов, загрязнение окружающей среды, неконтролируемое использование лекарственных препаратов пагубно влияют на здоровье населения. В связи с этим практически во всех экономически развитых странах приняты национальные программы, направленные на улучшение здоровья населения за счет так называемого функционального питания [1]. Одна из важнейших групп продуктов функционального питания – пробиотические продукты. Они содержат в своем составе живые клетки селектированных штаммов бактерий с выраженным лечебно-профилактическим эффектом из числа полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека. Большую часть пробиотических продуктов представляют собой кисломолочные напитки с бифидобактериями и/или определенными видами лактобацилл [2].

Главная функция пробиотиков – профилактика развития кишечного дисбактериоза в результате антибиотикотерапии, хирургических вмешательств, острых и хронических заболеваний кишечника, стресса и других причин [3, 4, 5]. Их рекомендуют также применять в качестве одного из эффективных средств в комплексной терапии уже развившегося дисбактериоза [6].

В связи с этим разработка технологии пробиотических напитков с целью расширения ассортимента является актуальной задачей.

Целью данного исследования является научное обоснование технологии пробиотического кисломолочного напитка на основе комбинированной закваски.

Объекты и методы исследований

Для проведения исследований в качестве сырья для напитка использовали обезжиренное коровье молоко. Объектами исследования являлись штаммы микроорганизмов *Bifidobacterium longum* и *Lactobacillus plantarum* из коллекции лаборатории микробиологии ФГБНУ СибНИИС.

Для определения показателей технологически ценных свойств исследуемых объектов использовались общепринятые и стандартные методы: титруемая кислотность титриметрически по ГОСТ 3624-92; активная кислотность потенциметрически по ГОСТ 51455-99; количество молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11-89; предельное кислотообразование потенциметрически по ГОСТ 51455-99; активность кислотообразования потенциметрически по ГОСТ 51455-99; антагонистическая активность диффузионным методом по ТУ 9229-026-04610209-94.

Результаты и их обсуждение

Известно, что комбинированные закваски обладают более высокой биохимической активностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды по сравнению с заквасками, приготовленными на монокультурах. Таким образом, оптимальным ва-

риантом при производстве пробиотического кисломолочного продукта является создание комбинированной закваски с использованием культур *Lactobacillus plantarum* и бифидобактерий.

При подборе штамма бифидобактерий для включения в состав комбинированной закваски производился отбор из 9 штаммов *B. Longum* отраслевой коллекции ФГБНУ Сибирского НИИ сыроделия по скорости образования сгустка при культивировании на обезжиренном молоке. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Отбор штамма бифидобактерий для включения в комбинированную закваску по скорости образования сгустка на обезжиренном молоке

№	Индекс штамма	Образование сгустка на обезжиренном молоке, ч			
		15	16	17	18
<i>Bifidobacterium longum</i>					
1	СКМ-747 (К-3)	–	–	+	+
2	СКМ-748 (S-3)	+	+	+	+
3	СКМ-749 (KS-3)	–	–	–	–
4	СКМ-750 (Т 4)	+	+	+	+
5	СКМ-751 (КТ)	–	–	–	–
6	СКМ-752 (ST)	–	–	–	–
7	СКМ-753 (KST)	+	+	+	+
8	СКМ-754 (БАД)	–	–	–	–
9	СКМ-755 (БЮ)	–	–	–	–

Примечание: «+» – наличие сгустка; «–» – отсутствие сгустка.

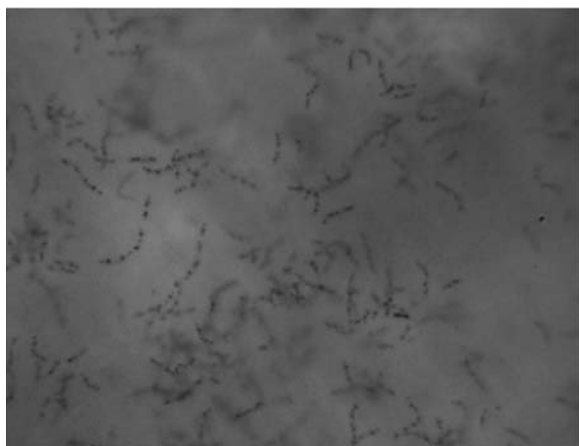


Рис. 1. Микроскопический препарат *B. longum* (Т₄) без ГМК 3 (увел. 16х100) (24 ч культура)

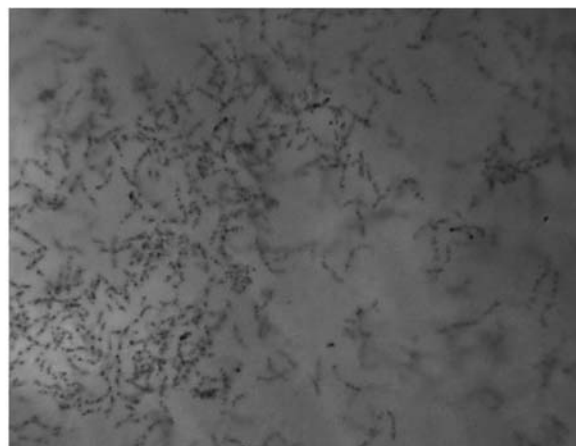


Рис. 2. Микроскопический препарат *B. longum* (Т₄) с использованием ГМК 3 (увел. 16х100) (24 культура)

Немаловажно, чтобы пробиотические культуры, находящиеся в продукте, также обладали свойством антагонистической активности по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре. Известно, что выраженной антагонистической активностью обладают некоторые молочно-кислые бактерии, например, мезофильные молочно-кислые палочки *Lactobacillus plantarum* [8].

В качестве объектов исследования в работе были использованы 12 коллекционных штаммов *Lactobacillus plantarum*, в качестве тест-культур – 4 штамма *E. coli* из коллекции ФГБНУ СибНИИС.

Таким образом, за 15 часов культивирования при 37 °С, что немаловажно для технологического процесса, сгусток образовали 3 штамма (СКМ-748, СКМ-750 и СКМ-753). Сгусток, имеющий ровные края, колющую консистенцию и специфический привкус, свойственный бифидобактериям, дал штамм СКМ-750 (Т₄), который и вошел в состав комбинированной закваски.

В молоке бифидобактерии развиваются медленно, так как коровье молоко не является естественной средой их обитания. Одной из причин плохого роста бифидобактерий в молоке служит растворенный в нем кислород. К тому же у них не обнаружено казеинолитической активности, т.е. они могут усваивать казеин только после частичного гидролиза. В результате расщепления казеина образуются полипептиды, гликопептиды, аминокислота, стимулирующие рост бифидобактерий. Другой причиной медленного роста бифидобактерий может быть и их низкая фосфатазная активность [7]. В связи с этим в ходе исследований проведен эксперимент по оценке влияния стимулятора роста ГМК 3 (гидролизат-молочно-кукурузная среда по ТУ 9229-357-00419785-04) на рост бифидобактерий. Результаты исследования показали, что фактор роста ГМК 3 оказывает стимулирующее влияние на жизнедеятельность бифидобактерий, о чем свидетельствует наличие значительного количества бифидобактерий в поле зрения микроскопа при микроскопировании (рис. 1, 2).

Антагонистическую активность *L. Plantarum* по отношению к *E. coli* определяли в несколько этапов. На первом этапе все 12 коллекционных штаммов проверяли на активность кислотообразования и предельное кислотообразование. Для этого в агаризованную полужидкую питательную среду (обогащенную гидролизанным молоком, дрожжевым автолизатом и пептоном) и в обезжиренное молоко вносили по 1 % 18-часовой культуры каждого из исследуемых штаммов *L. Plantarum*, культивировали при 30 °С и измеряли активную кислотность (рН) ежедневно в течение 10 суток.

На втором этапе, отобрав наилучших кислотообразователей *L. Plantarum* (из 12 штаммов их оказалось 5), исследовали их антагонистическую активность к тест-штаммам *E. coli* с использованием

диффузионного метода перпендикулярных штрихов на среде КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов по ТУ 9229-026-04610209-94) (рис. 3) [9].

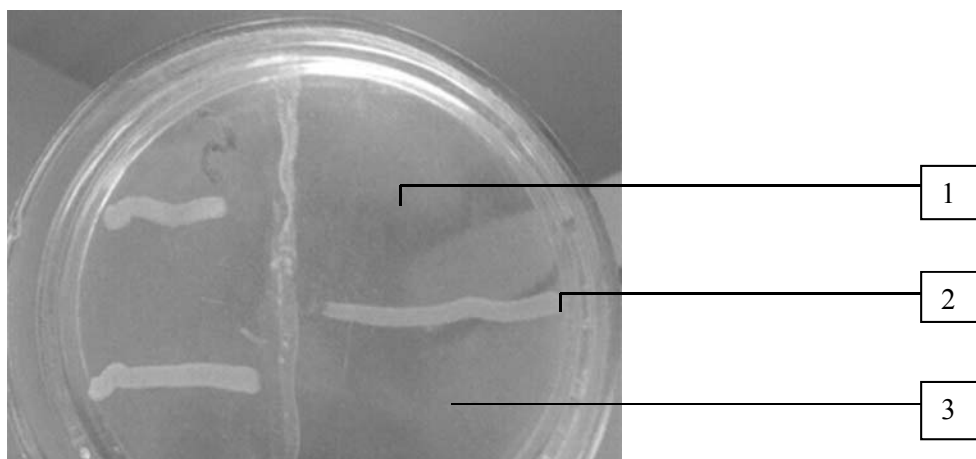


Рис. 3. Проявление антагонистической активности (метод перпендикулярных штрихов): 1 – зона ингибирования; 2 – тест-культура (*E. coli*); 3 – антагонист (*L. Plantarum*)

Таблица 2

Влияние дозы закваски и соотношение культур *Bifidobacterium longum* и *Lactobacillus plantarum* на органолептические показатели пробиотического кисломолочного напитка

Доза закваски и соотношение культур <i>Bifidobacterium longum</i> и <i>Lactobacillus plantarum</i> в напитке	Органолептические показатели
2 % в соотношении 1:1	Запах чистый, кисломолочный. Вкус кисломолочный. Специфического привкуса, свойственного бифидобактериям, нет. Цвет белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе. Сгустка нет. При микроскопии встречаются единичные клетки бифидобактерий
3 % в соотношении 2:1	Запах чистый, кисломолочный. Цвет белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе. Консистенция жидкого йогурта. Специфического вкуса, свойственного бифидобактериям, нет. На микроскопическом препарате клетки бифидобактерий встречаются в малом количестве
5 % в соотношении 3:2	Запах чистый, кисломолочный. Вкус кисломолочный, специфичный для бифидосодержащих продуктов. Цвет белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе. Консистенция жидкого йогурта. В поле зрения микроскопа десятки клеток бифидобактерий
5 % в соотношении 4:1	Запах чистый, кисломолочный. Вкус кисломолочный с привкусом, специфичным для бифидосодержащих продуктов (выражен сильнее, чем в предыдущем варианте). Цвет белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе. Консистенция жидкого йогурта. При микроскопии в поле зрения микроскопа обнаруживается много клеток бифидобактерий

Результаты эксперимента показали, что самой сильной антагонистической активностью обладал только один штамм из 5 – СКМ-694 (S42), который и вошел в состав комбинированной закваски, подавляя 3 из 4 штаммов тест-культур *E. coli* уже при соотношении 1:1.

Для подбора оптимального соотношения культур *B. longum* и *L. Plantarum* в состав закваски проводился ряд экспериментов по оценке влияния дозы закваски и соотношения культур *B. Longum* и *L. plantarum* на органолептические показатели пробиотического кисломолочного напитка (табл. 2).

В оптимальном варианте доза внесения комбинированной закваски составила 5 % при соотношении культур *B. Longum* и *L. Plantarum* 4:1 соответственно. Данный вариант отличается от других наилучшими органолептическими показателями и большим количеством клеток бифидобактерий при микроскопии.

В итоге, опираясь на результаты проведенных экспериментов, была разработана схема приготовления пробиотического кисломолочного напитка, представленная на рис. 4.

Готовый напиток исследовали по органолептическим и микробиологическим показателям при хранении в бытовом холодильнике (5 °C) в течение 10 суток для определения сроков его годности.

По результатам учета численности бифидобактерий в напитке установлено их содержание в первые сутки хранения 10^8 КОЕ/мл, на пятые сутки – 10^6 КОЕ/мл. Изменение органолептических показателей не наблюдалось в течение 5 суток хранения. Поэтому срок годности напитка ограничен 5 сутками, что при соблюдении условий хранения гарантирует высокую численность живых физиологически активных клеток пробиотических микроорганизмов и хорошие органолептические показатели.



Рис. 4. Схема приготовления пробиотического кисломолочного напитка

Таким образом, напиток представляет собой нормализованное по массовой доле жира стерилизованное или пастеризованное молоко, ферментированное совместным действием заквасочных микроорганизмов в составе комбинированной закваски: *L. Plantarum* и *B.*

Longum. Разработана нормативно-техническая документация на пробиотический кисломолочный напиток «Плабифин» (ТУ 9222-073-00419710-14). Предусмотрен выпуск напитка с массовой долей жира 3,2 %, 2,5 % и обезжиренного напитка.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 1873-р «Об утверждении основ государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г.».

2. Рожкова, Т.В. Российский рынок заквасочных культур / Т.В. Рожкова // Молочная промышленность. – 2006. – № 3. – С.23–24.
3. Барановский, А.Ю. Дисбактериоз и дисбиоз кишечника / А.Ю. Барановский, Э.А. Кондрашина. – СПб.: Питер, 2000. – 224 с.
4. Guillemard E., Tondou F., Lacoïn F., Schrezenmeir J. Consumption of a fermented dairy product containing the probiotic *Lactobacillus casei* DN-114001 reduces the duration of respiratory infections in the elderly in a randomized controlled trial // Br. J. Nutr. 2010; 103 (1): 58–68.
5. Martinez-Canavate A., Sierra S., Lara-Villoslada F., Romero J., Maldonado J., Boza J., Xaus J., Olivares M. A probiotic dairy product containing *L. gasseri* CECT5714 and *L. coryniformis* CECT5711 induces immunological changes in children suffering from allergy // *Pediatr. Allergy Immunol.* 2009; 20 (6): 592–600.
6. Артюхова, С.И. Пробиотический биопродукт для корпоративного питания / С.И. Артюхова, Т.Т. Толстогужева // Молочная промышленность. – 2014. – № 9. – С. 20.
7. Бурлакова, Е.В. Применение углеводных препаратов для активизации роста бифидобактерий *b. Adolescentis* MC 42 / Е.В. Бурлакова, Т.В. Бархатова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 2–3. – С. 119–120.
8. Иркитова, А.Н. Методы определения антагонистической активности молочнокислых бактерий / А.Н. Иркитова, Я.Р. Каган // Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока. – 2012. – № 9. – С. 226–236.
9. Функ, И.А. Оценка антагонистической активности коллекционных штаммов *Lactobacillus plantarum* / И.А. Функ, А.Н. Иркитова // *Acta Biologica Sibirica*. – 2015. – № 1 (1–2). – С. 85–93.

SOME ASPECTS OF BIOTECHNOLOGY OF PROBIOTIC FERMENTED MILK DRINK BASED ON COMBINED STARTER

A.N. Irkitova, I.A. Funk*, R.V. Dorofeev

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

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

Received: 25.03.2016

Accepted: 10.06.2016

To ensure a full and healthy nutrition of population of different age groups is an urgent problem today. This requires the introduction of additional functional ingredients including probiotics. Conducted are the researches on justification of the use of a combined starter culture consisting of cultures of bifidobacteria and lactobacilli in their joint cultivation to produce a probiotic fermented milk drink. Generally accepted standard methods were used to determine technologically valuable properties of the objects. The most active strains were selected on the basis of some properties of micro-organisms: the analysis of the rate of growth in milk of bifidobacteria strains from the microorganism collection of the microbiology laboratory of FSBSI SibNIA and antagonistic properties of lactobacilli against *E. coli*. The optimum percentage of introduction and the ratio of probiotics in the composition of *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus plantarum* starter culture (5%, 4 : 1 respectively) has been determined. The optimum shelf life of probiotic fermented milk drink equal to 5 days has been established. A biotechnology of “plabifin” probiotic fermented milk drink based on a combined starter has been developed according to the results of studies.

Probiotics, fermented milk drink, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus plantarum*, “Plabifin”

References

1. *Rasporiazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 25.10.10 goda. № 1873-r* “Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniia naseleniia na period do 2020 goda” [Instruction of the Government of the Russian Federation “Fundamentals of public policy of the Russian Federation in the sphere of healthy nutrition of the population up to 2020”]. 2010, no. 1873-r. (In Russ.).
2. Rozhkova T.V. Rossiyskiy rynek zakvasochnykh kul'tur [Russian market of starter cultures]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2006, no. 3, pp. 23–24.
3. Baranovskiy A.Yu., Kondrashina E.A. *Disbakterioz i disbioz kishechnika* [Dibacteriosis and dysbiosis of intestines]. St. Petersburg, Piter Publ., 2000. 224 p.
4. Guillemard E., Tondou F., Lacoïn F., Schrezenmeir J. Consumption of a fermented dairy product containing the probiotic *Lactobacillus casei* DN-114001 reduces the duration of respiratory infections in the elderly in a randomized controlled trial. *Br. J. Nutr.*, 2010, no. 103 (1), pp. 58–68.
5. Martinez-Canavate A., Sierra S., Lara-Villoslada F., Romero J., Maldonado J., Boza J., Xaus J., Olivares M. A probiotic dairy product containing *L. gasseri* CECT5714 and *L. coryniformis* CECT5711 induces immunological changes in children suffering from allergy. *Pediatr. Allergy Immunol.*, 2009, no. 20 (6), pp. 592–600.
6. Artyukhova S.I., Tolstoguzova T.T. Probioticheskiy bioprodukt dlya korporativnogo pitaniya [Probiotechnology for corporate catering]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry], 2014, no. 9, pp. 20.
7. Burlakova E.V., Barkhatova T.V. Primenenie uglevodnykh preparatov dlya aktivizatsii rosta bifidobakterii *b. Adolescentis* MC 42 [The use of carbohydrate preparations for enhancing the growth of bifidobacteria *b. Adolescentis* MC 42]. *Izvestiya vysshikh*

uchebnykh zavedeniy. *Pishchevaya tekhnologiya* [Transactions of Higher Educational Institutions, Food Technology]. 2012, no. 2–3, pp. 119–120.

8. Irkitova A.N., Kagan Ya.R. Metody opredeleniya antagonisticheskoy aktivnosti molochnokislykh bakteriy [Methods for determination of antagonistic activity of lactic acid bacteria]. *Aktual'nye problemy tekhniki i tekhnologii pererabotki moloka* [Actual problems of technics and technologies of milk processing], 2012, no. 9, pp. 226–236.

9. Funk I.A., Irkitova A.N. Otsenka antagonisticheskoy aktivnosti kollektсионnykh shtamnov *Lactobacillus plantarum* [Evaluation of the antagonistic activity of collection strains *Lactobacillus plantarum*. *Acta Biologica Sibirica*, 2015, no. 1 (1–2), pp. 85–93.

Дополнительная информация / Additional Information

Ирkitова, А.Н. Некоторые аспекты биотехнологии пробиотического кисломолочного напитка на основе комбинированной закваски / А.Н. Ирkitова, И.А. Функ, Р.В. Дорофеев // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 19–24.

Irkitova A.N., Funk I.A., Dorofeev R.V. Some aspects of biotechnology of probiotic fermented milk drink based on combined starter. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 19–24. (in Russ.).

Ирkitова Алена Николаевна

канд. биол. наук, заведующая лабораторией микробиологии, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия», 656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66, тел.: +7 (3852) 56-45-26, e-mail: altai.sibniis@mail.ru

Функ Ирина Андреевна

младший научный сотрудник лаборатории микробиологии, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия», 656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66, тел.: +7 (3852) 56-45-26, e-mail: altai.sibniis@mail.ru

Дорофеев Роман Викторович

канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории микробиологии, ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия», 656016, Россия, г. Барнаул, ул. Советской Армии, 66, тел.: +7 (3852) 56-45-26, e-mail: altai.sibniis@mail.ru

Alena N. Irkitova

Cand.Sci.(Biol.), Head of the Laboratory of Microbiology, Siberian Research Institute of Cheese Making, 66, Sovetskoy Armii Str., Barnaul, 656016, Russia, phone: +7 (3852) 56-45-26, e-mail: altai.sibniis@mail.ru

Irina A. Funk

Junior Researcher of the Laboratory of Microbiology, Siberian Research Institute of Cheese Making, 66, Sovetskoy Armii Str., Barnaul, 656016, Russia, phone: +7 (3852) 56-45-26, e-mail: altai.sibniis@mail.ru

Roman V. Dorofeev

Cand.Sci.(Agr.), Senior Researcher of the Laboratory of Microbiology, Siberian Research Institute of Cheese Making, 66, Sovetskoy Armii Str., Barnaul, 656016, Russia, phone: +7 (3852) 56-45-26, e-mail: altai.sibniis@mail.ru



ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ СТАБИЛИЗАЦИИ (ЗАМОРАЖИВАНИЕ И СУШКА) СИМБИОТИЧЕСКОГО КОНСОРЦИУМА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАКВАСКИ ПРЯМОГО ВНЕСЕНИЯ

В.Ю. Крумликов*, А.А. Остроумов, С.А. Сухих, О.В. Кригер

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

*e-mail: v_krumlikov@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 10.06.2016

Дата принятия в печать: 30.07.2016

Важной составляющей производства заквасок для пищевой и биотехнологической промышленности является возможность их хранения в течение длительного периода времени без потери их свойств. Длительное хранение биопрепаратов с сохранением ценных свойств и жизнеспособности может быть обеспечено только методами консервирования, способными тормозить процессы метаболизма, не нарушая целостность биоматериала. В статье описываются методы глубокого замораживания биоматериалов, лиофилизации и L-высушивания, в частности их достоинства и недостатки, а также более конкретно описывается метод лиофилизации. Целью работы являлся выбор метода сушки и подбор оптимальных параметров стабилизации для получения закваски прямого внесения. Для этого в качестве метода сушки использовался метод лиофилизации (метод замораживание-высушивание), с помощью которого можно полностью сохранить первичную структуру клетки. В результате данного метода объект сушки получает независимость от внешних воздействий и способен сохранять свои полезные свойства в течение длительного промежутка времени. Сам процесс сушки осуществлялся с помощью отечественной сублимационной установки «ИНЕЙ-6М». Для подготовки объекта сушки к процессу лиофилизации бактериальные клетки суспендировали с 20%-м снятым молоком, 12%-м раствором сахарозы, сывороткой крови животных, сорбитом, раствором альбумина, раствором желатина, пептоном, глутаматом натрия и его солями, поливинилпирролидоном. Далее экспериментально производили выбор оптимальных режимов технологического процесса, таких как температура замораживания, температура сублимационной сушки и толщина слоя сушки. Затем проводили анализ хранимостепособности заквасок, полученных с помощью метода, описанного выше. По итогам эксперимента были подобраны оптимальные параметры сублимационной сушки, в частности: температура замораживания минус 25 °С; температура нагрева 25 °С; продолжительность сушки 240 мин; толщина слоя сушки 3,0 мм.

Сублимационная сушка, лиофилизация, здоровое питание, комбинированная закваска

Введение

Важной задачей при производстве бактериальных препаратов, в том числе заквасок для пищевой и биотехнологической промышленности, медицины, является сохранение жизнеспособности живого организма и его нативных свойств довольно длительное время [1].

Длительное хранение биопрепаратов с сохранением ценных свойств и жизнеспособности может быть обеспечено только методами консервирования, способными тормозить процессы метаболизма, не нарушая целостность биоматериала [2]. Различают три метода консервирования длительного хранения биоматериалов: глубокое замораживание биоматериалов, высушивание из замороженного состояния (лиофилизация) и высушивание из жидкого состояния (L-высушивание). Достоинством перечисленных методов является то, что бактериологические клетки (биоматериал) лишаются свободной воды в условиях субнулевых (криогенных) температур и переходят в анабиозное состояние [3, 4].

Большинство бактериальных клеток способны длительное время сохранять свою жизнеспособность и в неизменном виде полезные свойства в замороженном состоянии при криогенных температурах

(при температуре меньше минус 155 °С). Такой температурный минимум достигается за счет использования сжиженных газов и сосудов Дьюара или специальных хранилищ с теплоизоляцией. Так, например, сжиженный воздух имеет температуру минус 193 °С, азот – минус 196 °С, водород – минус 256 °С и гелий – 269 °С. Метод криоконсервации широко используется для длительного хранения различных биоматериалов (бактерий, дрожжей, вирусов растений и животных, клеток животных и т.д.). Недостатком данного метода является использование дорогостоящих жидких газов для длительного хранения микроорганизмов. Кроме этого, для его осуществления необходимы специальные криохранилища, программные замораживатели и другой комплект аксессуаров.

Метод долгосрочного сохранения микроорганизмов L-высушиванием представляет собой вакуумную сушку биологического материала, находящегося в жидком агрегатном состоянии. Метод очень сложный в исполнении и включает в себя множество стадий: стадию по подготовке микроорганизмических клеток, стадию по подготовке стабилизатора-носителя, заполнения ампул, высушивание. Кроме этого, для реализации L-высушивания

необходимо дорогостоящее специализированное оборудование, способное воспроизводить ключевые параметры для щадящего обезвоживания бактериальных клеток.

Наиболее распространенным методом высушивания микроорганизмов является метод лиофилизации (сублимационная сушка или метод замораживание-высушивание). Метод позволяет полностью сохранить первичную структуру бактериальной клетки. Многие виды бактерий, бактериофагов, животных и растительных тканей, продуктов питания, консервируемые данным методом, способны сохранять свою жизнеспособность и ценные свойства до 30 лет и более. Для этого высушенные микроорганизмы должны храниться в недоступном для влаги, света и кислорода месте.

Сущность метода замораживание-высушивание заключается в высушивании пищевых продуктов и биологических объектов в замороженном состоянии, при котором жидкость испаряется под вакуумом без оттаивания льда, что позволяет сохранить первичную структуру бактериальной клетки. В объекте сушки резко замедляются или прекращаются метаболические процессы, и он переходит в состояние анабиоза. В результате этого объект сушки становится устойчивым к внешним воздействиям и сохраняет полезные свойства длительное время.

Биологические объекты, консервируемые данным методом, обладают хорошей растворимостью при добавлении к ним физиологического раствора или воды, легко переходят в исходное состояние и восстанавливают свои ценные свойства. Но качество готового продукта напрямую зависит от качества и количества исходного биологического объекта, от того, в каких условиях и на каких питательных средах они росли, и от их жизнеспособности. Поэтому рекомендуется для более качественного получения готового высушенного продукта использовать микробиологические клетки, собранные в период максимальной стабильности в последней экспоненциальной фазе роста.

Лиофилизированные закваски прямого внесения, как и любые закваски, необходимо хранить в специальных условиях, оборудованных, находящихся непосредственно в производственных помещениях. И извлекаться должны закваски непосредственно перед их использованием [5].

Целью работы является подбор оптимальных параметров стабилизации симбиотического консорциума для получения закваски прямого внесения, а также анализ хранимостепособности закваски, полученной с помощью метода лиофилизации.

Объекты и методы исследования

Для подготовки объекта сушки к лиофилизации и сохранению стабильности и жизнеспособности бактериальных клеток их суспендируют в среде с различными защитными стабилизаторами. В качестве стабилизаторов-криопротекторов используют 20%-е снятое молоко, 12%-й раствор сахарозы, сыворотку крови животных, сорбит, раствор альбуми-

на, раствор желатина, пептон, глутамат натрия и его соли, поливинилпирролидон.

Лучше всех лиофилизации подвергаются следующие микроорганизмы: *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Brevibacterium*, *Salmonella*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, их способность восстанавливать свою активность и ценные свойства после лиофилизации составляет 100 %. У микроорганизмов *Brucella*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Salmonella* выживаемость и сохранение ценных свойств составляет 70 %, а микроорганизмы *Methylobacter*, *Spirochete*, *Methylococcus* являются чувствительными к лиофилизации и их рекомендуется консервировать более щадящим методом [6, 7].

Процесс лиофилизации протекает в несколько взаимосвязанных этапов. На первом этапе процесса сушки происходит замораживание объекта при температурах ниже эвтектических значений. На этой стадии объект теряет до 10–15 % влаги за счет испарения. На втором этапе происходит первичное высушивание. Химизм данного этапа связан с тем, что свободная влага, превратившаяся в лед, сублимируется под действием движущих сил с более интенсивным подводом тепла.

На последнем, третьем, этапе происходит довысушивание (вторичное высушивание). При этом удаляется связанная влага также под воздействием движущих сил вакуума и тепловой энергии. Температура объекта постепенно увеличивается до температуры окружающей среды.

Анализируя вышесказанное, приходим к выводу, что для дальнейших исследований в качестве метода стабилизации симбиотического консорциума с целью получения закваски прямого внесения выбираем метод лиофилизации. Основным моментом данного метода при получении качественного готового продукта являются параметры процесса замораживание-высушивание. Выбор оптимальных режимов технологического процесса является ключевым моментом при сушке бактериальных клеток в связи с тем, что микроорганизмы под действием низких температур могут претерпевать внутриклеточные и внеклеточные изменения. В этой связи в работе подбирали оптимальные технологические параметры консервирования симбиотического консорциума. В качестве технологических параметров исследовали температуру замораживания, температуру сублимационной сушки и толщину слоя сушки.

Сушка осуществлялась с помощью сублимационной установки «ИНЕЙ-6М» (Россия), которая имеет технический паспорт, акт проведения поверки метрологических органов согласно Закону № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» у органов.

Произведен анализ хранимостепособности закваски прямого внесения. Хранимостепособность оценивали по выживаемости бактериальных клеток в процессе хранения в условиях темноты при температуре окружающей среды минус 18 °С в течение 12 месяцев. Анализ жизнеспособности бактериальных клеток закваски прямого внесения оценивали каждые 3 месяца. Отметим, что показатель выживаемости коррелирует со значениями массовой до-

ли влаги сухого концентрата. Коэффициент корреляции составляет 0,98.

Результаты и их обсуждение

Микроорганизмы, подвергаемые консервации методом сублимационной сушки, имеют различные исходные параметры (массовая доля влаги, консистенция, концентрация сухих веществ), которые влияют на скорость замораживания и точку эвтектики. В этой связи экспериментально подбирали скорость и температуру замораживания объектов сушки. Определение оптимальной температуры замораживания симбиотического консорциума осуществляли до температуры минус 25 °С. Результаты исследований представлены на рис. 1.

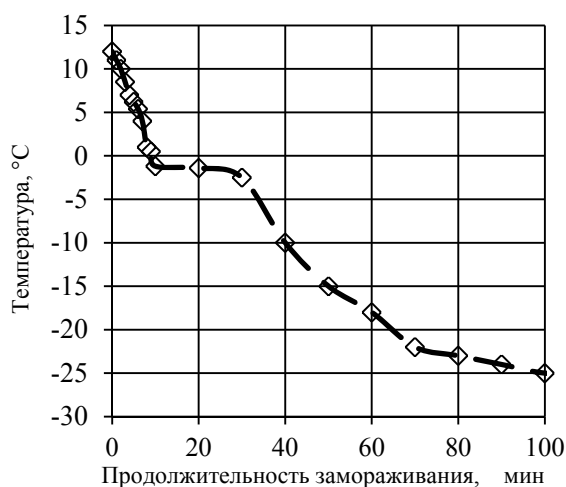


Рис. 1. Результаты исследований по выбору оптимальной температуры замораживания симбиотического консорциума микроорганизмов

Анализ результатов исследований по выбору оптимальной температуры замораживания симбиотического консорциума микроорганизмов (рис. 1) свидетельствует о том, что процесс замораживания имеет три участка, продолжительность которых различна. Первый участок замораживания симбиотического консорциума характеризуется равномерным снижением температуры с плюс 12 °С до минус 2 °С в течение 10 мин. Второй участок процесса замораживания характеризует кристаллизацию влаги в объекте сушки. Температура на этом этапе составляет минус 2 °С, продолжительность от 10 до 30 мин. Третий участок на рис. 1 характеризуется быстрым снижением температуры симбиотического консорциума микроорганизмов с последующим уравниванием температурного минимума минус 25 °С. Также результаты исследований свидетельствуют о том, что продолжительность замораживания составляет 90 мин, а температура замораживания минус 25 °С.

Исследование оптимальной температуры сублимационной сушки и продолжительности процесса лиофилизации симбиотического консорциума осуществляли при толщине слоя 3,0 мм и разных

температурах сушки: 20 °С, 25 °С, 30 °С и 35 °С. Результаты исследований по выбору оптимальной температуры сублимационной сушки симбиотического консорциума микроорганизмов представлены на рис. 2.

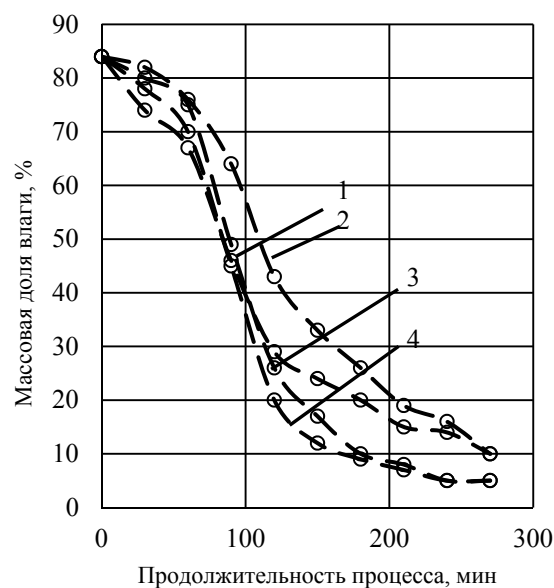


Рис. 2. Результаты исследований по выбору оптимальной температуры сублимационной сушки симбиотического консорциума микроорганизмов: 1 – 15 °С; 2 – 20 °С; 3 – 25 °С; 4 – 30 °С

Анализ результатов исследования (рис. 2) показал, что с увеличением температуры продолжительность процесса сублимационной сушки снижается, массовая доля влаги также стремится к минимуму. При температурах 15 °С, 20 °С продолжительность лиофилизации составляет 260 мин, массовая доля влаги в конечном продукте равна 10,0 %. Вместе с тем продолжительность сушки при температуре нагрева 25 и 30 °С составляет 240 мин, содержание влаги в лиофилизированном продукте – 5,0 %. В связи с тем, что при температуре сушки 25 и 30 °С массовая доля в готовом продукте одинакова и составляет всего 5 % и продолжительность процесса при этом также составляет 240 мин, для дальнейших исследований в качестве оптимальной температуры нагрева симбиотического консорциума микроорганизмов выбираем 25 °С и продолжительность лиофилизации 240 мин.

На качество высушенного продукта влияет такой параметр, как толщина слоя исходного продукта. Поэтому далее изучали оптимальную толщину слоя сушки симбиотического консорциума микроорганизмов. Процесс сушки вели при температуре 30 °С, продолжительности процесса 240 мин при различной толщине слоя исходного продукта: 2 мм, 3 мм, 4 мм и 5 мм. Результаты представлены на рис. 3.

На основании рис. 3 можно сделать вывод о том, что увеличение толщины слоя сушки симбиотического консорциума микроорганизмов приводит к увеличению продолжительности сушки и массовой доли влаги в конечном продукте.

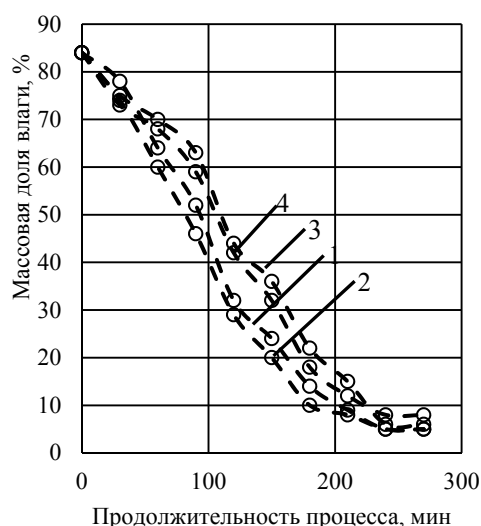


Рис. 3. Результаты исследований по выбору оптимальной толщины слоя сублимационной сушки симбиотического консорциума микроорганизмов: 1 – 2,0 мм; 2 – 3,0 мм; 3 – 4,0 мм; 4 – 5,0 мм

Так, при толщине слоя 4,0 и 5,0 мм продолжительность лиофилизации составляет 240 мин, а содержание влаги – 6,0 и 8,0 % соответственно. При толщине слоя исходного продукта 2,0 и 3,0 мм продолжительность лиофилизации составила 240 мин, а содержание влаги – 5 %. В этой связи выбрали оптимальную толщину слоя сублимационной сушки симбиотического консорциума микроорганизмов 3,0 мм.



Рис. 4. Результаты анализа выживаемости бактериальных клеток закваски прямого внесения в процессе хранения

Анализ результатов исследования хранимостности бактериальных клеток закваски прямого внесения, представленных на рис. 4, свидетельствует о хорошей выживаемости клеток закваски прямого внесения в процессе всего срока хранения. Так, при хранении закваски прямого внесения в течение 3 месяцев выживаемость клеток составляет 95 %, а при хранении закваски при тех же равных условиях в течение 6 месяцев выживаемость клеток составляет 88 % при влажности 5,7 %. При хранении закваски в течение 12 месяцев наблюдается повышение массовой доли влаги до 7,2 %, а выживаемость клеток падает до 75 %. Закваски хранились во флаконах по 2 мл со стерильными пробками с металлическими колпачками.

Анализ физико-химических показателей лиофилизированной закваски прямого внесения в течение всего срока хранения представлен в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели
лиофилизированной закваски прямого внесения
в течение всего срока хранения

Наименование показателя	Значение				
	0 мес.	3 мес.	6 мес.	9 мес.	12 мес.
Активность сквашивания, ч	12	12	12	10	9
Предельное значение pH	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Массовая доля влаги, %	5,0	5,4	5,7	6,4	7,2
Количество бактерий на конец срока годности, КОЕ/г.106	28,4	27,0	25,0	22,4	21,3

Результаты, представленные в табл. 1, свидетельствуют о том, что лиофилизированная закваска прямого внесения сохраняет жизнеспособность бактериальных клеток и физико-химические показатели качества на всем периоде хранения в условиях температуры минус 18 °С.

Таким образом, установлены параметры сублимационной сушки симбиотического консорциума микроорганизмов: температура замораживания минус 25 °С; температура нагрева 25 °С; продолжительность сушки 240 мин; толщина слоя сушки 3,0 мм.

Список литературы

1. Просеков, А.Ю. Научные основы производства продуктов питания: учеб. пособие для студентов вузов: в 2 ч. / А.Ю. Просеков; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2005. – 234 с.
2. Харитонова, И. Изучение качественных характеристик концентратов лактобактерий в процессе криозамораживания и сублимационной сушки / И. Харитонова, А.Ю. Просеков, М.И. Шрамко // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2015. – № 2(47). – С. 87–90.
3. Бабич, О.О. Оптимизация лиофилизации L-фенилаланин-аммоний-лиазы / О.О. Бабич, А.Ю. Просеков // Биомедицинская химия. – 2013. – Т. 59. – № 6. – С. 682–692.
4. Особенности сублимационной сушки гидролизатов отходов птицеперерабатывающей промышленности / О.В. Кригер, А.В. Изгарышев, И.С. Милентьева, П.В. Митрохин // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. – СПб., 2015. – С. 119–121.

5. Effect of lyophilization conditions of recombinant L-phenylalanine ammonia-lyase on enzyme properties – Babich O., Dyshlyuk L., Prosekov A. – *Middle East Journal of Scientific Research*. 2013. 15 (10), pp. 1455–1459.
6. The proteolytic activity research of the lactic acid microorganisms of different taxonomic groups – Prosekov, A., Babich, O., Asukhikh, S., Noskova, S., Dushlyuk, L. – *World Applied Sciences Journal*. 2013. 23 (10), pp. 1284–1290.
7. Identification and studying of the biochemical properties of lactobacillus strains – Zimina M.I., Prosekov A.J., Babich O.O., Sukhih S.A. – *Life Science Journal*. 2014. 11 (11), pp. 338–341.

CHOICE OF STABILIZATION PARAMETERS (FREEZING AND DRYING) OF SYMBIOTIC CONSORTIUM TO OBTAIN A STARTER OF DIRECT INOCULATION

V.Yu. Krumlikov*, L.A. Ostroumov, S.A. Sukhikh, O.V. Kriger

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

*e-mail: v_krumlikov@mail.ru

Received: 10.06.2016

Accepted: 30.07.2016

An important component in the production of starters for food and biotechnology industries is the ability to store them over a long period without losing their properties. Long-term storage of biological products with the conservation of valuable properties and viability can only be ensured by methods of preservation which are able to inhibit metabolic processes without disturbance to biomaterial integrity. The article describes methods of deep-freezing of biomaterials, freeze-drying, L-drying, in particular their advantages and disadvantages, and gives more concrete description of the lyophilization method. The aim of this research was to choose a method of drying and optimum stabilization parameters for obtaining a starter of direct inoculation. To do this, freeze-drying method allowing the primary cell structure to be fully preserved was used. The experiment indicated that this method makes the object of drying independent from external influences and is able to retain its useful properties over a long period of time. The drying process itself was carried out using domestic freeze-drier INEY-6M". To prepare the drying object for lyophilization bacterial cells were suspended with 20% skimmed milk, 12% solution of sucrose, the serum of animal blood, sorbitol, albumin solution, gelatin solution, peptone, monosodium glutamate and its salts, polyvinylpyrrolidone. The choice of optimum modes of technological process such as freeze temperature, freeze-drying temperature and drying layer thickness was also carried out experimentally. According to the results of the experiment, optimum parameters for freeze-drying were chosen, in particular: freezing temperature of minus 25°C; heating temperature of 25°C; drying time of 240 min; the drying layer thickness of 3.0 mm.

Freeze drying, lyophilisation, healthy food, combo starter

References

1. Prosekov A.Yu. *Nauchnyye osnovy proizvodstva produktov pitaniya* [Scientific foundations of food production]. Kemerovo, KemFST Publ., 2005. 234 p.
2. Kharitonova I., Prosekov A.Yu., Shramko M.I. Izucheniye kachestvennykh kharakteristik kontsentratsiy laktobakteriy v protsesse kriozamorazhivaniya i sublimatsionnoy sushki [Investigation into quality features in lactobacilli concentrate through cryo-freezing and sublimation dryin]. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta* [Newsletter of North-Caucasus State Technical University], 2015, no. 2(47), pp. 87–90.
3. Babich O.O., Prosekov A.Yu. Optimizatsiya liofilizatsii L-fenilalanin-ammoniy-liazy [Optimization of lyophilization L-phenylalanine-ammonium-lyase]. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedical chemistry], 2013, t. 59, no. 6, pp. 682–692.
4. Kriger O.V., Izgaryshev A.V., Milent'eva I.S., Mitrokhin P.V. Osobennosti sublimatsionnoy sushki gidrolizatsiy otkhodov pitsepererabatyvayushchey promyshlennosti [Features freeze-dried hydrolysates of waste of food processing industry]. *Materialy VII mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Nizkotemperaturnye i pishchevye tekhnologii v XXI veke»* [Proc. of the VII Intern. Sci. Conf. "Low-temperature and food technologies in XXI century"], 2015, pp. 119–121.
5. Babich O., Dyshlyuk L., Prosekov A. Effect of lyophilization conditions of recombinant L-phenylalanine ammonia-lyase on enzyme properties. *Middle East Journal of Scientific Research*, 2013, no. 15 (10), pp. 1455–1459.
6. Prosekov A., Babich O., Asukhikh S., Noskova S., Dushlyuk L. The proteolytic activity research of the lactic acid microorganisms of different taxonomic groups. *World Applied Sciences Journal*, 2013, no. 23 (10), pp. 1284–1290.
7. Zimina M.I., Prosekov A.Yu., Babich O.O., Sukhih S.A. Identification and studying of the biochemical properties of lactobacillus strains. *Life Science Journal*, 2014, no. 11 (11), pp. 338–341.

Дополнительная информация / Additional Information

Подбор параметров стабилизации (замораживание и сушка) симбиотического консорциума с целью получения закваски прямого внесения / В.Ю. Крумликов, Л.А. Остроумов, С.А. Сухих, О.В. Кригер // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 25–30.

Krumlikov V.Yu., Ostroumov L.A., Sukhikh S.A., Kriger O.V. Choice of stabilization parameters (freezing and drying) of symbiotic consortium to obtain a starter of direct inoculation. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 25–30. (in Russ.).

Крумлик Вадислав Юрьевич

аспирант кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: v_krumlikov@mail.ru

Остроумов Лев Александрович

д-р техн. наук, профессор, профессор-консультант Научно-образовательного центра, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

Сухих Станислав Алексеевич

канд. техн. наук, директор НИИ биотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 68-06-83, e-mail: stas-asp@mail.ru

Кригер Ольга Владимировна

канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры бионанотехнологии, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-74, e-mail: olgakruger58@mail.ru

Vladislav Yu. Krumlikov

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

Lev A. Ostroumov

Dr.Sci.(Tech.), Professor, Professor and Consultant of the Center of Research and Education, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

Stanislav A. Sukhikh

Cand.Sci.(Eng.), Director of the Research Institute of Biotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 68-06-83, e-mail: stas-asp@mail.ru

Olga V. Kriger

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Bionanotechnology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-74, e-mail: olgakruger58@mail.ru



ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАБОТКИ НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ, ПЕРЕЗИМОВАВШЕЙ ПОД СНЕГОМ

В.А. Марьин^{1,*}, А.А. Верещагин¹, Р.В. Ащеулов²

¹Бийский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»,
659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

²ОАО «Бийский комбинат хлебопродуктов»,
659311, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 2/1

*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 11.04.2016

Дата принятия в печать: 30.06.2016

В настоящее время актуальной является задача обеспечения населения продуктами питания, которые обеспечили бы потребности человека в витаминах, минеральных веществах и других биологически активных элементах. Важную роль в этом играют продукты растениеводства, в том числе зерно гречихи, которое является важным поставщиком минеральных веществ и других нутриентов. Качество перезимовавшего зерна под снегом значительно отличается от зерна, убранного осенью. Поэтому целесообразным является исследование показателей качества поступающего зерна гречихи весеннего срока уборки, используемого для выработки крупы ядрица, в том числе изменение его минерального состава на этапе температурной обработки. Полученные результаты исследования минерального состава образцов из зерна, собранного весной после схода снега, позволяют утверждать о том, что динамика изменения катионов и анионов исследуемых образцов при различной температурной обработке подобна изменениям м.д. катионов и анионов в образцах зерна, собранного осенью. Наибольшие отклонения катионов и анионов соответствуют температуре воздушной смеси начиная со 140 °С, когда температура нагрева образцов составляет 70 °С и выше. Количественная оценка изменения м.д. катионов и анионов показывает, что максимальное суммарное изменение исследуемых катионов наблюдалось в оболочках: массовая доля увеличилась в 1,4 раза и составила 1,03 %; суммарное изменение анионов наблюдалось также в оболочках: их массовая доля уменьшилась в 2,0 раза и составила 0,11 %. Возможно, такие изменения связаны с окислительно-восстановительными реакциями, которые сопровождаются гидролизом. Можно предположить, что катионы связаны более прочно, чем анионы, которые в процессе хранения удаляются с поверхности ядра и оболочки. Установлено, что минеральный состав зерна весеннего урожая обеднен по сравнению с зерном осеннего урожая.

Зерно гречихи, весенняя уборка, осенняя уборка, катионы, анионы, температура, минеральный состав, ядро, оболочка

Введение

В настоящее время актуальной является задача обеспечения населения продуктами питания, которые обеспечили бы потребности человека в витаминах, минеральных веществах и других биологически активных элементах. Важную роль в этом играют продукты растениеводства, в том числе зерно гречихи, которое является важным поставщиком витаминов, минеральных веществ и других нутриентов, потребление крупы ядрица составляет до 20 % от общего потребления круп.

Минеральные вещества присутствуют во всех органах и тканях нашего организма, входят в состав пищеварительных соков, гормонов, витаминов и других биологически активных веществ и участвуют в поддержании нормальной жизнедеятельности человеческого организма.

Для поддержания нормальной жизнедеятельности и развития наш организм постоянно расходует минеральные вещества. Их ежедневное восполнение происходит в основном с питанием, недостаток или полное отсутствие может привести к серьезным заболеваниям, нарушению биохимических процессов в организме. Минеральные вещества составляют около одной двадцатой части веса тела.

В зерне минеральные вещества входят в состав цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя, в эндосперме, но в значительно меньшем количестве. Содержание минеральных веществ в зерне гречихи составляет до 3,0 % [1].

Они представлены железом, калием, кальцием, фосфором, магнием, йодом и др. Содержание минеральных веществ распределено следующим образом: в зерне (2,0–3,0 %), ядре с зародышем (2,3–2,5 %), оболочках (1,8–2,5 %), зародыше (7,0–10,0 %) [2].

Сложные погодные-климатические условия осени 2014 года в Западной Сибири привели к тому, что значительная часть урожая гречихи в Алтайском крае оказалась под снегом [3]. Дефицит гречневой крупы, высокие закупочные цены зерна гречихи, благоприятные погодные условия весны 2015 года позволили собрать значительную часть урожая и направить его на переработку в крупу гречневую ядрица. Однако качество перезимовавшего зерна под снегом значительно отличается от зерна, убранного осенью. Поэтому целесообразным является исследование показателей качества поступающего зерна гречихи весеннего урожая и используемого для выработки крупы ядрица, в том числе и его минерального состава.

Целью настоящей работы является исследование влияния температуры обработки на минеральный состав зерна гречихи, перезимовавшего под снегом.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования использовали зерно, крупу и плодовые оболочки зерна гречихи, убранного весной 2015 года после схода снега.

Проведенные исследования зерна гречихи, убранного весной, позволили утверждать, что все исследуемые образцы по показателям качества и безопасности соответствуют требованиям нормативной документации и могут быть использованы для переработки в крупу. Однако было установлено, что хранение зерна под снегом приводит к порче зерна и появлению дефектных зерен, таких как проклюнувшиеся, проросшие, заплесневелые и зерна с поврежденной оболочкой. По своим показателям дефекты такого зерна можно считать незначительными, так как использование фотоэлектронного сортировщика позволяет удалять такие зерна на этапах очистки зерна и контроля крупы гречневой ядрицы.

При переработке зерна гречихи в крупу ядрицы для изменения его технологических свойств, повышения эффективности переработки и улучшения потребительских свойств и пищевой ценности готового продукта используют гидротермическую обработку (ГТО) [4]. Для достижения поставленной цели в производственных условиях исследуемые образцы обрабатывали при различных температурных режимах. Такой подход обоснован тем, что эффективность обработки зерна в процессе ГТО определяется продолжительностью и температурой агента обработки и нагревом зерна.

Производственные испытания показали, что при ГТО у «дефектных зерен», в том числе тех, которые в зерне не были отнесены к испорченным согласно требованиям ГОСТ Р 56105-2014, при температурной обработке происходит потемнение эндосперма. Такие ядра согласно требованиям ГОСТ Р 55290-2012 относят к испорченным. Экспериментально было определено, что массовая доля испорченных зерен после ГТО пропорциональна массовой доле вышеуказанных дефектов.

Возможно, потемнение ядра связано с тем, что, как показано в работе [5], у дефектных зерен гречихи поверхность ядра покрыта развитой сеткой трещин. Наличие трещин приводит к увеличению удельной поверхности ядра в несколько раз, ГТО способствует перегреву таких зерен и потемнению эндосперма ядра.

Исследование плотности зерна «весеннего» и «осеннего» урожая проводили на гелиевом пикнометре Ассурус 1340 фирмы Micrometecs (США) по стандартной методике определения плотности [6].

Результаты определения плотности зерна различной влажности представлены на рис. 1.

Из представленных результатов следует, что при увеличении влажности его плотность уменьшается, причем плотность «весеннего» меньше плотности зерна «осеннего» урожая. Более низкая плот-

ность зерна «весеннего» урожая гречихи, возможно, связана с разрыхлением его структуры и изменением его структурно-механических свойств при циклическом прохождении точки замерзания.

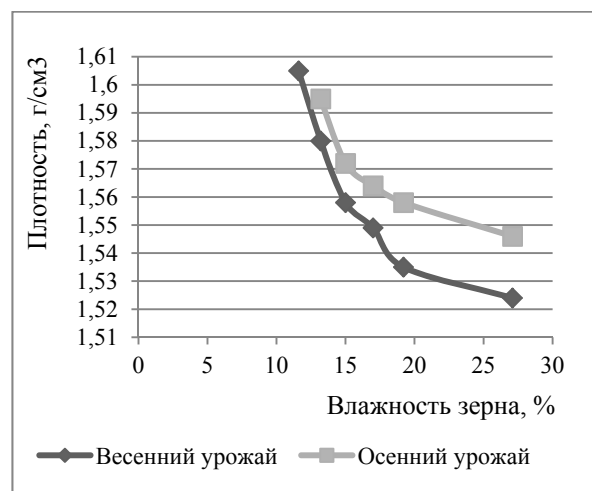


Рис. 1. Влияние влажности зерна «весеннего» и «осеннего» урожая гречихи на ее плотность

Далее было изучено влияние температуры обработки на состав катионов и анионов в зерне, ядре и оболочках. Образцы для исследования отбирали следующим образом. Из зерна до или после тепловой обработки отбирали представительный образец, разделяли на две части. Одну часть зерна шелушили на лабораторном шелушителе ГДФ-1М, получали ядро и оболочки, вместе с другой частью зерна формировали образцы ядра, оболочки, зерна и направляли на исследование минерального состава (катионов и анионов).

Определение катионов по методике М 04-65-2010, анионов по методике М 04-73-2011 в исследуемых образцах проводили на приборе «Капель-105» («Люмекс», Россия). Повторность исследований 5-кратная.

Результаты и их обсуждение

Для испытания были отобраны партии зерна гречихи, убранные весной после схода снега, сорта «Диалог», который рекомендован для возделывания во всех зонах Алтайского края и характеризуется высокими технологическими и кулинарными качествами.

При переработке зерна с использованием тепловой обработки может происходить изменение содержания минеральных веществ. Высокая температура и высокоскоростные процессы при влаготепловой обработке зерна могут приводить к растворению или накоплению в нем минеральных веществ.

Исследование влияния режимов водотепловой обработки в работе [7] показало, что зерно имеет капиллярно-пористую структуру. Изменение концентрации анионов, катионов в зерне, ядре и оболочках связано с адсорбционно-десорбционными процессами, минеральным составом воды, используемой для получения технологического пара, денатурацией белков и клейстеризацией крахмала

вследствие уменьшения растворимости исследуемых образцов.

Исследуемые партии согласно используемой технологии обрабатывались газозвушной смесью

при температурах 80, 140, 160, 180, 200 °С в течение 8 мин. Параметры гидротермической обработки и температура нагрева зерна гречихи представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры температурной обработки исследуемых образцов

№ п/п	Образец	Режим обработки	Температура газозвушной смеси, °С	Температура нагрева зерна, °С	Общее время ГТО, мин
1	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Без термообработки	0	20	0
2	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	80	46	8
3	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	140	70	8
4	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	160	78	8
5	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	180	86	8
6	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	200	102	8

Затем были определены следующие показатели качества обработанных образцов: влажность по ГОСТ 26312.7-88; белок по ГОСТ 10846-91; пищевые волокна по ГОСТ 13496.2-91; жир по ГОСТ 29033-91; зольность по ГОСТ 26312-84, углеводы по разнице показателей (табл. 2).

Таблица 2

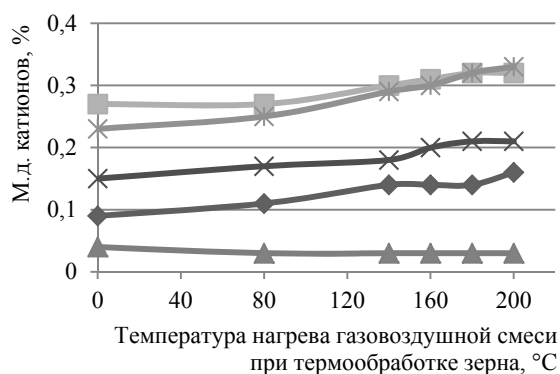
Физико-химический состав зерна, ядра и оболочек, обработанных при различных температурных режимах

№ п/п	Образец	Массовая доля, %					
		Влажность	Белки	Углеводы	Пищевые волокна	Жиры	Зольность
1	Зерно	12,2	11,8	61,4	10,4	2,1	2,1
	Ядрица	11,8	12,6	68,6	2,9	2,3	1,8
	Оболочка	9,2	4,1	34,9	47,4	0,7	3,7
2	Зерно	11,7	11,7	61,7	10,5	2,2	2,2
	Ядрица	10,9	12,4	70,2	2,6	2,3	1,6
	Оболочка	8,8	4,1	33,5	49,2	0,8	3,6
3	Зерно	10,8	11,7	63,0	10,3	2,2	2,0
	Ядрица	9,8	12,1	71,3	2,8	2,4	1,7
	Оболочка	8,0	3,8	35,8	48,1	0,8	3,5
4	Зерно	10,2	11,6	63,4	10,5	2,4	1,9
	Ядрица	9,5	12,0	71,5	2,7	2,5	1,8
	Оболочка	7,6	3,6	36,6	47,8	0,8	3,6
5	Зерно	9,6	11,2	64,5	10,3	2,3	2,1
	Ядрица	8,9	11,8	72,3	2,6	2,5	1,9
	Оболочка	7,0	3,4	36,7	48,2	0,9	3,8
6	Зерно	8,6	10,8	65,6	10,4	2,4	2,2
	Ядрица	8,1	11,7	73,1	2,8	2,6	1,7
	Оболочка	6,5	3,4	37,8	47,5	1,1	3,7

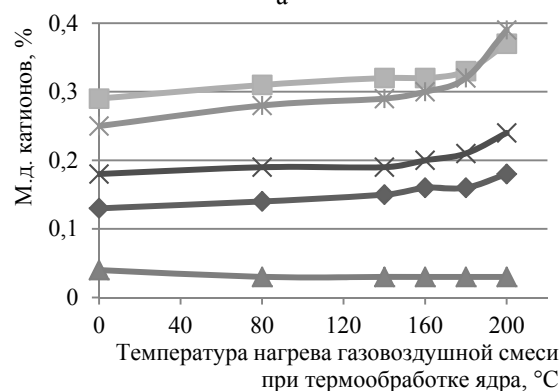
Анализ табл. 2 позволяет говорить о том, что у зерна, ядра и оболочек с увеличением температуры обработки уменьшается влажность и определяемая доля белка, возможно, вследствие его денатурации. Увеличение определяемой доли жира, возможно, связано с гидролизом и окислением при высокой температуре. Зольность зерна при увеличении температуры обработки не изменяется, что не противоречит полученным ранее результатам [8].

В связи с изменением влажности зерна в результате температурной обработки для получения сопоставимых данных все приведенные ниже показатели концентрации микроэлементов (катионов и анионов) нормализованы к начальной влажности. Полученные в результате экспериментальных исследований показатели массовой доли (м.д.) минеральных веществ (катионов, анионов) при изменении температуры обработки в образцах зерна гречихи, ядра и оболочек представлены на рис. 2 и 3.

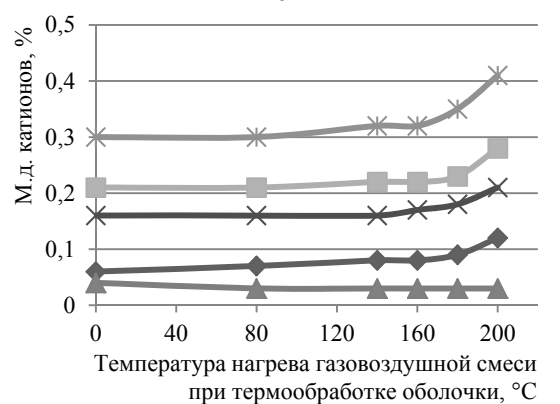
Из представленных данных следует, что с увеличением температуры обработки зерна м.д. определяемых катионов аммония увеличилась в 1,8 раза, ядра в 1,4 раза, оболочек в 2,0 раза; м.д. калия в зерне увеличилась в 1,2 раза, в ядре в 1,3 раза, в оболочках в 1,3 раза; м.д. натрия в зерне, ядре и оболочках уменьшилась в 1,3 раза; м.д. магния в зерне увеличилась в 1,4 раза, в ядре и оболочках в 1,3 раза; м.д. кальция в зерне увеличилась в 1,4 раза, в ядре в 1,6 раза, в оболочках в 1,4 раза.



а



б

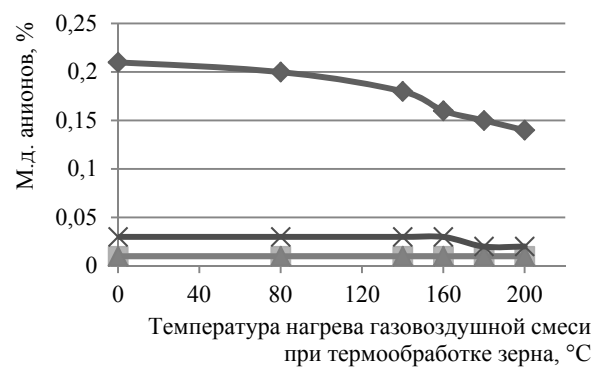


в

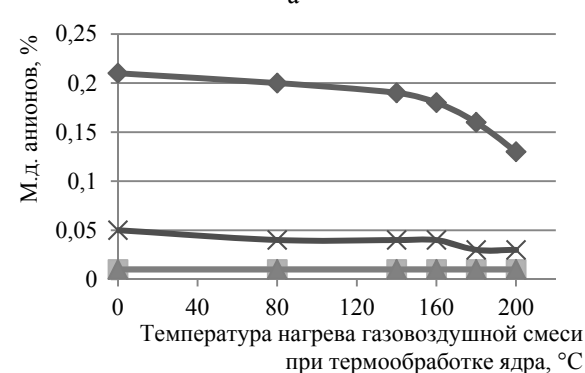
Рис. 2. Показатели м.д. катионов при изменении температуры обработки в зерне (а), ядре (б) и оболочках (в)

При температурной обработке от 20 до 200 °C суммарная массовая доля исследуемых катионов зерна увеличилась в 1,3 раза, ядра в 1,3 раза, оболочек в 1,4 раза.

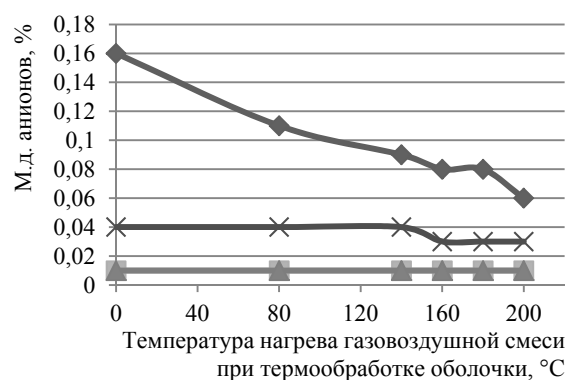
Из представленных данных следует, что с увеличением температуры обработки гречихи м.д. анионов фосфора в зерне уменьшилась в 1,5 раза, в ядре в 1,6 раза, в оболочке в 2,0 раза; м.д. серы в зерне, ядре и оболочке не изменилась; м.д. хлорид-ионов в зерне, ядре и оболочке не изменилась; м.д.



а



б



в

Рис. 3. Показатели м.д. анионов при изменении температуры обработки в зерне (а), ядре (б) и оболочках (в)

в зерне нитрат-ионов уменьшилась в 1,5 раза, в ядре в 1,7 раза, в оболочке в 1,3 раза.

Суммарная массовая доля исследуемых анионов в исследуемом диапазоне температур в зерне уменьшилась в 1,4 раза, в ядре в 1,5 раза, в оболочке в 2,0 раза.

Полученные результаты исследования минерального состава образцов из зерна, собранного весной после схода снега, позволяют утверждать о том, что динамика изменения катионов и анионов исследуе-

мых образцов при различной температурной обработке подобна изменениям катионов и анионов в образцах зерна, собранного осенью (прошедшее послеуборочную обработку и хранившееся в надлежащем состоянии) [9]. Сравнительные показатели массовой доли анионов и катионов зерна, ядра и оболочек, убранного весной после схода снега, и осеннего урожая без термообработки и с максимально используемой в исследованиях температурой газовой смеси представлены в табл. 3.

Таблица 3

Массовая доля катионов и анионов зерна, ядра и оболочек урожая гречихи, убранного весной после схода снега, и осеннего

Показатели	Зерно, убранное весной после схода снега		Зерно, убранное осенью	
	м.д. катионов, %	м.д. анионов, %	м.д. катионов, %	м.д. анионов, %
Без термообработки				
зерно	0,78	0,26	1,13	0,28
ядро	0,89	0,28	1,13	0,27
оболочка	0,77	0,22	1,03	0,24
После обработки при T = 200 °C				
зерно	1,05	0,18	1,57	0,21
ядро	1,21	0,18	1,58	0,19
оболочка	1,03	0,11	1,52	0,14

Анализ представленных результатов позволяет утверждать, что м.д. катионов и анионов в зерне, ядре и оболочке «весеннего» урожая до и после температурной обработки значительно меньше аналогичных показателей «осеннего» урожая. Такие различия, возможно, связаны с тем, что зерно является живым организмом, в результате биохимических процессов, происходящих при хранении под снегом, где температура зерна может составлять 0–10 °C, совместное действие конвекционных потоков и диффузия влаги приводят к постепенному вымыванию и потере минеральных веществ в составных элементах зерна гречихи (ядре, оболочке). Охлаждение зерна гречихи до температуры минус 10 °C может приводить к кристаллизации воды и разрыхлению структуры ядра (о чем свидетельствует снижение плотности зерна «весеннего» урожая).

На основании полученных результатов можно предположить, что изменение температуры обработки приводит к изменению м.д. катионов и анионов в зерне, ядре и оболочке. Полученные в результате экспериментальных исследований данные показали, что наибольшие отклонения катионов и анионов соответствуют температуре воздушной смеси начиная со 140 °C, когда температура нагрева образцов составляет 70 °C и выше. Возможно, изменение м.д. катионов и анионов исследованных образцов в указанных температурах связано с разрушением химических

связей минеральных веществ с белками, углеводами, жирами и ферментами.

Количественная оценка изменения м.д. катионов и анионов показывает, что максимальное суммарное изменение исследуемых катионов наблюдалось в оболочках: массовая доля увеличилась в 1,4 раза и составила 1,03 %; суммарное изменение анионов наблюдалось также в оболочках: их массовая доля уменьшилась в 2,0 раза и составила 0,11 %.

Полученные данные можно интерпретировать следующим механизмом. В результате гидролитической обработки поверхность зерна и его составляющих увеличивается. При этом возрастает адсорбционная емкость и ионообменные свойства. Можно предположить, что катионы связаны более прочно, чем анионы, которые в процессе хранения удаляются с поверхности ядра и оболочки.

В ионообменных системах ионный обмен связан с переносом воды, окислительно-восстановительными реакциями, сопровождается гидролизом, что может приводить к повышению кислотности.

Сравнение показателей кислотности и кислотного числа жира (КЧЖ) зерна «осеннего» и «весеннего» урожая представлено в табл. 4.

Таблица 4

Показатели кислотности и кислотного числа жира (КЧЖ) зерна «осеннего» и «весеннего» урожая

Наименование	Зерно «осеннего» урожая	Зерно «весеннего» урожая	Зерно согласно ГОСТ Р 56105-2014
Кислотность, град	3,4	4,1	Не более 4,0
КЧЖ, мг КОН/г	5,0	17,3	—

Из представленных данных следует, что у зерна «весеннего» урожая показатели кислотности и КЧЖ превышают аналогичные показатели «осеннего» урожая. Возможно, такие различия показателей связаны с протекающими гидролитическими процессами расщепления жира вследствие хранения зерна под снегом, что не противоречит ранее полученным результатам [10–12].

Из представленных данных следует, что зерно «весеннего» урожая и его продукты переработки должны иметь ограниченный срок годности.

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать, что обработка зерна в указанном диапазоне температур приводит к изменению доступности минеральных веществ. Динамика изменения минеральных веществ в зерне, ядре и оболочках «осеннего» и «весеннего» урожая идентична. Минеральный состав зерна весеннего урожая обеднен по сравнению с зерном осеннего урожая, что должно учитываться при его применении.

Список литературы

1. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи, 2008. – 276 с.
2. Зверев, С.В. Физические свойства зерна и продуктов его переработки / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
3. Важов, В.М. Резервы производства гречихи в Алтайском крае / В.М. Важов, С.В. Важов, Т.И. Важова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 2–3(44). – С. 91–94.
4. Регулирование цветности ядра гречневой крупы / В.А. Марьин, Е.А. Федотов, А.Л. Верещагин, К.С. Барабошкин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 5. – С. 39–41.
5. Влияние гидротермической обработки на проросшие зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин, К.С. Барабошкин // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 44–46.
6. Марьин, В.А. Товароведная оценка зерна гречихи, убранного из-под снега / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Л.Л. Борина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1(135). – С. 143–147.
7. Влияние параметров ГТО на деминерализацию зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, К.С. Барабошкин, Р.Б. Ермаков // Хлебопродукты. – 2014. – № 10. – С. 59–61.
8. Yun Deng, Olga Padilla-Zakour, Yanyun Zhao, Shishi Tao / Influences of High Hydrostatic Pressure, Microwave Heating, and Boiling on Chemical Compositions, Antinutritional Factors, Fatty Acids, In Vitro Protein Digestibility, and Microstructure of Buckwheat // Food and Bioprocess Technology, November 2015, Volume 8, Issue 11, pp. 2235–2245. DOI 10.1007/s11947-015-1578-9.
9. Марьин, В.А. Влияние температурной обработки на доступность минеральной составляющей зерна гречихи, ядра, и оболочки / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 3(34). – С. 58–63.
10. J. Derek Bewley, Kent J. Bradford, Henk W. M. Hilhorst, Hiro Nonogaki Mobilization of Stored Reserves / Seeds. Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition Springer New York 2013, pp 183–246.
11. Katleen J. R. Vallons • Elke K. Arendt Effects of high pressure and temperature on buckwheat starch characteristics // Eur Food Res Technol. (2009) 230:343–351. DOI 10.1007/s00217-009-1172-3.
12. Wioletta Błaszczak, Danuta Zielińska, Henryk Zieliński, Dorota Szawara-Nowak & Józef Fornal / Antioxidant Properties and Rutin Content of High Pressure-Treated Raw and Roasted Buckwheat Groats // Food Bioprocess Technol. (2013) 6:92–100. DOI 10.1007/s11947-011-0669-5.

EFFECT OF TREATMENT TEMPERATURE ON MINERAL COMPOSITION OF BUCKWHEAT WINTERED UNDER SNOW

V.A. Marin*, A.L. Vereshchagin, R.V. Ashcheulov

¹Biysk Technological Institute (branch),
Altai State Technical University named after I.I. Polzunova,
27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia

²“Biysk Combine of Bakeries” OJSC,
2/1, Trofimova Str., Biysk, 659441, Russia

*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Received: 11.04.2016

Accepted: 30.06.2016

At present, relevant is the task of providing the population with food which would ensure human requirements for vitamins, minerals and other biologically active components. Crop products including buckwheat, which is an important supplier of minerals and other nutrients, play an important role. The quality of grain wintered under snow, which is different from grain harvested in autumn. Therefore, it is advisable to study quality indices of buckwheat harvested in spring and used to produce buckwheat cereals including a change in its mineral composition at the stage of heat treatment. The results of the research on mineral composition of the samples of grain harvested in spring after thawing of snow suggest that the dynamics of changes of cations and anions of the samples at different temperature processing is similar to such changes of ppm of cations and anions in the grain samples harvested in autumn. The largest deviations of cations and anions correspond to air mixture temperature ranging from 140°C when the heating temperature of samples is 70°C or higher. Quantitative estimation of changes of ppm of cations and anions shows that the maximum total change of the studied cations is observed in shells: the mass fraction increases by 1.4 times and amounts to 1.03%, the total change of anions is also observed in the shells: their mass fraction decreases 2.0 times and amounts to 0.11%. Perhaps these changes are associated with redox reactions which are accompanied by hydrolysis. It can be assumed that cations are more strongly bound than anions are and which are removed from the surface of the core and the shell during storage. It has been established that the mineral composition of the grain harvested in spring is not as rich as that in grain harvested in autumn.

Buckwheat grain, spring harvesting, autumn harvesting, cations, anions, temperature, mineral content, kernel, shell

References

1. Skurihin I.M., Tutelyan V.A. *Tablitsy khimicheskogo sostava i kaloriynosti rossiyskikh produktov pitaniya* [Tables of a chemical composition and calorific content of the Russian food]. Moscow, DeLi print, 2008. 276 p.
2. Zverev S.V., Zvereva N.S. *Fizicheskie svoystva zerna i produktov ego pererabotki* [Physical properties of grain and products of its conversion]. Moscow, DeLi print, 2007. 176 p.
3. Vazhov V.M., Vazhov S.V., Vazhova T.I. Rezervy proizvodstva grechikhi v Altayskom krae [Buckwheat production reserves in the altai region]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2016, no. 2–3 (44), pp. 91–94.
4. Mar'in V.A., Fedotov E.A., Vereshchagin A.L., Baraboshkin K.S. Regulirovanie tsvetnosti yadra grechnevoy krupy [Regulation of chromaticity of a kernel of buckwheat]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2009, no. 5, no. 39–41.
5. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V., Baraboshkin K.S. Vliyanie gidrotermicheskoy obrabotki na prorosshie zerna grechikhi [Influence of hydrothermal treatment on a sprouted buckwheat grain]. *Khleboпродукты* [Bread products], 2014, no. 5, pp. 44–46.
6. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Borina L.L. Tovarovednaya otsenka zerna grechikhi, ubrannogo iz-pod snega [Trade evaluation of buckwheat grain harvested from under the snow]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2016, no. 1 (135), pp. 143–147.
7. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Baraboshkin K.S., Ermakov R.B. Vliyanie parametrov GTO na demineralizatsiyu zerna grechikhi [The influence of parameters of the hydrothermal processing on the demineralization of buckwheat grain]. *Khleboпродукты* [Bread products], 2014, no. 10, pp. 59–61.
8. Yun Deng, Olga Padilla-Zakour, Yanyun Zhao, Shishi Tao. Influences of High Hydrostatic Pressure, Microwave Heating, and Boiling on Chemical Compositions, Antinutritional Factors, Fatty Acids, In Vitro Protein Digestibility, and Microstructure of Buckwheat. *Food and Bioprocess Technology*, November 2015, vol. 8, iss. 11, pp. 2235–2245. DOI: 10.1007/s11947-015-1578-9.
9. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Vliyanie temperaturnoy obrabotki na dostupnost' mineral'noy sostavlyayushchey zerna grechikhi, yadra, i obolochki [The influence of heat treatment on the availability of mineral component of buckwheat grain, kernel and shell]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 3(34), pp. 58–63.
10. J. Derek Bewley, Kent J. Bradford, Henk W. M. Hilhorst, Hiro Nonogaki. *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*, 3rd Edition. Springer New York, 2013. 392 p. DOI: 10.1007/978-1-4614-4693-4.
11. Kathleen J. R. Vallons, Elke K. Arendt. Effects of high pressure and temperature on buckwheat starch characteristics. *Eur Food Res Technol*, 2009, no. 230, pp. 343–351.
12. Wioletta Błaszczak, Danuta Zielińska, Henryk Zieliński, Dorota Szawara-Nowak & Józef Fornal. Antioxidant Properties and Rutin Content of High Pressure-Treated Raw and Roasted Buckwheat Groats. *Food Bioprocess Technol.*, 2013, no. 6, pp. 92–100. DOI: 10.1007/s11947-011-0669-5.

Дополнительная информация / Additional Information

Мар'ин, В.А. Влияние температуры обработки на минеральный состав зерна гречихи, перезимовавшей под снегом / В.А. Мар'ин, А.Л. Верещагин, Р.В. Ащеулов // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 31–37.

Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Ashcheulov R.V. Effect of treatment temperature on mineral composition of buckwheat wintered under snow. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 31–37. (in Russ.).

Мар'ин Василий Александрович

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

Верещагин Александр Леонидович

д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Ащеулов Роман Владимирович

исполнительный директор, ОАО «Бийский комбинат хлебопродуктов», 659311, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 2/1, тел.: +7 (3854) 25-24-50, e-mail: arv9995@mail.ru

Vasily A. Mar'in

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of General Chemistry and Examination of the Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3854) 31-24-75, e-mail: tehbiysk@mail.ru

Alexander L. Vereshchagin

Dr.Sci.(Chem.), Professor, Head of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Roman V. Ashcheulov

Director, "Biysk Combine of Bakeries" OJSC, 2/1, Trophimova Str., Biysk, 659441, Russia, phone: +7 (3854) 25-24-50, e-mail: arv9995@mail.ru



КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЯСА МАРАЛОВ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ДЕЛИКАТЕСНОЙ ПРОДУКЦИИ

О.М. Мышалова*, Г.В. Гуринович, Я.С. Гурикова

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

*e-mail: meat@kemtipp.ru

Дата поступления в редакцию: 09.06.2016

Дата принятия в печать: 20.07.2016

Мясо алтайских маралов является эксклюзивным сырьем для производства мясных ферментированных продуктов, так как обладает особыми диетическими свойствами благодаря большому количеству полноценного белка, невысокой жирности, богатству минерального состава, и должно быть использовано для производства деликатесной продукции. Целью исследований явилась оценка технологической ценности различных частей туши мяса маралов, выбор и обоснование использования отдельных частей от разделки мяса маралов в технологии сырокопченых ферментированных изделий. Комплексная оценка проведена на основании данных изучения тканевого состава, гистологических исследований, пищевой ценности, физико-химических и функционально-технологических свойств мякоти определенных частей туши и отдельных мышц. Для определения исследуемых показателей применялись стандартные и оригинальные методики. В работе приведены результаты определения морфологического состава и выходов отрубов от комбинированной разделки туш алтайских маралов. Представлены новые данные, характеризующие соотношение мышечной и соединительной ткани в отдельных мышцах и взаимосвязанных с ними показателей пищевой, биологической ценности, структурно-механических показателей. Изучены технологические свойства мышц различной пищевой ценности и тканевого состава, значения растворимости мышечных белков. На основании проведенных комплексных исследований даны рекомендации по рациональному использованию сырья от разделки маралов, в том числе для изготовления продукции премиум-класса, к которой относятся ферментированные сырокопченые деликатесные изделия. Установлено, что для изготовления ферментированных продуктов из измельченного сырья наиболее пригодны заостная, предостная, задняя и дельтовидная мышцы, отличающиеся небольшими размерами, менее развитым перимизием, высокой степенью извлечения водорастворимых и солерастворимых белков. Это в наибольшей степени отвечает рациональному использованию мяса маралов, обладающего высоким технологическим и биологическим потенциалом.

Мясо маралов, разделка туш маралов, тканевый состав мяса маралов, функционально-технологические свойства, растворимость белков, сырокопченые продукты

Введение

Мясо является одним из наиболее ценных продуктов питания с точки зрения обеспечения населения качественной белковой пищей. Употребление белков обеспечивает жизнедеятельность, рост, развитие и нормальное протекание обменных процессов в организме человека. Потребность в белках составляет в среднем для взрослого населения от 65 до 117 г в сутки для мужчин и от 58 до 78 г в сутки для женщин, в том числе доля животных белков, к которым относятся белки мяса, должна составлять 55 % от их общего количества [1].

Вместе с тем следует отметить, что уровень потребления мяса населением Российской Федерации не достигает установленной физиологической нормы, что связано с ограниченными возможностями собственной сырьевой базы [2]. Одним из вариантов решения данной проблемы является расширение производства альтернативных видов мясного сырья и разработка технологий его переработки, что одновременно дает возможность расширить ассортимент мясных продуктов.

Диких животных выращивают в охотничьих хозяйствах и заказниках, где они содержатся в условиях, максимально приближенных к естественным. В

силу специфики своего распространения, условий обитания и кормления дикие животные меньше подвержены заболеваниям, распространенным в животноводстве, в связи с чем отличительной характеристикой мяса диких животных является отсутствие в нем кормовых и лечебных антибиотиков, пестицидов, стимуляторов роста, что позволяет расценивать его как экологически чистое. Имеются данные, которые позволяют говорить о высоких потребительских свойствах, пищевой и биологической ценности этого вида сырья, обусловленного сбалансированным аминокислотным составом, высоким содержанием витаминов, макро- и микроэлементов и пониженным количеством жира [3–9].

Среди прочих видов диких животных особого внимания заслуживают представители семейства оленевых, предназначенных для убоя с целью использования на пищевые, медицинские, кормовые, технические цели, производства изделий легкой промышленности. В Российской Федерации наибольшее распространение имеют северный олень, лось, пятнистый олень, марал [4]. Разведение маралов является одним из наиболее прибыльных секторов, что связано с большими возможностями комплексного использования различных видов сы-

рья, в том числе крови, рогов, субпродуктов и других [3, 4]. На сегодняшний день только в Алтайском крае существуют мараловодческие хозяйства, в которых в результате выбраковки животных получают примерно 700 т мяса в год [4].

Высокое пищевое качество мяса маралов позволяет ему успешно конкурировать с традиционными видами мяса в секторе общественного питания и привлекает всё большее внимание производителей мясной продукции. Известные работы в этом направлении связаны с использованием мяса маралов в технологии натуральных и рубленых полуфабрикатов [5, 7], деликатесной продукции [6, 7].

Технологии производства мясных продуктов из мяса маралов должны обеспечивать сохранение биологической и пищевой ценности. Из разнообразного ассортимента продукции мясоперерабатывающей промышленности следует выделить группу ферментированных продуктов, к которым относятся сырокопченые и сыровяленые изделия. При производстве ферментированных продуктов сырье подвергается воздействию умеренных (не выше 35 °C) и низких (0–4 °C) температур, что гарантирует сохранение биологической ценности, целостности компонентного, микронутриентного и витаминного составов сырья, а также получение продукта повышенной пищевой и биологической ценности [7].

Целью исследований явилась оценка технологической ценности различных частей туши мяса маралов, выбор и обоснование использования отдельных частей от разделки мяса маралов в технологии сырокопченых ферментированных изделий.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были использованы:

- туши горно-алтайских маралов I категории упитанности (ТУ 9865-001-29734071-03), полученные от животных в возрасте 18–24 месяцев, выращенных в огороженных загонах Горного Алтая, в охлажденном состоянии;
- мякоть и отдельные мышцы, выделенные в процессе обвалки туш.

При проведении исследований производили разделку туш на отруба с учетом тканевого состава, пищевой ценности и органолептических свойств мяса. Морфологический состав отрубов определяли путем обвалки с учетом выхода бескостного мяса и кости [10].

Комплексную оценку технологической значимости мякоти и отдельных мышц проводили на основании изучения химического состава и функционально-технологических свойств мяса маралов.

При проведении экспериментальных исследований использованы методы определения следующих показателей:

- массовой доли влаги по ГОСТ Р 51479-99;
- массовой доли белка по ГОСТ 25011-81;

- массовой доли коллагена по количеству оксипролина в пересчете на белки соединительной ткани с использованием коэффициента пересчета 8,07;
- массовой доли жира по ГОСТ 23042-86 с использованием экстракционного аппарата Сокслета;
- растворимость белков мышечной ткани методом последовательной экстракции водорастворимых белков буферным раствором с pH 7,4 и ионной силой 0,15, солерастворимых буферным раствором с pH 8,25 и ионной силой 0,5, щелочерастворимых – 0,2M NaOH [11] с последующим определением концентрации белка методом Кьельдаля;
- структурно-механических показателей – усилия резания на приборе конструкции Уознера-Братцлера, пластичность методом прессования;
- слабосвязанную влагу методом прессования, долю прочносвязанной влаги по разности массовых долей общей и слабосвязанной влаги.

Гистологический метод определения соотношения мышечной и соединительной тканей в составе сырья основан на вычислении площади тканей, распределенных на поверхности среза исследуемой мышцы. Исследование проводили непосредственно на разрезе при помощи плексигласовой пластины с нанесенной на ней разметочной сеткой.

Исследования проведены в лаборатории Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета) и производственных условиях на базе мясоперерабатывающего предприятия.

Результаты и их обсуждение

Процесс разделки предусматривал расчленение туш, полутуш на более мелкие части – отрубы по анатомическому признаку, чтобы сохранить целостность мышц и облегчить последующее отделение мяса от костей. При разделке туш маралов были выделены задняя четвертина в виде pistolетного отруба и передняя четвертина без спинной части с пашинной. От задней четвертины отделяли спинно-поясничный отруб, заднюю голяшку; от передней – пашину, реберный и грудной отруба, переднюю голяшку. Удельный вес отрубов составил: тазобедренный – 28,2 %, спинно-поясничный – 11,2 %, лопаточный – 12,8 %, пашина – 3,6 %, реберный – 7,9 %, грудной – 5,3 %, остальные части – 31 %.

В связи с тем, что для изготовления сырокопченых изделий из сырья с неразрушенной структурой используется бескостное мясо без видимых включений соединительной ткани или с содержанием соединительной ткани не более 6 %, была произведена комплексная оценка спинно-поясничного, лопаточного и тазобедренного отрубов, при обвалке которых получают мякоть, соответствующую установленным требованиям.

Исследуемые отрубы подвергали обвалке, в результате чего был установлен морфологический состав отрубов туш маралов (табл. 1).

Таблица 1

Морфологический состав отдельных отрубов туш маралов

Наименование показателей	Спинно-поясничный отруб	Лопаточный отруб	Тазобедренный отруб
Удельный вес отрубов, % к массе туши	11,2	12,8	28,2
Удельный вес мякоти, % к массе отруба	72,3	71,9	82,6
Удельный вес костей, % к массе отруба	27,7	28,1	17,4
Коэффициент мясности	2,61	2,55	4,76

Наибольший удельный вес мякоти в составе сырья установлен для тазобедренного отруба, равный 23,3 %, что в 2,5 и 2,9 раза выше, чем в лопаточном и спинно-поясничных отрубках. Удельный вес костей в лопаточном и спинно-поясничных отрубках оказался выше, чем в тазобедренном, в 1,4 и 1,6 раза соответственно. Выявленный коэффициент мясности отрубов позволяет установить взаимосвязь степени развитости мышечной и костной тканей от выполняемой ими функции при жизни животного, так как при передвижении животного основная работа выполняется тазовыми конечностями.

В результате обвалки мякоти выделялись отдельные мышцы или группы мышц, соответствующие требованиям к мясу высшего и первого сортов.

Из тазобедренного отруба выделяли: двуглавую мышцу – самую крупную мышцу бедра, которая занимает почти всю наружную поверхность задней части бедра; полуперепончатую мышцу – из внутренней части; четырехглавую мышцу бедра – из боковой части, отделенную от переднего края бедренной кости; среднюю мышцу – из группы ягодичных мышц верхней части отруба.

Из спинно-поясничного отруба выделяли длиннейшую мышцу спины и поясницы, расположенную от первого крестцового до первого грудного позвонка вдоль позвоночника, освобождая от прилегающих мышц, вейной связки, жира и грубых пленок и сухожилий.

Из лопаточного отруба выделяли: трехглавую мышцу – из бескостной задней части отруба, которая заполняет треугольное пространство между плечевой и локтевой костями, имеет клиновидную форму; предостную мышцу – из бескостного лопаточного отруба, имеющую конусообразную форму, расположенную спереди от лопаточной кости; заостную и дельтовидную мышцы – сросшиеся друг с другом, расположенные с наружной стороны лопатки позади лопаточной кости; подлопаточную мышцу – большую круглую из внутренней части отруба.

Полученная мякоть представлена мышцами, покрытыми тонкой, очень плотной белой фасцией. На поверхностных мышцах, расположенных преимущественно под кожей в области крупа и поясницы, присутствует белый тугоплавкий жир. Межмышеч-

ные и внутримышечные жировые включения в мясе маралов отсутствуют.

Средняя масса отдельных мышц, полученных от разделки одной полутуши массой 45 кг, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Выход отдельных мышц при разделке полутуш маралов

Наименование мышц	Выход мышц от разделки, % к массе туши	Средняя масса, полученная от полутуши, кг
Тазобедренный отруб	23,3	10,49
Четырехглавая мышца	3,8	1,71
Среднегодичная мышца	3,4	1,53
Двуглавая мышца	4,6	2,07
Полуперепончатая мышца	2,8	1,24
Спинно-поясничный отруб	8,1	3,65
Длиннейшая мышца спины и поясницы	7,5	3,38
Лопаточный отруб	9,2	4,14
Трехглавая мышца	3,7	1,67
Подлопаточная мышца	1,0	0,45
Заостная мышца	1,3	0,59
Предостная мышца	1,3	0,59
Задняя и дельтовидная мышцы	1,9	0,86

Наиболее крупным мускулом тазобедренного отруба является двуглавая мышца, масса которой составляет 2070 г, толщиной 18–67 мм. Четырехглавая мышца бедра имела массу до 1710 г, толщину от 40 до 140 мм; среднегодичная мышца массу до 1530 г, толщину 12–45 мм; полуперепончатая мышца массу до 1240 г, толщину 26–65 мм.

Из спинно-поясничного отруба была отделена длиннейшая мышца спины и поясницы, которая имела массу 3380 г, толщину 45–50 мм.

Из лопаточного отруба в виде отдельной мышцы выделяли трехглавую массой 1670 г, толщиной 60 мм, заостную массой 590 г, толщиной 35 мм, подлопаточную массой 450 г, толщиной 25 мм. Такие мышцы, как предостная, задняя и дельтовидная, имели массу около 400–590 г и толщину 25–30 мм.

Остальную мякоть, получаемую после выделения отдельных мышц, по содержанию соединительной и жировой ткани можно отнести к мясу второго сорта, предназначенному для изготовления колбасных изделий и рубленых полуфабрикатов.

Таким образом, наиболее массивными мышцами, которые можно использовать для изготовления цельномышечных изделий и в первую очередь деликатесной сырокопченой продукции, являются: длиннейшая мышца спины и поясницы, двуглавая, четырехглавая, среднегодичная, полуперепончатая мышцы бедра, трехглавая мышца грудной части, доля которых составляет 25,8 % от массы туши.

Были проведены гистологические исследования мяса маралов. Данные о микроструктурных особенностях мышц маралов позволили определить содержание мышечной и соединительной тканей, количественное соотношение которых характеризует консистенцию мяса и предопределяет оптимальное направление использования исследуемого мясного сырья. Данные о содержании мышечной и

соединительной тканей в различных мышцах марала представлены в табл. 3.

Таблица 3

Гистологические исследования по содержанию мышечной и соединительной тканей в мышцах маралов

Наименование мышц	Содержание, %	
	мышечной ткани	соединительной ткани
Тазобедренный отруб		
Четырехглавая мышца	88	12
Среднегодичная мышца	89	11
Двуглавая мышца	85	15
Полуперепончатая мышца	85	15
Спинно-поясничный отруб		
Длиннейшая мышца спины	89	11
Лопаточный отруб		
Трехглавая мышца	87	13
Подлопаточная мышца	85	15
Предостная мышца	87	13
Заостная мышца	87	13
Задняя и дельтовидная мышцы	90	10

Согласно результатам гистологического анализа образцов содержание соединительнотканного прослока в исследуемых мышцах находится в пределах от 10 до 15 %. Минимальное количество соединительной ткани установлено для задней, дельтовидной, средне-ягодичной мышц и длиннейшей мышцы спины и поясницы. Эти мышцы имеют длинные мышечные волокна, которые характеризуются нежным перимизием, что позволяет характеризовать его как высококачественное нежное мясо и рекомендовать для изготовления деликатесной продукции с неразрушенной структурой. Остальные мышцы имели более развитый перимизий, как внутренний, так и наружный, построены из коротких мышечных волокон, имели перистое строение и ограничения по длине к сокращению. Полученные данные согласуются с проведенными ранее исследованиями в Алтайском государственном аграрном университете по определению динамического и статодинамического типа мышц грудной и тазовой конечностей маралов [12, 13].

Таблица 4

Структурно-механические характеристики мышц маралов

Наименование мышц	Усилие резания, $\cdot 10^2$ Н/м	Пластичность, кПа
Тазобедренный отруб		
Четырехглавая мышца	8,01 $\pm$ 0,14	37,57 $\pm$ 0,52
Среднегодичная мышца	8,06 $\pm$ 0,21	38,49 $\pm$ 0,41
Двуглавая мышца	9,86 $\pm$ 0,19	36,43 $\pm$ 0,39
Полуперепончатая мышца	10,38 $\pm$ 0,09	34,83 $\pm$ 0,34
Спинно-поясничный отруб		
Длиннейшая мышца спины	9,04 $\pm$ 0,18	36,57 $\pm$ 0,29
Лопаточный отруб		
Трехглавая мышца	10,07 $\pm$ 0,17	36,98 $\pm$ 0,47
Подлопаточная мышца	11,23 $\pm$ 0,22	34,88 $\pm$ 0,54
Предостная мышца	9,46 $\pm$ 0,10	35,36 $\pm$ 0,39
Задняя и дельтовидная мышцы	8,04 $\pm$ 0,15	35,94 $\pm$ 0,28

Определение таких показателей, как усилие резания и пластичность (табл. 4), позволило установить прямую зависимость структурно-механических характеристик от гистологических особенностей строения мышц.

Подлопаточная и полуперепончатая мышцы, отличающиеся по своему составу большим содержанием соединительной ткани, имели наибольшие значения показателя усилия резания и наименьшую пластичность. Оценка структурно-механических характеристик показала, что мышцы лопаточного отруба в отличие от мышц тазобедренного отруба и длиннейшей мышцы спины характеризуются более жесткой консистенцией, что обусловлено более высоким содержанием сократительных и структурных белков в связи с функциональными нагрузками, выполняемыми маралами при жизни. В мускулатуре лопаточного отруба преобладают статодинамические мышцы, функцией которых является удержание суставов в разогнутом виде во время остановки и отталкивания для начала движения животного. Однако выявленные различия показателей усилия резания (не более 28 %) и пластичности (не более 9,4 %) можно считать несущественными при оценке структурно-механических характеристик мяса для изготовления сырокопченых изделий.

Выявлено, что по белковому составу мышцы тазобедренного отруба, длиннейшая мышца спины менее однородны по сравнению с мышцами лопаточного отруба, общее содержание белка составляет 19,87 $\pm$ 21,01 %, жира 2,49 $\pm$ 3,60 %, влаги 74,85 $\pm$ 76,54 %. Мышцы лопаточного отруба содержат меньшее количество белка (19,26 $\pm$ 19,99 %), жира (1,90 $\pm$ 2,01 %) и большее количество влаги (77,63 $\pm$ 77,72 %).

Проведенные исследования по изучению химического состава позволили определить показатели качества мышц мяса маралов (табл. 5).

Таблица 5

Качественные показатели мышц марала

Наименование мышц	Соотношение вода:белок	Содержание коллагена, %	Содержание жира, %
Тазобедренный отруб			
Четырехглавая мышца	3,84	2,12 $\pm$ 0,11	3,21 $\pm$ 0,13
Среднегодичная мышца	3,80	1,84 $\pm$ 0,12	2,73 $\pm$ 0,22
Двуглавая мышца	3,56	3,31 $\pm$ 0,21	3,60 $\pm$ 0,07
Полуперепончатая мышца	3,65	3,66 $\pm$ 0,31	2,42 $\pm$ 0,43
Спинно-поясничный отруб			
Длиннейшая мышца спины	3,80	1,73 $\pm$ 0,12	2,49 $\pm$ 0,24
Лопаточный отруб			
Трехглавая мышца	3,94	2,11 $\pm$ 0,23	1,90 $\pm$ 0,34
Подлопаточная мышца	3,98	3,13 $\pm$ 0,44	2,60 $\pm$ 0,33
Предостная мышца	4,03	2,84 $\pm$ 0,73	2,05 $\pm$ 0,47
Заостная мышца	4,01	2,74 $\pm$ 0,68	1,95 $\pm$ 0,15
Задняя и дельтовидная мышцы	3,87	1,98 $\pm$ 0,61	1,98 $\pm$ 0,11

Показатель соотношения вода:белок в мышцах тазобедренного отруба имел меньшие значения (3,56–3,84) по сравнению с мышцами лопаточного отруба (3,87–4,03). По содержанию неполноценного белка коллагена исследуемые мышцы отличаются незначительно. Больше количество соединительнотканых белков содержится в двуглавой, полуперепончатой и подлопаточной мышцах.

При изготовлении сырокопченых изделий принципиальное значение имеет исследование форм связи влаги. В процессе ферментации свободная влага необходима для обеспечения метаболической деятельности микроорганизмов, участвующих в формировании качественных характеристик продуктов, и проявления активности выделяемых ферментов. Количество слабо- и прочносвязанной влаги в мышцах маралов представлено на рис. 1.

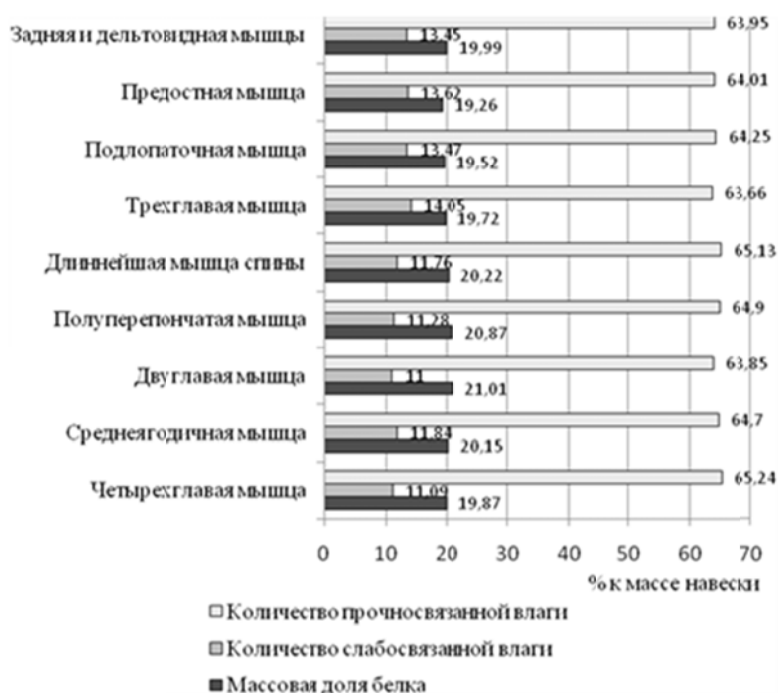


Рис. 1. Влагосвязывающая способность мышц маралов

Результаты исследований свидетельствуют, что в целом содержание прочносвязанной влаги в исследуемых мышцах изменяется в пределах от 63,66 до 64,70 %. По мере уменьшения в составе мышц белков наряду с увеличением доли белков соединительной ткани количество слабосвязанной влаги увеличивается. Так, в образцах лопаточного отруба количество слабосвязанной влаги в среднем

на 2,35 % меньше, чем в мышцах тазобедренного отруба.

В связи с тем, что водосвязывающая способность мышечной ткани зависит от особенностей строения мышц, количественного содержания белков и проявления их гидрофильных свойств, выполнена оценка растворимости белков мяса маралов (табл. 6).

Таблица 6

Растворимость белков мяса маралов

Наименование мышц	Содержание фракций белков, мг/г ткани		
	водорастворимые	солерастворимые	щелочерастворимые
Тазобедренный отруб			
Четырехглавая мышца	80,48±0,25	61,61±0,42	9,91±0,58
Среднегодичная мышца	81,60±0,62	62,65±0,15	10,08±0,79
Двуглавая мышца	85,04±0,13	65,03±0,54	10,50±0,32
Полуперепончатая мышца	84,48±0,57	64,61±0,31	11,44±0,41
Спинно-поясничный отруб			
Длиннейшая мышца спины	82,88±0,21	65,66±0,45	10,11±0,22
Лопаточный отруб			
Трехглавая мышца	79,97±0,65	59,16±0,27	11,86±0,14
Подлопаточная мышца	89,08±0,25	58,60±0,30	11,76±0,58
Предостная мышца	78,04±0,19	59,78±0,44	11,63±0,45
Задняя и дельтовидная мышцы	80,96±0,44	59,97±0,75	11,99±0,32

Согласно полученным данным общее количество извлекаемых из мышечной ткани белков (от 149,45 до 160,57 мг/г) составляет от 76,40 до 81,68 % от их общего содержания. Максимальная степень извлечения около 40 % достигается при использовании буферного раствора с низкой ионной силой (0,15). При использовании данного буферного раствора в растворенное состояние в большем количестве переходят саркоплазматические белки: миоглобин, миоальбумин, белки миоеновой фракции, глобулин X, ферменты и частично миофибриллярные, в том числе легкие цепи миозина, кальмодулин, тропонин TnC.

Установлена низкая степень извлечения соле-растворимых белков, равная 30–35 %, что составляет 60 % от их предполагаемого содержания. Полученная зависимость с большой долей вероятности объясняется межмолекулярным взаимодействием белков при формировании сократительных и структурных элементов клетки – миофибрилл.

Вместе с тем следует отметить, что в мышцах тазобедренного отруба доля растворимых белков буферными растворами с низкой ионной силой (0,15) и с высокой ионной силой (0,5) не уступает значениям, характерным для длиннейшей мышцы спины. Растворимость белков трехглавой, предостной и дельтовидной мышц лопаточного отруба оказалась ниже растворимости белков длиннейшей

мышцы спины на 4,8 %, 5,8 %, 3,6 % соответственно. Полученные данные согласуются с данными исследованиями структурно-механических характеристик и водосвязывающей способности изучаемых мышц.

На основании изучения морфологического состава и проведенных гистологических исследований установлено, что исследуемые мышцы лопаточного, спинно-поясничного и тазобедренного отрубов соответствуют требованиям, предъявляемым к сырью высшего сорта, из которых целесообразно изготавливать в первую очередь продукты деликатесной группы, а именно сырокопченые и сыровяленые изделия.

Микроструктурные особенности, а также небольшие размеры заострой, предостной, задней и дельтовидной мышц статодинамического типа, имеющие более развитый перимизий, перистое строение, короткие мышечные волокна, определяют их химический состав и функционально-технологические свойства и ограничивают возможность использования для изготовления цельномышечной продукции. Использование такого сырья предпочтительно для выработки продуктов из измельченного мяса, технология которых предусматривает ферментацию измельченного сырья и получение реструктурированных продуктов, не подвергаемых нагреву.

Список литературы

1. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. – Введ. 2008-12-18. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. – 50 с.
2. Аграрные рынки: итоги 2015 г. и перспективы 2016 г. от ИКАР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ikar.ru/lenta/564.html#meat>.
3. Александренко, Т.В. Биологическая полноценность мяса диких оленей Сибири / Т.В. Александренко, В.Г. Шелепов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Барнаул, 5–6 февр. 2009 г. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – Кн. 3. – С. 10–12.
4. Дикие олени Алтайского края и перспективы их хозяйственного использования: монография / В.А. Охременко, С.С. Ли, С.В. Пишулин, В.Д. Ушаков. – Барнаул: Изд-во Упр. Россельхознадзора по Алтайскому краю и Республике Алтай, 2006. – 134 с.
5. Узаков, Я.М. Анализ мясной продуктивности и морфологического состава туш маралов / Я.М. Узаков, Л.А. Каимбаева // Мясная индустрия. – 2012. – № 4. – С. 44–46.
6. Осипова, М.О. Исследование и разработка ферментированного продукта ускоренного способа производства из мяса маралов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04: защищена 19.12.13 / Осипова Мария Олеговна. – Кемерово, 2013. – 20 с.
7. Узаков, Я.М. Использование мяса и субпродуктов маралов в производстве мясных изделий / Я.М. Узаков, Л.А. Каимбаева // Мясная индустрия. – 2015. – № 8. – С. 40–43.
8. Composition and some quality characteristic of the longissimus muscle of reindeer in Norway compared to farmed New Zealand red deer / E.C. Triumf, R.W. Purchas, M. Melnik et al. // Meat Sci. – 2012. – №1. – P. 122-129.
9. Wiklund, E. Seasonal variation in red deer (*Cervus elaphus*) venison (*M. longissimus dorsi*) drip loss, calpain activity, colour and tenderness / E. Wiklund, P. Dobbie, A. Stuart, R.P. Littlejohn // Meat Sci. – 2010. – №3. – P. 720-727.
10. Новая схема разделки говядины на отрубы / А.Б. Лисицын [и др.] // Мясная индустрия. – 2005. – № 4. – С. 41–43.
11. Nahar, M.K. Effect of Buffer and pH on the Protein Extraction for Chicken Meat/ M.K. Nahar, Z. Zakaria, U. Hashim // Advanced Materials Research. – 2013. – Vol. 795. – pp. 206-210.
12. Малафеев, Ю.М. Характеристика мышц грудной конечности у маралов / Ю.М. Малафеев, Н.И. Рядинская // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2006. – № 2 (22). – С. 39–42.
13. Малафеев, Ю.М. Характеристика некоторых мышц тазовой конечности маралов в связи с мясной продуктивностью / Ю.М. Малафеев, А.В. Полтев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 2 (52). – С. 40–42.

COMPREHENSIVE STUDY OF MARAL MEAT TO JUSTIFY ITS USE FOR MEAT DELICACY TECHNOLOGY

O.M. Myshalova*, G.V. Gurinovich, Yu.S. Gurikova

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

*e-mail: meat@kemtipp.ru

Received: 09.06.2016

Accepted: 20.07.2016

The meat of the Altai marals is an exclusive raw material for production of fermented meat products, as it has special dietary properties because of the large number of complete protein, low fat content, rich mineral composition and should be used for the production of delicacies. The aim of our research was to assess the technological value of different parts of the maral meat carcass, to select and justify the use of certain parts of meat butchering in the technology of uncooked smoked fermented products. Comprehensive assessment was carried out on the basis of tissue structure study, histological studies, nutritional value, physico-chemical and functional-technological properties of boneless meat of certain parts of a carcass and individual muscles. To determine parameters under study standard and original methods were applied. The results of determining the morphological structure and cut yield from the combined butchering of Altai marals are presented in the article. New data characterizing the ratio of muscular and connective tissue in certain muscles, and interrelated indices of food and biological value, structural and mechanical properties are indicated too. Technological properties of muscles of different nutritional value and composition of tissue, values of solubility of muscle proteins were studied. Based on the comprehensive research, recommendations on rational use of raw materials, among which is the premium class products manufacture including fermented uncooked smoked delicacies are given. It was found that for the manufacture of minced meat fermented products trans- and pre-spinal muscles of maral shoulder, back and deltoid muscles are particularly suitable, because they are small in size, have less developed perimysium, high degree of water-soluble and salt-soluble proteins extraction. All this best meets the needs of rational use of maral meat having high technological and biological potential.

Maral meat, butchering of maral carcass, fabric composition of maral meat, functional and technological properties, solubility of proteins, smoked products

References

1. MR 2.3.1.2432-08. Normy fiziologicheskikh potrebnoyey v energii i pischevykh veschestvakh dlya razlichnykh grupp nasele-niya Rossiyskoy Federatsii. Metodicheskiye rekomendatsii [Methodical recommendations 2.3.1.2432-08. Norms of physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of the Russian Federation]. Moscow, Federal'nyy tsentr gigiyeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2008. 50 p.
2. Agrarnyye rynki: itogi 2015 g. i perspektivy 2016 g. g. ot IKAR [Agricultural market: results of 2015 and prospects for 2016 by ICAR]. Available at: <http://ikar.ru/lenta/564.html#meat>. (accessed 20 February 2016).
3. Aleksandrenko T.V., Shelepov V.G. Biologicheskaya polnotsennost' myasa dikikh oleney Sibiri [Biological full value of meat of wild deer of Siberia]. *Materialy IV mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. «Agrarnaya nauka - sel'skomu khozyaystvu»* [Proc. of the IV Intern. Sci. and Prac. Conf. "Agrarian science – to agriculture"]. Barnaul, 2009, vol. 3, pp. 10–12.
4. Ohrenenko V.A., Lee S.S., Pishchulin S.V., Ushakov V.D. Dikiye oleni Altayskogo kraya i perspektivy ikh khozyaystven-nogo ispol'zovaniya [Wild deer of Altai Territory and the prospects for their practical use]. Barnaul, Rossel'-khoznadzora po Altayskomu Krayu i Respublike Altay Publ., 2006. 134 p.
5. Uzakov Ya.M., Kaimbaeva L.A. Analiz myasnoy produktivnosti i morfologicheskogo sostava tush maralov [Analysis of meat productivity and morphological composition of carcasses of maral meat]. *Myasnaya industriya* [Meat Industry], 2012, vol. 4, pp. 44–46.
6. Osipova O.M. Issledovaniye i razrabotka fermentirovannogo produkta uskorennoy sposoba proizvodstva iz myasa ma-ralov. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Research and development of the fermented product of the accelerated production method from meat of marals. Cand. eng. sci. thesis], Kemerovo, 2013. 20 p.
7. Uzakov Ya.M., Kaimbaeva L.A. Ispol'zovaniye myasa i subproduktov maralov v proizvodstve myasnykh izdeliy [The use of meat maral and offal of in the production of meat products]. *Myasnaya industriya* [Meat Industry], 2015, vol. 8, pp. 40–43.
8. Triumph E.C., Purchas R.W., Melnik M. et al. Composition and some quality characteristic of the longissimus muscle of reindeer in Norway compared to farmed New Zealand red deer. *Meat Sci.*, 2012, vol. 1, pp. 122–129.
9. Wiklund E., Dobbie P., Stuart A., Littlejohn R.P. Seasonal variation in red deer (*Cervus elaphus*) venison (*M. longissimus dorsi*) drip loss, calpain activity, colour and tenderness. *Meat Sci.*, 2010, vol. 3, pp. 720–727.
10. Lisitsyn A.B., Mittelshteyn T.M., Sus I.V., Neburchilova N.F., Bulychiev I.N. Novaya skhema razdelki govyadiny na ot-ruby [The new scheme of cutting beef cuts]. *Myasnaya industriya* [Meat Industry], 2005, vol. 4, pp. 41–43.
11. Nahar M.K., Zakaria Z., Hashim U. Effect of Buffer and pH on the Protein Extraction for Chicken Meat. *Advanced Mate-rials Research*, 2013, vol. 795, pp. 206–210.
12. Malafeev Y.M., Ryadinskaya N.I. Kharakteristika myshts grudnoy konechnosti u maralov [Characteristics of the muscles in the thoracic limbs marals]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural Uni-versity], 2006, vol. 2 (22), pp. 39–42.

13. Malafeev Yu.M., Poltev A.V. Kharakteristika nekotorykh myshts tazovoy konechnosti maralov v svyazi s myasnoy produktivnost'yu [Characteristica of some of the muscles of the pelvic limb marals in connection with the meat productivity]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2009, vol. 2 (52), pp. 40–42.

Дополнительная информация / Additional Information

Мышалова, О.М. Комплексные исследования мяса маралов для обоснования использования в технологии деликатесной продукции / О.М. Мышалова, Г.В. Гуринович, Я.С. Гурикова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 38–45.

Myshalova O.M., Gurinovich G.V., Gurikova Yu.S Comprehensive study of maral meat to justify its use for meat delicacy technology. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 38–45. (in Russ.).

Мышалова Ольга Михайловна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии мяса и мясных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

Гуринович Галина Васильевна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии мяса и мясных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

Гурикова Яна Сергеевна

аспирант кафедры технологии мяса и мясных продуктов, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

Olga M. Myshalova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology Meat and Meat Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

Galina V. Gurinovich

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of Department of Meat and Meat Products Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru

Yana S. Gurikova

Postgraduate Student of the Department of the Technology Meat and Meat Products, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-57, e-mail: meat@kemtipp.ru



КЛАССИФИКАЦИЯ СТИМУЛЯТОРОВ ЖИЗНЕННОЙ АКТИВНОСТИ ДРОЖЖЕЙ

А.В. Пермякова

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

e-mail: delf-5@ya.ru

Дата поступления в редакцию: 18.06.2016

Дата принятия в печать: 30.07.2016

Решение вопросов, связанных с повышением эффективности технологических процессов и обеспечением выпуска готовой продукции высокого качества, является актуальным для производств, основанных на использовании жизнедеятельности дрожжей-сахаромицетов. В работе указаны основные причины необходимости регулирования обмена веществ дрожжевой культуры, рассмотрены существующие на практике и предлагаемые приемы изменения ее метаболической активности. Цель исследования – создание с применением комплексного иерархически-фасетного метода системы классификации добавок/препаратов различного происхождения для повышения жизненной активности дрожжей путем корректировки состава питательной среды. В основе классификации лежит деление множества «добавки/препараты для повышения жизненной активности дрожжей» на подмножества, связанные с целевым использованием препарата, стадией его применения, химической и структурной организацией, достигаемыми конечными целями. Препараты разделены на группы разного предназначения: для восполнения среды недостающими соединениями и/или дополнительного обогащения биостимулирующими компонентами; для извлечения из среды нежелательных для развития дрожжей компонентов; препараты-стрессоры; антибактериальные препараты, создающие благоприятные условия для развития основной дрожжевой культуры; способствующие деградации биополимеров сырья и полупродуктов. Корректировка состава среды возможна на этапе подготовки дрожжей к ферментации, непосредственно на основной стадии технологического процесса, при выращивании чистой культуры, при хранении семенных дрожжей, на более ранних этапах производства путем обработки сырья или полупродуктов. Добавки/препараты могут быть по химической природе органические, неорганические, смешанные (комплексные) и получены путем химического или микробиологического синтеза либо иметь природное (естественное) происхождение. Предложенная классификация позволяет целенаправленно подходить к выбору препаратов, обеспечивающих изменение метаболической активности дрожжевой культуры за счет корректировки состава питательной среды.

Дрожжи, подкормки, активаторы, классификация

Введение

Физико-химические и органолептические показатели таких продуктов, как пиво, спирт, вино, квас, хлебопекарные дрожжи, а также эффективность технологических операций определяются не только качеством исходного сырья, но в огромной степени зависят от интенсивности обменных процессов используемой дрожжевой культуры. Физиолого-биохимическое состояние дрожжей и способность их адаптации к условиям конкретной среды существенно влияют на скорость и глубину потребления сухих веществ сусла, микробиологическую и коллоидную стабильность продукта, образование как основных продуктов спиртового брожения, так и вторичных и побочных компонентов, формирующих вкусоароматический профиль готового напитка.

Биосинтетические процессы, протекающие в дрожжевой клетке, чрезвычайно лабильны и достаточно легко поддаются регуляции. Поэтому, зная зависимость между конкретными условиями окружающей среды и теми или иными сторонами жизнедеятельности дрожжевой культуры, можно целенаправленно изменять ее рост, развитие и обмен веществ. Создание и поддержание определенных условий культивирования дрожжей позволяет управлять ходом ферментационного процесса.

В процессе производства в зависимости от принятой технологии разведения чистой культуры, осуществления брожения сусла, съема, хранения и подготовки к следующему циклу ферментации дрожжи подвергаются различным видам неблагоприятных воздействий. Выделяют стрессовые факторы, определяемые составом среды (концентрацией сухих веществ, содержанием кислорода, спирта, углекислоты, дефицитом питательных компонентов, наличием токсичных веществ) и условиями проведения вышеперечисленных процессов (температурным режимом, осмотическим и гидростатическим давлением) [1]. Каждый из рассмотренных ранее факторов может действовать самостоятельно, но чаще всего в совокупности с другими, что усугубляет существующие на предприятии проблемы, связанные с жизненной активностью дрожжей. Все это обязывает технологов для корректировки производственного процесса, нормального его протекания и получения готового продукта с соответствующими стандарту физико-химическими и органолептическими показателями применять различные способы активации дрожжей как жидких семенных, так и сухих препаратов после их регидратации.

Цель данного исследования – разработка классификации препаратов/добавок, используемых для изменения метаболической активности

дрожжевой культуры. Учет различных классификационных признаков (происхождение, химический состав, цели назначения, стадии использования и др.) препаратов/добавок позволяет целенаправленно подходить к выбору стимуляторов жизненной активности дрожжей и тем самым интенсификации основных технологических процессов и повышения качества готовой продукции.

Объект и методы исследования

Объект изысканий – результаты исследований отечественных и зарубежных авторов. В работе применяли методы сравнительного анализа, обобщения и систематизации данных литературы, совмещенный иерархически-фасетный метод классификации.

Результаты и их обсуждение

Для сглаживания и/или устранения стрессовых факторов, а также активизации жизнедеятельности дрожжевой культуры используют разные способы и приемы.

В ряде работ [2–4] на примере различных производств, использующих дрожжи, была сделана попытка классификации известных в настоящее время приемов, способствующих повышению метаболической активности культуры микроорганизмов. Проведем анализ некоторых из предложенных классификаций.

Все авторы выделяют два основных пути изменения физиолого-биохимических и технологических свойств дрожжей: химический и физический. Одни исследователи в первую группу включают использование ферментов, антимикробных препаратов, минеральных веществ (цинка, железа, меди, селена), витаминов, специальных подкормок для дрожжей [2]. Другие авторы [4] вычленили следующие подгруппы добавок: минеральные (диоксид кремния, соли аммония, марганца, калия, магния, фосфора, цинка), органические (кислород, гидролизаты, автолизаты микробной клеточной биомассы, органические кислоты, различные виды растительного сырья, продукты и отходы переработки молока), минерально-органические (сочетание неорганических солей, аминокислот, витаминов; комплекс солей и биомассы микроорганизмов; смесь инактивированных дрожжей с природными минералами). Ж. Рибери-Гайон, Э. Пейно указывают на использование для стимуляции размножения дрожжей и активизации процесса ферментации на примере виноградно-сусле факторов роста (витаминов группы В) и активаторов брожения. К последним отнесены промежуточные продукты сбраживания (к примеру, ацетальдегид и пировиноградная кислота), стерилы (необходимы только в анаэробных условиях), жирные кислоты с длинной цепью (их действие равноценно влиянию биотина), экстракты дрожжей, вещества, извлеченные из некоторых плесневых грибов.

Вторая группа способов повышения жизненной активности дрожжей включает виды физической обработки как единичными факторами: температурой, излучением (оптическим, ультрафиолетовым, ультразвуковым), электромагнитным полем, электрическим током (постоянным или переменным),

гидро- или аэроионизацией, так и комплексным их воздействием: молекулярным кислородом и магнитным полем; отрицательно заряженными частицами (включая кислород в ионной форме) и током постоянной частоты; электронно-ионным. В работе [4] к физическим методам активации жизнедеятельности дрожжей, помимо ряда вышеприведенных, отнесены лазерная обработка и механическая (путем перемешивания, роторно-пульсационного воздействия). Подробная классификация физических методов воздействия на пищевые продукты, основанная на принципе непрерывности спектра электромагнитных волн, разработана академиком И.А. Роговым [3].

Кроме этого, выделяют третью группу способов, являющуюся комбинацией в различных сочетаниях первых двух (химических и физических) [2, 4].

Несмотря на то что физические методы активации не предполагают использования каких-либо химических, посторонних веществ и это является их преимуществом, они не нашли широкого распространения, так как требуют специальной, порой дорогостоящей аппаратуры, их сложно применить к большим объемам производства. Остановимся более подробно на рассмотрении приемов повышения жизненной активности дрожжевой культуры путем воздействия химическими веществами.

Одним из широко используемых средств изменения физиологических и технологических свойств дрожжей в практике пивоварения, в спиртовой, винодельческой, дрожжевой промышленности является применение так называемых подкормок («питания» для дрожжей). Краткая характеристика некоторых препаратов представлена в табл. 1 [5–7].

Препараты способствуют стимулированию размножения и роста клеток, повышению их активности, улучшению транспорта питательных веществ, более полному сбраживанию экстрактивных веществ среды, усиливают устойчивость дрожжей против стрессовых факторов, включая высокие концентрации спирта, низкие температуры, дрожжевые токсины, остатки средств защиты растений. За счет сбалансированной подачи минеральных компонентов происходит активация ферментов дрожжей. Присутствие в некоторых препаратах дрожжевых оболочек или волокон целлюлозы улучшает массообмен между клеткой и питательной средой, способствует адсорбции токсичных для дрожжей веществ. Наличие в подкормке «Экстра Хидер» пропиленгликольальгината обеспечивает дополнительный эффект, связанный с улучшением пенистых свойств пива.

Внесение препаратов в зависимости от типа (состава) осуществляется в основном в сусло перед введением дрожжей, в производстве пива, помимо этой стадии, – при кипячении сусле с хмелем (за 10–15 минут до окончания процесса). Дозирование питания для дрожжей проводят чаще всего в один прием (в начале брожения), в некоторых случаях предусмотрено дробное введение.

Приведенные в табл. 1 дрожжевые подкормки разрешены к применению в соответствии с ныне существующими законодательными нормами. Несмотря на достаточно высокую эффективность действия приведенных выше препаратов, нужно обратить внимание на то, что в составе многих из них

присутствуют минеральные компоненты в виде химических солей и синтетические витамины. Кроме того, производят эти добавки за рубежом и поступление в нашу страну идет по импорту.

Наряду с подкормками, выпускаемыми в промышленных масштабах, предлагается использование и других стимуляторов и активаторов ме-

таболизма дрожжей и тем самым ускорения технологических процессов и повышения качества готового продукта. Анализ обобщенных данных литературы по применению различного рода добавок в производстве пива, спирта, вина, дрожжевой промышленности, хлебопечении показывает следующее.

Таблица 1

Характеристика пищевых дрожжевых подкормок

Наименование препарата / Производитель	Состав препарата
Сульфат цинка / Murphy & Son LTD, Великобритания	98,5 % гептагидрата цинка ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)
Родия Зумесит / Murphy & Son LTD	Смесь фосфата диаммония и метабисульфита калия
Истекс / I.E.Siebel Son's Company, США	Смесь фосфата диаммония, сульфатов марганца и цинка
Тиамин / Институт Энологии, Франция	Витамин B_1
Истфилд / S.C. Core S.A., Румыния	Смесь неорганических веществ (фосфата диаммония, метабисульфита калия, сульфатов марганца и цинка), аминокислот (аланина, лейцина, серина), дисперганта
Алкотен / Murphy & Son LTD	Смесь аминокислот и витаминов группы В
Витамон® Комби / Эрбслё Гайзенхайм АГ, Германия	Фосфат диаммония и тиамин
Иноферм / Институт Энологии	Сульфат аммония и тиамин
Витамон Ультра / Эрбслё Гайзенхайм АГ	Смесь автолизата дрожжей, фосфата диаммония и тиамина
Хай-Вит / Hydralko Hydrocolloide GmbH, Германия	Смесь неорганических веществ (фосфата диаммония, сульфатов марганца и цинка), витаминов группы В, аминокислот (аспарагиновой, аспартамовой, глутаминовой) и пептона
Ист-Вит / Murphy & Son LTD	Смесь неорганических веществ, микроэлементов (цинка, марганца, калия, магния, йода), витаминов (B_1 , B_2 , B_6 , Н), миоинозита, производных витаминов РР и B_5 , аминокислот
Истлайф экстра / Murphy & Son LTD	Смесь пептонов, 13 аминокислот, минералов и 7 витаминов
Помощь для дрожжей / Murphy & Son LTD	Экстракт автолизированных дрожжей с цинком и медью
Фермивит В / Институт Энологии	Инактивированные дрожжи, целлюлоза и инертные оболочки
Экстра Хидер / Murphy & Son LTD	Смесь неорганических солей, витаминов и микроэлементов в сочетании с пропиленгликольальгинатом
Витамон® СЕ / Эрбслё Гайзенхайм АГ	Фосфат диаммония, витамин B_1 , клеточные стенки дрожжей, целлюлоза
ВитаФерм® Ультра Ф3 / Эрбслё Гайзенхайм АГ	Дезактивированные дрожжи (источник аминокислот, пептидов, маннопротеинов и других адсорбирующих полимеров, витаминов, ненасыщенных жирных кислот и стеролов), фосфат диаммония, витамин B_1

Источником ростовых веществ и биостимуляторов для дрожжей является в большинстве случаев сырье растительного [8–11], реже животного, происхождения [12–14], включая гидробионты (в частности, морские водоросли) [15, 16]. Помимо исходного сырья как такового, часто используются отходы (или продукты их переработки) различных отраслей промышленности: солодовенной (вытяжка из солодовых ростков), пивоваренной (пивная дробина, избыточные пивные дрожжи и получаемые из них препараты – гидролизаты, ферментализаты, автолизаты, плазмоллизаты и т.п.) [15, 17], спиртовой (послеспиртовая барда, гидролизная барда, остаточные дрожжи) [12, 18], крахмало-паточной (кукурузный экстракт, картофельный сок), консервной (капустный и морковный отвары, выжимки яблок, шиповника, арбуза и т.п.) [11], винодельческой (семена, кожица винограда) [11], молочной (сыворотка творожная или подсырная) [12, 13], чайной (экстракты из отходов чая), птицеперерабатывающей (мясо-перьевая мука), продукты и отходы пантового оленеводства [14], сельского хозяйства (экстракт из фасоли, гидролизат пшеничной соломы и отрубей и т.п.) и др.

Создание современных прогрессивных технологий получения спирта и пива на основе высококонцентрированных сред требует необходимо-

сти применения физиологически активных рас дрожжей с осмофильными свойствами, которые позволяют осуществить сбраживание плотного сула. Обеспечивают термо- и осморезистентность, а также развитие защитных реакций (адаптацию) на стресс, интенсификацию клеточного обмена дрожжей применение химических аналогов микробных ауторегуляторов С7-АОБ, С12-АОБ, относящихся к алкилоксибензолам [19, 20]. С этой же целью другие исследователи применяют перекись водорода [21], внеклеточную щелочную РНКазу (бактериальную или панкреатическую) [22].

Олигосахарид пизамин, являющийся природным антивитамином пантотеновой кислоты, способствует увеличению синтеза биологически активных веществ, в том числе и глутатиона, стимулирующих рост культуры с сокращением лаг-фазы и инактивирующих антивитамин [23].

В качестве дополнительного источника в первую очередь минеральных веществ разные исследователи предлагают использовать как природное сырье – цеолитсодержащие туфы и глинистые минералы (самостоятельно или совместно с другими стимуляторами) [4, 14], кремнистые породы (песок бархана Сарыкум) [24], геотермальную минеральную воду нефенольного класса [25], так и химические соеди-

нения – в виде солей (сульфатов аммония, цинка, железа, селена, хлорида калия, фосфата диаммония, наночастиц меди, цинка, железа) [5–7, 26] или металлоорганических комплексов (аквакомплексов: цинка с глутаминовой кислотой, магния с аспарагиновой кислотой, марганца с метионином, кальция с фосфатом; селеноцистеина) [27].

Широкое применение находят органические кислоты, особенно янтарная кислота, являющаяся природным метаболитом живых организмов, повышающим энергетические и антиоксидантные возможности клетки [15, 28, 29].

В качестве активных антиоксидантов (ингибиторов свободно-радикального окисления) фенольной природы, обладающих ростостимулирующим действием, предлагается использовать фенозанкислоту и ее соли (натриевую, калиевую) [30] или источники полифенольных соединений – экстракты аралии, облепихи [10].

Создание благоприятных условий для жизнедеятельности дрожжевой культуры возможно и на основе эффективного подавления посторонней для данного производства микрофлоры, в частности, добавлением в сусло-дрожжевую суспензию коллоидного раствора наночастиц серебра [26].

Изменение состава питательной среды может идти не только обогащением какими-либо добавками непосредственно перед проведением ферментации, но и другими приемами, причем на более ранних стадиях технологического процесса: частичной или полной заменой основного исходного сырья на нетрадиционное для данного производства (использование амаранта, топинамбура) [9], обработкой сырья механическим или биохимическими способами. Например, для повышения стрессоустойчивости культуры к высоким значениям осмотического давления среды и температуры брожения в ряде работ корректируют состав сусла на стадии его получения (при осахаривании – в спиртовом производстве, при затирации – в пивоварении) за счет добавления ферментных препаратов, в первую очередь протеолитического действия [12]. Драгуновой с соавторами [31] показано, что дезинтеграция зернового сырья путем ультратонкого измельчения, наряду с низким температурным воздействием на него, увеличивает доступность и сохранность важных для питания дрожжей компонентов, вследствие чего микробная биомасса накапливается в большей степени в сравнении со стандартной глубиной механического разрушения. В производствах, где одним из основных видов сырья является вода, ее обработка с целью умягчения, обезжелезивания, обеззараживания, извлечения токсичных элементов также оказывает влияние на химический состав сусла и в дальнейшем на жизненную активность дрожжей.

Воздействие на состав будущей среды сбраживания возможно и на этапе выращивания растительного сырья. Иллюстрацией является применение при выращивании винограда (зерновых, овощных, плодово-ягодных культур) силепланта – кремнийсодержащего удобрения, регулятора роста, способствующего снижению пестицидной нагрузки, увеличению общего содержания аминокислот, что в дальнейшем приводит к стимуляции размно-

жения дрожжей, положительно отражается на органолептических характеристиках вина [32].

Помимо внесения в сусло собственно источников необходимых дрожжам питательных и ростовых веществ, нужно выделить еще один путь корректирования количественного и качественного содержания компонентов питательной среды – использование сорбционных материалов [4, 5, 7, 33–35]. К таковым относятся препараты, полученные из клеточных оболочек дрожжей (в частности, ОД) [5, 7, 33], лиофилизированные дрожжи [34], природные цеолитсодержащие и глинистые минералы [4], углеродные и целлюлозные волокна [7, 35], позволяющие извлекать из среды культивирования нежелательные, токсичные для дрожжевых клеток вещества (тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, микотоксины, продукты жизнедеятельности самих дрожжей).

Изменение физиологических, биохимических, технологических свойств дрожжей может идти по такому направлению, как включение непосредственно в микробную клетку каких-то химических элементов (цинка, меди, йода, селена) [6].

Существующие классификации охватывают лишь часть возможных классификационных признаков, не позволяя в полной мере понять, к какой группе можно отнести активатор в плане его состава, вида, стадии использования в производстве и получения конечного эффекта. Исходя из анализа публикаций, приведенных выше, нами предлагается классификация химических добавок/подкормок для стимулирования жизнедеятельности дрожжей путем корректировки состава питательной среды. В основу классификации положены три основные группы признаков: функционально-целевые, или телеологические (отражают назначение объекта, выполняемые им функции, цели применения и способы использования); генетические (характеризуют происхождение объекта, исходные материалы и сырье, основные компоненты химического состава); технологические (указывают на способ и процессы производства, особенности конструкции, рецептуры, степень обработки).

В группе (множестве) объектов «добавки/препараты для повышения жизненной активности дрожжей» сходной чертой является достижение общих целей (конкретных или их совокупности в зависимости от рассматриваемого производства): улучшение физиологических показателей дрожжевой культуры (количество клеток почкующихся, нежизнеспособных, с запасом резервных веществ), ее технологических свойств (бродильной активности, флокуляционной способности, скорости сбраживания); повышение ферментативной активности клеток; перестройка направленности обмена веществ клеток (с конструктивного на энергетический и наоборот, аэробного на анаэробный); адаптация дрожжевой популяции к неблагоприятным или стрессовым факторам среды; интенсификация процессов брожения (потребление сахаров, образование спирта, сокращение длительности стадии); изменение показателей готовой продукции (количественного и качественного состава вкусоарома-

тических веществ, уровня безопасности, устойчивости к помутнениям).

Для дальнейшего деления указанного множества на подмножества и ступени важно рассмотреть два аспекта: структурную характеристику добавок/препаратов и технологическую, связанную с направленностью их воздействия на объект производства в целом и его составные части. В данном случае структурный аспект будет включать в себя генетические и технологические классификационные признаки, технологический аспект – телеологические признаки.

Выделим следующие подмножества в зависимости:

- от различий по основному целевому назначению:

- препараты, предназначенные для восполнения среды недостающими соединениями и/или дополнительного обогащения биостимулирующими компонентами;

- препараты, предназначенные для извлечения из среды нежелательных для развития дрожжей компонентов;

- препараты-стрессоры, способствующие формированию устойчивости дрожжевой популяции к негативным условиям среды;

- антибактериальные препараты, обеспечивающие подавление посторонней микрофлоры и тем самым создающие благоприятные условия для развития основной дрожжевой культуры;

- препараты, способствующие деградации биополимеров сырья, полупродуктов и делающие их более доступными для дрожжей (ферменты и ферментные препараты);

- от этапа (стадии) производства, где проводят корректировку состава среды:

- чаще всего это происходит на этапе подготовки дрожжей (семенных, засевных, сухих) к ферментации;

- либо непосредственно на основной стадии технологического процесса (брожении) путем внесения добавки в сусло до введения дрожжей (при необходимости дополнительно в ходе сбраживания);

- при выращивании чистой культуры (ЧКД);

- при хранении семенных дрожжей;

- или на более ранних этапах путем обработки сырья (допустим, воды), полупродуктов (затвора при затирании, сусла при осахаривании, кипячении с хмелем, осветлении охмеленного сусла);

- от химической природы добавки/препарата:

- органические (например, витамины, аминокислоты);

- неорганические (соли аммония, цинка, природные минералы, углеродное волокно);

- смешанные (содержат комплекс органических и неорганических веществ – молочная сыворотка, микробная биомасса);

- от происхождения:

- полученные путем химического или микробиологического синтеза (гетероциклические азот- и серосодержащие вещества, фенозан-кислота и ее соли, витамины, органические кислоты, неорганические соли, алкилоксибензолы);

- имеющие природное (естественное) происхождение (растительное, животное, микробное, минеральное сырье). В этом случае природный источник каких-то веществ используется либо непосредственно, то есть в нативном виде – без обработки (природные аломосиликаты, геотермальная вода), или подготовка не подразумевает изменения его химического состава и сводится к процессам, например, мойки, сушки, измельчения (кожица винограда и его семян, выжимки яблок, арбуза, амарантовая мука), или в переработанном – после извлечения из него различными приемами (экстракцией, ферментативной обработкой, модификацией химическими агентами и т.п.) конкретных соединений или их комплекса. В данной подгруппе можно выделить также применение местного сырья, нетрадиционного (для конкретного производства), побочных и вторичных продуктов пищевой промышленности, сельхозпроизводства и животного-водства;

- от состава (компонентности):

- на простые, состоящие из одного вещества (соединения) (к примеру, витамин В₁, сульфат цинка, перекись водорода, кислород, озон, наночастицы серебра);

- и сложные, включающие конкретную группу веществ: азотистых (аминокислоты, белки), минеральных (смесь неорганических солей), витаминов (в основном группы В), липидов и липидоподобных соединений (ненасыщенные жирные кислоты, стерин) и др.

В структурной организации сложных по составу препаратов, в первую очередь дрожжевых подкормок (табл. 1), можно вычленивать одно-, двух- и многокомпонентные. Под этим подразумевается, что добавка представляет собой смесь либо простых единичных веществ: например, только минеральных (Родия Зумесит, цеолитосодержащие туфы), либо комплекс различных групп соединений: минералов и витаминов (Иноферм), азотистых веществ и витаминов (Алкотен), минералов и аминокислот (Истфилд), витаминов, аминокислот и минералов (Хай-Вит, Ист-Вит). В последнем случае к ним могут вводить какие-либо специфические добавки (адсорбенты, стабилизаторы и др.), обеспечивающие дополнительные эффекты в ходе технологического процесса (Фермивит, Экстра-Хидер). Если речь идет о добавках растительного, животного, микробного происхождения, то здесь можно выделить подгруппы с количественным преобладанием в химическом составе одной или двух групп веществ или содержащих какие-то соединения в минорных количествах, но, несмотря на это, оказывающих высокий стимулирующий эффект.

В обобщенном виде классификация представлена на рис. 1.

В пределах одной группы подмножества есть препараты однотипного назначения, но предназначенные к использованию на разных стадиях технологического процесса. Препараты могут обладать общими генетическими признаками, но разнонаправленным действием (назначением), быть многоцелевыми, являясь, с одной стороны, источником, например, макро- и микроэлементов, с другой стороны, выполняя роль сорбента токсичных веществ (природные минералы).

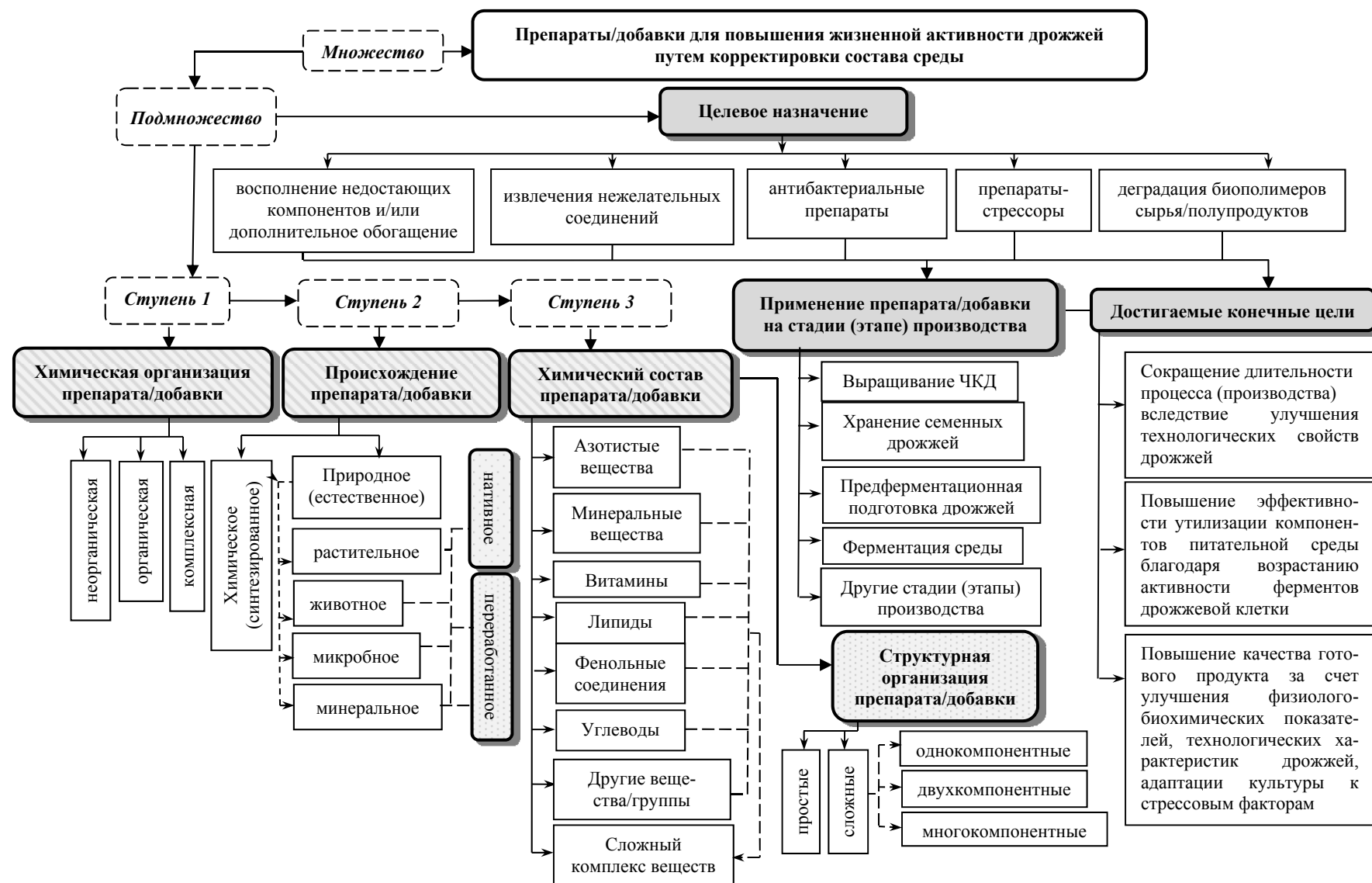


Рис. 1. Классификация препаратов для повышения жизненной активности дрожжей:
 блоки классификационных признаков: — телеологический; — генетический; — технологический

Используя данную классификацию, технолог более четко представляет, для каких целей предназначен препарат, на какой стадии его можно и нужно применять, решает вопрос: отдать предпочтение добавке, полученной химическим путем (что порой вызывает сомнение в плане гигиенической безопасности), или остановить свой выбор на природных источниках, содержащих совокупность ценных биологически активных веществ, обратить внимание на препараты импортного производства или

использовать свои местные сырьевые ресурсы или отходы пищевых производств.

Таким образом, анализ значения классификационных признаков способствует решению вопросов, связанных с коррекцией состава среды (ферментации, хранения, суспендирования) и изменением тем самым физиолого-биохимических свойств дрожжей и хода технологического процесса, что в конечном итоге отражается на качестве готового продукта.

Список литературы

1. Аннемюллер, Г. Дрожжи в пивоварении / Г. Аннемюллер, Г.-Й. Мангер, П. Литц. – СПб.: Профессия, 2015. – 428 с.
2. Глущенко, Л.Ф. К вопросу об управлении жизнедеятельностью микроорганизмов (на примере дрожжей) / Л.Ф. Глущенко, Н.А. Глущенко. – Издательство «Академия Естествознания», 2010. – 49 с.
3. Рогов, И.А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов / И.А. Рогов. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988. – 582 с.
4. Русских, Р.В. Обеспечение качества пива путем регулирования формирующих его факторов в процессе брожения: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Р.В. Русских. – Кемерово, 2012. – 170 с.
5. www.erbsloeh.com
6. www.murphyandson.co.uk
7. <http://www.vitis.ru/docs/stacen.doc>
8. Румянцева, В.В. Применение продуктов ферментализации зерна овса для активации прессованных хлебопекарных дрожжей / В.В. Румянцева, Т.Н. Шеламова, Д.А. Орехова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 10. – С. 46–51.
9. Технологические аспекты использования растительного сырья в качестве активаторов броильных процессов / Л.Ч. Гагиева, Б.Г. Цугкиев, Л.Б. Дзантиева, О.Н. Макиев // Пиво и напитки. – 2011. – № 2. – С. 28–29.
10. Палагина, М.В. Влияние биостимуляторов дальневосточных растений на физиологическую активность пивоваренных дрожжей / М.В. Палагина, К.А. Дреко, Н.Г. Плехова // Пиво и напитки. – 2011. – № 2. – С. 33–35.
11. Хлебобулочные изделия, обогащенные биологически активными добавками на основе растительного сырья: монография / Ю.И. Марковский, Н.Н. Корнен, Т.В. Першакова, А.А. Шипанова. – Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2006. – 100 с.
12. Федюшкина, И.Л. Интенсификация процессов сбраживания суслу путем активации спиртовых дрожжей: автореф. дис. ... канд. техн. наук / И.Л. Федюшкина. – Кемерово, 2005. – 16 с.
13. Активация пивных дрожжей / В.А. Помозова, Л.В. Пермякова, Е.А. Сафонова, В.В. Артемасов // Пиво и напитки. – 2002. – № 2. – С. 26–27.
14. Применение новых видов пищевых подкормок для дрожжей в производстве пива / Л.В. Пермякова, В.А. Помозова, А.А. Павлов, С.И. Хорунжина // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 46–52.
15. Гребенчиков, В.А. Использование активаторов дрожжей при производстве кваса / В.А. Гребенчиков, М.В. Гернет // Пиво и напитки. – 2003. – № 3. – С. 34–37.
16. БАД из морских гидробионтов к пище как модулятор жизнедеятельности дрожжей и оптимизация хлебопечения / Т.К. Каленик, Л.Н. Федянина, Е.С. Смертина, С.В. Карасева // Хлебопечение России. – 2010. – № 5. – С. 25–26.
17. Хныкин, А.М. Разработка метода активации сухих пивоваренных дрожжей для заводов малой мощности / А.М. Хныкин, А.И. Садова, А.М. Тимаев // Пиво и напитки. – 2012. – № 2. – С. 12–16.
18. Активирующий эффект воздействия дрожжевого экстракта на клетки *Saccharomyces cerevisiae* / О.Ю. Бодрова, А.Н. Кречетникова, Н.Г. Ильяшенко, Л.Н. Шабурова // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2006. – № 3. – С. 29–30.
19. Разработка способов защиты пивоваренных дрожжей от осмотического стресса / И.А. Конаныхина, Е.Ф. Шаненко, Ю.А. Николаев, Г.И. Эль-Регистан // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 3. – С. 40–41.
20. Lu, F. Adaptive response of *Saccharomyces cerevisiae* to hyperosmotic and oxidative stress / F. Lu, Y. Wang, D. Bai, L. Du // Process Biochemistry. – 2005. – Vol. 40. – Pp. 3614–3618.
21. Ямашев, Т.А. Влияние предварительной активации дрожжей пероксидом водорода на их адаптацию к осмотическому стрессу / Т.А. Ямашев, О.А. Решетник // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 11. – С. 312–316.
22. Шихова, М.Н. Некоторые аспекты промышленного производства дрожжей / М.Н. Шихова, И.Е. Соколова // Вісник Дніпропетровського університету. – 2005. – № 3/1. – С. 290–294.
23. Смашевский, Н.Д. Функционально-биохимические изменения дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* красnodарской расы, индуцированные адаптацией к пизамину природному антивитамину пантотеновой кислоты из проростков гороха / Н.Д. Смашевский // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 1. – С. 25–30.
24. Абрамов, Ш.А. Морфобиологические свойства дрожжей рода *Saccharomyces* на кремнийсодержащих средах / Ш.А. Абрамов, О.К. Власова, С.Ц. Котенко // Виноделие и виноградарство. – 2008. – № 4. – С. 14–15.
25. Влияние стимулятора биосинтеза этанола – геотермальной воды на морфологические особенности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в различных условиях культивирования / Э.А. Халилова, Ш.А. Абрамов, С.Ц. Котенко, Э.А. Исламгамедова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 8. – С. 44–46.
26. Баландин, Г.В. Применение наночастиц серебра для обеспечения безопасности дрожжей рода *Saccharomyces* / Г.В. Баландин // Пиво и напитки. – 2015. – № 5. – С. 8–12.
27. Шишков, Ю.И. Регулирование метаболизма дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / Ю.И. Шишков // Индустрия напитков. – 2008. – № 2. – С. 52–55.

28. Активация пивных дрожжей смесью органических кислот / А.А. Павлов, В.А. Помозова, Л.В. Пермякова, А.Л. Верещагин // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.science-education.ru/111-10553> (дата обращения: 29.10.2013).
29. Влияние янтарной кислоты на метаболизм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / Л.Н. Крикунова, С.М. Рябова, В.А. Песчанская, Л.М. Урусова // Пиво и напитки. – 2015. – № 1. – С. 36–38.
30. Влияние антиоксидантов на рост и биотехнологические свойства хлебопекарных дрожжей / З. Мингалеева, О. Старовойтова, С. Борисова, О. Решетник // Хлебопродукты. – 2008. – № 6. – С. 46–47.
31. Драгунова, Ю.Е. Влияние степени измельчения зернового сырья и предварительной активации дрожжей на выход спирта / Ю.Е. Драгунова, Н.А. Атыкян, В.В. Ревин // Вестник ОГУ. – 2012. – № 10 (146). – С. 72–77.
32. Кукушкин, А.В. Влияние регуляторов роста и биологически активных препаратов нового поколения на аминокислоты в винах / А.В. Кукушкин, А.К. Раджабов, А.Л. Марутян // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 5. – С. 22–23.
33. Карпенко, Д.В. Способы активации дрожжей при сбраживании плотного сусла / Д.В. Карпенко, Е.О. Чуланов // Пиво и напитки. – 2008. – № 5. – С. 26–27.
34. Palomero, F. Reduction of wine 4-ethylphenol concentration using lyophilised yeast as a bioadsorbent: influence on anthocyanin content and chromatic variables / F. Palomero, K. Ntanos, S. Benito, J.A. Suarez-Lepe // European Food Research and Technology. – 2011 (232). – № 6. – P. 971–977.
35. Пат. RU № 2527071. Способ сбраживания пивного сусла / Пермякова Л.В., Хорунжина С.И.; заявитель и патентообладатель Кемеровский технол. ин-т пищ. пром-ти. – № 2013123079/10; заявл. 20.05.2013; опубли. 27.08.2014.

CLASSIFICATION OF PREPARATIONS TO PROMOTE YEAST VITAL ACTIVITY

L.V. Permyakova

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

e-mail: delf-5@ya.ru

Received: 18.06.2016

Accepted: 30.07.2016

Problems concerning the efficiency of production processes and manufacturing high quality goods are important for productions based on the activity of *Saccharomyces cerevisiae*. The paper identifies major reasons for the need to regulate yeast culture metabolism, considers existing practice and proposed methods of changing its metabolic activity. The purpose of the research is to create the classification of the supplements / preparations of different origin to improve yeast vital activity by adjusting its culture medium composition with the use of complex hierarchical faceted method. The classification is based on the division of the set of "supplements / preparations to enhance yeasts vitality" into subsets related to the intended use of the preparation, stage of its application, chemical and structural organization, and ultimate goals. Preparations are divided into groups for various purposes: to fill in the medium with missing compounds and / or additional enrichment with biostimulating components; to extract undesirable components from the medium for the yeast development; preparations-stressors; antibacterial agents, creating favorable conditions for the development of basic yeast culture; contributing to the degradation of raw material biopolymers and intermediates. Medium composition adjustment is possible at the stage of preparation the yeast for fermentation, directly at the main step of the technological process, during pure culture growing and seed yeast storage, at earlier stages of manufacture by processing raw materials or intermediates. According to chemical nature supplements / preparations can be organic, inorganic, mixed (complex) ones and those obtained by chemical or microbial synthesis or be of natural origin. This classification enables a more targeted approach to choosing preparations that provide the change of metabolic activity of the yeast culture by adjusting the composition of the culture medium.

Yeast, culture medium, promoters, classification

References

1. Annemiuller G., Manger G.-I., Litts P. *Drozhzhi v pivovarenii* [Yeast in brewing]. St. Petersburg, Professija Publ., 2015. 428 p.
2. Glushhenko L.F., Glushhenko N.A. *K voprosu ob upravlenii zhiznedejatel'nost'yu mikroorganizmov (na primere drozhzhey)* [To the management activity of microorganisms (for example yeast)]. Penza, Natural Science Academy Publ., 2010. 49 p.
3. Rogov I.A. *Elektrofizicheskie metody obrabotki pishchevykh produktov* [Electrophysical methods of food processing]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988. 582 p.
4. Russkikh, R.V. *Obespechenie kachestva piva putem regulirovaniya formiruyushchikh ego faktorov v protsesse brozheniya*. Diss. kand. tekhn. nauk [Ensuring the quality of beer by adjusting its forming factors in the fermentation process. Cand. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2012. 170 p.
5. *Erbslöh Geisenheim AG*. Available at: <http://www.erbsloeh.com> (accessed 30 April 2016).
6. *Murphy & Son Limited*. Available at: <http://www.murphyandson.co.uk> (accessed 28 April 2016).
7. *Vinogradarstvo i vinodelie v Krasnodarskom krae* [Viticulture and winemaking in the Krasnodar region]. Available at: <http://www.vitis.ru/docs/stacen.doc> (accessed 30 April 2016).

8. Rumyantseva V.V., Shelamova T.N., Orekhova D.A. Primenenie produktov fermentoliza zerna ovsa dlya aktivatsii pressovannykh khlebopekarnykh drozhzhey [Product Applications fermentative grain oats to activate the compressed baker's yeast]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2009, no. 10, pp. 46–51.
9. Gagieva L.Ch., Tsugkiev B.G., Dzantieva L.B., Makiev O.N. Tekhnologicheskie aspekty ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya v kachestve aktivatorov brodil'nykh protsessov [Aspects of technology use vegetable raw materials as activators of fermentation processes]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2011, no. 2, pp. 28–29.
10. Palagina M.V., Drekkov K.A., Plehova N.G. Vliyanie biostimulyatorov dal'nevostochnykh rasteniy na fiziologicheskuyu aktivnost' pivovarenykh drozhzhey [Influence of biostimulators Far East plants on the physiological activity of brewing yeast]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2011, no. 2, pp. 33–35.
11. Markovskiy Yu.I., Kornen N.N., Pershakova T.V., Shchipanova A.A. *Khlebobulochnye izdeliya, obogashchennye biologicheski aktivnymi dobavkami na osnove rastitel'nogo syr'ya* [Bakery products, enriched with biologically active additives based on vegetable raw materials]. Krasnodar, KubSTU Publ., 2006. 100 p.
12. Fedyushkina I.L. *Intensifikatsiya protsessov sbrazhivaniya susla putem aktivatsii spirtovykh drozhzhey. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Intensification of processes of fermentation of the wort by activating the alcohol yeast. Cand. eng. sci. thesis]. Kemerovo, KemiFST Publ., 2005. 16 p.
13. Pomozova V.A., Permyakova L.V., Safonova YE.A., Artemasov V.V. Aktivatsiya pivnykh drozhzhey [Activation of brewer's yeast]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2002, no. 2, pp. 26–27.
14. Permyakova L.V., Pomozova V.A., Pavlov A.A., Khorunzhina S.I. Primenenie novykh vidov pishchevykh podkormok dlya drozhzhey v proizvodstve piva [The application of new types of food nutrients for the yeast in beer production]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 2, pp. 46–52.
15. Grebenchikov V.A., Gernet M.V. Ispol'zovanie aktivatorov drozhzhey pri proizvodstve kvasa [The use of activators of yeast in the production of kvass]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2003, no. 3, pp. 34–37.
16. Kalenik T.K., Fedyanina L.N., Smertina Ye.S., Karaseva S.V. Biologicheskiye aktivnyye dobavki iz morskikh gidrobi-ontov k pishche kak modulyator zhiznedeyatel'nosti drozhzhey i optimizatsiya khlebopecheniya [Supplements made of marine aquatic food like yeast modulator of life and optimization of the baking]. *Khlebopechenie Rossii* [Bakery Russia], 2010, no. 5, pp. 25–26.
17. Khnykin A.M., Sadova A.I., Timaev A.M. Razrabotka metoda aktivatsii sukhikh pivovarenykh drozhzhey dlya zavodov maloy moshchnosti [Development of a method of activation of dry brewing yeast for small power plants]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2012, no. 2, pp. 12–16.
18. Bodrova O.Yu., Krechetnikova A.N., Il'yashenko N.G., Shaburova L.N. Aktiviruyushchiy effekt vozdeystviya drozhzhevogo ekstrakta na kletki *Saccharomyces cerevisiae* [Activating effect of yeast extract on the cells of *Saccharomyces cerevisiae*]. *Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdeliy* [Production of alcohol and alcoholic beverages], 2006, no. 3, pp. 29–30.
19. Konanykhina I.A., Shanenko E.F., Nikolaev Yu.A., El'-Registan G.I. Razrabotka sposobov zashchity pivovarenykh drozhzhey ot osmoticheskogo stressa [Developing ways to protect the brewing yeast from osmotic stress]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2007, no. 3, pp. 40–41.
20. Lu F., Wang Y., Bai D., Du L. Adaptive response of *Saccharomyces cerevisiae* to hyperosmotic and oxidative stress. *Process Biochemistry*, 2005, vol. 40, pp. 3614–3618.
21. Yamashev T.A., Reshetnik O.A. Vliyanie predvaritel'noy aktivatsii drozhzhey peroksidom vodoroda na ikh adaptatsiyu k osmoticheskomu stress [Effect of pre-activation of yeast with hydrogen peroxide on their adaptation to osmotic stress]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2010, no. 11, pp. 312–316.
22. Shikhova M.N., Sokolova I.E. Nekotorye aspekty promyshlennogo proizvodstva drozhzhey [Some aspects of the industrial production of yeast]. *Vestnik dnepropetrovskogo universiteta* [Bulletin of Dnepropetrovsk University], 2005, no. 3/1, pp. 290–294.
23. Smashevskiy N.D. Funktsional'no-biokhimicheskie izmeneniya drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* krasnodar-skoy rasy, indutsirovannye adaptatsiyey k pizaminu prirodnomu antivitaminu pantotenovoy kisloty iz prorostkov gorokha [Functional and biochemical changes in the yeast *Saccharomyces cerevisiae* strain Krasnodar induced adaptation pizamin – natural antivitamin pantothenic acid from pea seedlings]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], 2010, no. 1, pp. 25–30.
24. Abramov Sh.A., Vlasova O.K., Kotenko S.Ts. Morfologicheskiye svoystva drozhzhey roda *Saccharomyces* na kremniysoedershashchikh sredakh [Morphological and physiological properties of the genus *Saccharomyces* yeast on media containing a silicon]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2008, no. 4, pp. 14–15.
25. Khalilova E.A., Abramov Sh.A., Kotenko S.Ts., Islammagomedova E.A. Vliyanie stimulyatora biosinteza etanola – geotermal'noy vody na morfologicheskiye osobennosti drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* v razlichnykh usloviyakh kul'tivirovaniya [Effect of ethanol biosynthesis stimulator – geothermal water on the morphological features of *Saccharomyces cerevisiae* yeast in different culture]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2010, no. 8, pp. 44–46.
26. Balandin G.V. Primeneniye nanochastits serebra dlya obespecheniya bezopasnosti drozhzhey roda *Saccharomyces* [The use of silver nanoparticles safety yeast of genus *Saccharomyces*]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2015, no. 5, pp. 8–12.
27. Shishkov Yu.I. Regulirovaniye metabolizma drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* [Regulation of the metabolism of yeast *Saccharomyces cerevisiae*]. *Industriya napitkov* [Beverage Industry], 2008, no. 2, pp. 52–55.
28. Pavlov A.A., Pomozova V.A., Permyakova A.L. Aktivatsiya pivnykh drozhzhey smes'yu organicheskikh kislot [Activation of brewer's yeast with a mixture of organic acids]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2013, no. 5. Available at: <http://www.science-education.ru/111-10553> (Accessed 29 October 2013).
29. Krikunova L.N., Ryabova S.M., Peschanskaya V.A., Urusova L.M. Vliyaniye yantarnoy kisloty na metabolizm drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae* [Effect of succinic acid on the metabolism of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2015, no.1, pp. 36–38.
30. Mingaleeva Z., Starovoytova O., Borisova S., Reshetnik O. Vliyaniye antioksidantov na rost i biotekhnologicheskiye svoystva khlebopekarnykh drozhzhey [Effect of antioxidants on growth and biotechnological properties of baker's yeast]. *Khlebo-produkty* [Bread products], 2008, no. 6, pp. 46–47.
31. Dragunova Yu.Ye., Atkyan N.A., Revin V.V. Vliyaniye stepeni izmel'cheniya zernovogo syr'ya i predvaritel'noy aktivatsii drozhzhey na vykhod spirta [Effect of fineness of grain raw materials and pre-activation of yeast in the alcohol yield]. *Vestnik OGU* [Vestnik of the Orenburg State University], 2012, no. 10 (146), pp. 72–77.

32. Kukushkin A.V., Radzhabov A.K., Marutyan A.L. Vliyaniye regulyatorov rosta i biologicheski aktivnykh preparatov novogo pokoleniya na aminokisloty v vinakh [Influence of growth regulators and active new generation of drugs to the amino acids in the wine]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2011, no. 5, pp. 22–23.
33. Karpenko D.V., Chulanov Ye.O. Sposoby aktivatsii drozhzhey pri sbrazhivanii plotnogo susla [Methods for activation of yeast during the fermentation of the wort of high density]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2008, no. 5, pp. 26–27.
34. Palomero F., Ntanos K., Benito S., Suarez-Lepe J.A. Reduction of wine 4-ethylphenol concentration using lyophilised yeast as a bioadsorbent: influence on anthocyanin content and chromatic variables. *European Food Research and Technology*, 2011, no. 6, pp. 971–977.
35. Permyakova L.V., Khorunzhina S.I. *Sposob sbrazhivaniya pivnogo susla* [The process of fermentation of beer wort]. Patent RF, no. 2527071, 2014.

Дополнительная информация / Additional Information

Пермякова, Л.В. Классификация стимуляторов жизненной активности дрожжей / Л.В. Пермякова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 46–55.

Permyakova L.V. Classification of preparatiopns to promote yeast vital activity. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 46–55. (in Russ.).

Пермякова Лариса Викторовна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии бро-
дильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО
«Кемеровский технологический институт пищевой про-
мышленности (университет)», 650056, Россия,
г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55,
e-mail: delf-5@yandex.ru

Larisa V. Permyakova

Cand.Sci.,(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the
Department of Zymurgy and Food Preservation Technology,
Kemerovo Institute of Food Science and Technology (Universi-
ty), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia,
phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: delf-5@yandex.ru



РАЗРАБОТКА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ И РЕЖИМОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *LACTOBACILLUS REUTERI* ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО КОНЦЕНТРАТА

Т.А. Раскошная, В.Ф. Семенихина*, И.В. Рожкова, А.В. Бегунова

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт молочной промышленности»,
115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35

*e-mail: microbs@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 09.06.2016

Дата принятия в печать: 10.08.2016

Lactobacillus reuteri был выделен во ВНИМИ. Данный вид лактобактерий обладает широким спектром функциональных свойств, поэтому разработка бактериального концентрата *L. reuteri* является актуальной и востребованной. Цель исследований заключалась в выборе ферментного препарата, позволяющего получить гидролизаты белков из обезжиренного молока и сыворотки как основы для создания питательной среды, а также в изучении влияния некоторых факторов (дозы протеолитического фермента, продолжительности гидролиза), в проведении оптимизации питательной среды различными компонентами и подборе технологических режимов (температуры, pH среды, дозы инокулята) культивирования *L. reuteri*. Для исследований были выбраны 4 протеолитических фермента (протосубтилин, Alcalase, Neutrase, Protamex) в концентрации 0,4 и 3 %. Продолжительность процесса гидролиза 1,5 и 3 ч, температура процесса 55 °С, активная кислотность 7,2 ед. pH. С целью оптимизации состава питательной среды проведены исследования по влиянию отдельных компонентов (гидролизат, дрожжевой экстракт, сахароза, цистеин, инулин) на ее питательную ценность. Исследовано влияние технологических режимов культивирования *L. reuteri* (активная кислотность 5,6–6,6 ед. pH, температура культивирования 32–41 °С, доза инокулята от 3 до 8 %) на накопление клеток в среде. Анализ полученных данных показал, что при культивировании на гидролизате, полученном на обезжиренном молоке, количество клеток было выше, чем на гидролизате, полученном на сыворотке. При исследовании влияния вида и дозы вносимого фермента установлено, что исследованные ферменты обладали практически одинаковым воздействием на накопление клеток *L. reuteri*, при повышении дозы фермента интенсивность развития клеток возрастала. Установлен оптимальный состав питательной среды для культивирования *L. reuteri*: гидролизат 96,75 %, дрожжевой экстракт 3 % и инулин 0,25 %. Установлены оптимальные технологические режимы культивирования *L. reuteri*: температура 37 °С, активная кислотность 6,2 ед. pH, доза инокулята 6–7 %, продолжительность культивирования 6–8 ч. При этих параметрах количество клеток составило 2×10^9 КОЕ/см³.

Пробиотический штамм, *Lactobacillus reuteri*, ферменты, Alcalase, Neutrase, Protamex, протосубтилин, культивирование, бактериальный концентрат

Введение

В последние годы наблюдается большой интерес к кисломолочным продуктам, содержащим микроорганизмы – пробиотики (бифидобактерии, ацидофильные молочнокислые палочки, *L. rhamnosus*, *L. casei*, пропионовокислые бактерии и др.), которые являются представителями нормальной кишечной микрофлоры человека. В настоящее время большое внимание уделяется изучению свойств пробиотического микроорганизма *Lactobacillus reuteri*. Исследования последних десятилетий выявили способность молочнокислых бактерий образовывать антимикробные вещества различной природы, которые могут стать альтернативой существующим антибиотикам и консервантам. Наиболее изученной из них является группа антибактериальных пептидов – бактериоцинов, разнообразных по уровню активности, спектру и механизму действия [1]. Бактериоцины легко расщепляются ферментами пищеварительного тракта, и поэтому они могут заменить традиционные химические [2, 3, 4].

Lactobacillus reuteri обитает в кишечнике человека и животных, продуцирует бактериоцин реутерин, который ингибирует кишечные патогены и

стимулирует иммунную систему человека. *Lactobacillus reuteri* облигатная гетероферментативная молочнокислая палочка, микроаэрофил. *Lactobacillus reuteri* продуцируют большое количество глюкозана и фруктанов и других экзополисахаридов, которые рассматриваются как пребиотики.

Так как данный вид лактобактерий обладает широким спектром функциональных свойств, разработка импортозамещающей биотехнологии бактериального концентрата *Lactobacillus reuteri*, предназначенного для производства продуктов и препаратов с пробиотическими свойствами, на сегодняшний день является актуальной и востребованной.

Процесс получения бактериального концентрата включает в себя наращивание клеток молочнокислых бактерий в питательной среде и их отделение центрифугированием. При этом необходимо накопить в среде максимально возможное количество активных клеток. В качестве азотистой основы для питательных сред широко используются гидролизаты белков молока. Степень гидролиза белковых субстратов и пептидный состав гидролизата зависят от многих факторов, таких как: вид и специ-

фичность фермента, концентрация фермента и продолжительность ферментации, pH и температура ферментации и т.д.

Целью настоящих исследований является выбор наиболее эффективного ферментного препарата, позволяющего получить гидролизаты белков из обезжиренного молока и сыворотки как основы для создания питательной среды, а также изучить влияние некоторых факторов (доза протеолитического фермента, продолжительность гидролиза), провести оптимизацию питательной среды различными компонентами и подобрать технологические режимы (температура, pH среды, доза инокулята клеток) культивирования *L. reuteri* для разработки бактериального концентрата.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является штамм *Lactobacillus reuteri*, выделенный в 2014 году в Центральной лаборатории микробиологии ФГБНУ «ВНИМИ».

Штамм *Lactobacillus reuteri* хранили в замороженном состоянии при температуре минус 80 °C в растворе, содержащем 6 % обезжиренного сухого молока и 10 % глицерина. Для восстановления культуры использовали среду MRS, температуру культивирования 37 °C и анаэробные условия.

Для исследований были выбраны 4 протеолитических фермента (протосубтилин, Alcalase, Neutrase, Protamex).

Работы по подбору питательной среды для культивирования *L. reuteri* проводили поэтапно: на первом – осуществляли гидролиз обезжиренного молока и сыворотки. Исходя из литературных источников и предшествующих исследований [5, 6, 7] для эксперимента были выбраны две концентрации ферментов: 0,4 и 3 %, продолжительность гидролиза составила 1,5 и 3 ч. Согласно рекомендациям производителей температура и активная кислотность процесса составляли 55 °C и 7,2 ед. pH соответственно. Полученные гидролизаты были исследованы как питательные среды для накопления максимального количества клеток *L. reuteri*. Процесс культивирования проводили при температуре 37 °C в течение 16–17 ч, доза инокулята составляла 5 %. После 17 ч культивирования определяли количество клеток (чашечным методом на среде MRS в анаэробных условиях).

При разработке состава питательной среды для наращивания биомассы *L. reuteri* использовались следующие компоненты: гидролизованное молоко, дрожжевой экстракт, инулин, сахароза и цистеин. Все полученные данные обрабатывались в программе Statistica 6.1 [8, 9].

Известно, что оптимальная температура роста и pH питательной среды для молочнокислых палочек составляет 37–41 °C и pH = 5,4–6,4 ед. pH, тогда как из литературных источников, посвященных различным исследованиям с *Lactobacillus reuteri*, авторы используют следующие значения температуры и активной кислотности для культивирования микроорганизма: 38 °C и pH – 6,2 ед. pH, 37 °C и

pH – 6,5 ед. pH, pH – 6,0–6,8 ед. pH, pH – 5,8 ед. pH и 37 °C [10]. Исходя из вышеизложенного в работе по подбору режимов культивирования микроорганизма *Lactobacillus reuteri* был взят следующий интервал значений активной кислотности pH: 5,6; 5,8; 6,0; 6,2; 6,4; 6,6 ед. pH и температуры 32, 35, 37, 39, 41 °C. Культивирование *Lactobacillus reuteri* проводили в ферментерах фирмы Das Gip (Германия) на 400 мл, а затем в ферментере Prelude фирмы Biolafitt на 5 л (Франция) при постоянных значениях активной кислотности или температурах и непрерывном раскислении водным раствором NaOH с массовой долей 30 %. Инокулят готовили на среде MRS и вносили в количестве 5 % во всех опытах.

Через каждые 2 ч культивирования проводили отбор проб и определяли количество клеток *Lactobacillus reuteri*.

Количество клеток *Lactobacillus reuteri* определяли методом предельных разведений в среде ГМК-1 в анаэробных условиях и термостатировании в течение 3–5 дней при температуре 37 °C в соответствии с Методическими рекомендациями по организации производственного микробиологического контроля на предприятиях цельномолочной и молочно-консервной промышленности [11].

Результаты и их обсуждение

Математическая обработка данных экспериментов по влиянию вида ферментов и режимов гидролиза показала, что такие факторы, как «вид среды», «вид фермента» и «доза фермента», оказывали значимый эффект на развитие клеток *L. reuteri*. Было установлено, что наибольшее количество клеток было получено на гидролизате, приготовленном на обезжиренном молоке – $8,8 \times 10^7$ КОЕ/см³, тогда как на гидролизованной сыворотке – $9,1 \times 10^6$ КОЕ/см³. На рис. 1 представлены данные по влиянию вида фермента на накопление клеток *L. reuteri*.

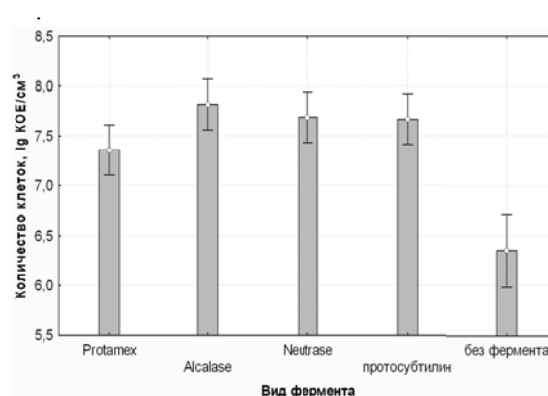


Рис. 1. Влияние вида фермента на накопление клеток *L. reuteri* в гидролизованном обезжиренном молоке

Так, на гидролизате, полученном с использованием фермента Alcalase при культивировании в течение 16–17 ч, количество клеток составило $6,6 \times 10^7$ КОЕ/см³, тогда как для фермента Neutrase оно составляло $4,9 \times 10^7$ КОЕ/см³ и протосубтилина – $4,7 \times 10^7$ КОЕ/см³, Protamex – $2,5 \times 10^7$ КОЕ/см³.

Исследования показали, что при повышении дозы фермента с 0,4 до 3 % интенсивность развития клеток возрастала. Также определено, что продолжительность гидролиза среды от 1,5 до 3 ч различными ферментами не влияла на питательную ценность получаемых сред, не давая различий в количестве клеток *L. reuteri*. Таким образом, на основании полученных данных в дальнейших исследованиях для получения гидролизованного обезжиренного молока был выбран протеолитический фермент Alcalase с дозой внесения 3 %.

С целью оптимизации состава питательной среды был разработан 5-факторный центральный композиционный план со следующим диапазоном варьирования ингредиентов: гидролизованное молоко 30–100 %, дрожжевой экстракт 0–5 %, сахара 0–5 %, инулин 0–1 г/дм³. Проведенные исследования показали, что добавление сахарозы угнетает рост клеток *L. reuteri*. На рис. 2 и 3 представлены поверхности отклика влияния содержания сахарозы (без добавления и при 5 %) на количество клеток в питательной среде.

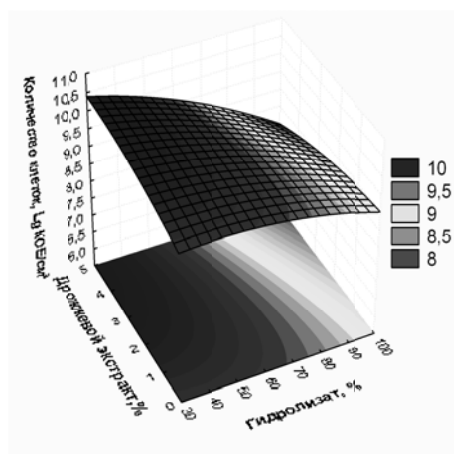


Рис. 2. Зависимость количества клеток *L. reuteri* от концентрации компонентов в среде при «Сахароза» – 0 %

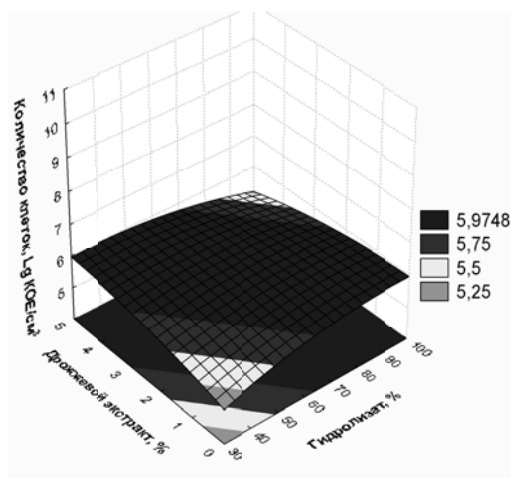


Рис. 3. Зависимость количества клеток *L. reuteri* от концентрации компонентов в среде при «Сахароза» – 5 %

Проведенные исследования показали, что наибольшее накопление клеток *L. reuteri* было получено на питательной среде без добавления сахарозы.

На развитие и рост клеток в процессе культивирования влияло взаимодействие факторов «Гидролизат – Инулин» и «Дрожжевой экстракт – Цистеин». Было установлено, что с увеличением содержания инулина в составе питательной среды количество клеток возрастало. Тогда как ингредиенты дрожжевой экстракт и цистеин в составе питательной среды могут быть взаимозаменяемы (рис. 4 и 5).

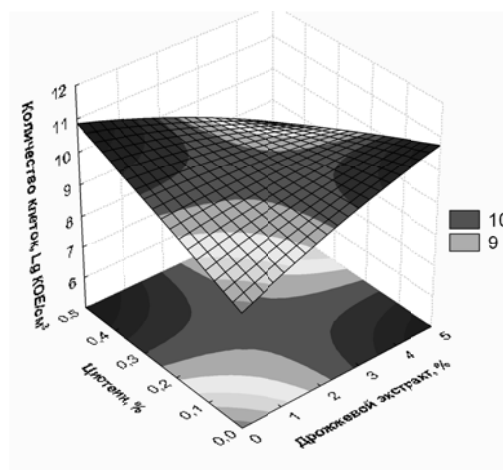


Рис. 4. Зависимость количества клеток *L. reuteri* от концентрации цистеина и дрожжевого экстракта в среде

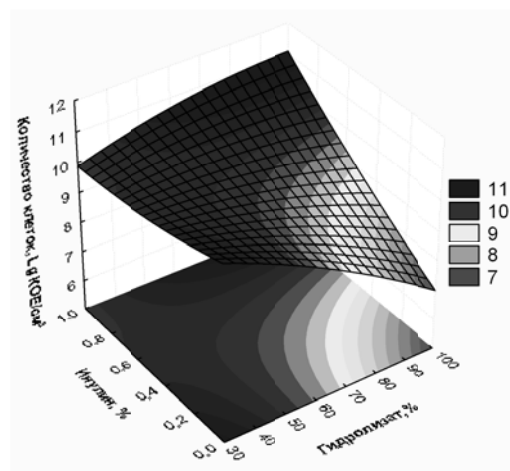


Рис. 5. Зависимость количества клеток *L. reuteri* от концентрации инулина и гидролизата в питательной среде

Таким образом, было установлено, что добавление инулина, дрожжевого экстракта или цистеина в гидролизованное молоко стимулирует развитие *L. reuteri*, тогда как сахароза подавляет. Поэтому в дальнейших исследованиях была проведена оптимизация состава питательной среды из следующих компонентов: гидролизованное молоко, инулин, дрожжевой экстракт или цистеин. Было исследовано влияние количества вносимого дрожжевого экс-

тракта от 0 до 5 %, инулина от 0 до 1 % и гидролизованного молока от 30 до 100 %.

Наибольшее количество клеток *Lactobacillus reuteri* было получено с использованием разработанного состава питательной среды, содержащей гидролизованное ферментом Alcalase молоко – 96,75 %, дрожжевой экстракт – 3 %, инулин – 0,25 %.

Проведены исследования по влиянию размножения *Lactobacillus reuteri* при культивировании при различных значениях активной кислотности (5,8; 6,0; 6,2 ед. pH) и температурах (32; 35; 37; 39; 41 °C). Доза вносимого инокулята составляла 5 %.

На рис. 6 представлены данные по изменению роста *L. reuteri* при поддержании активной кислотности среды на уровне 5,8 ед. pH при различных температурах культивирования: 32, 35, 37, 39 и 41 °C. Анализ представленных данных показывает, что наибольшее содержание клеток было получено при культивировании при температуре 35, 37 °C и достигало $1,4 \times 10^9$ КОЕ/см³ и $1,5 \times 10^9$ КОЕ/см³ соответственно.

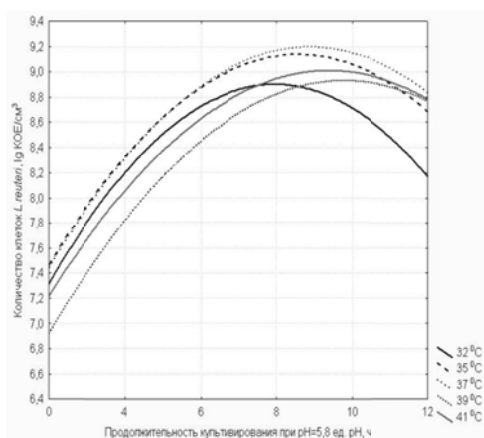


Рис. 6. Изменение содержания клеток *L. reuteri* в процессе культивирования при различных температурах при pH = 5,8 ед. pH

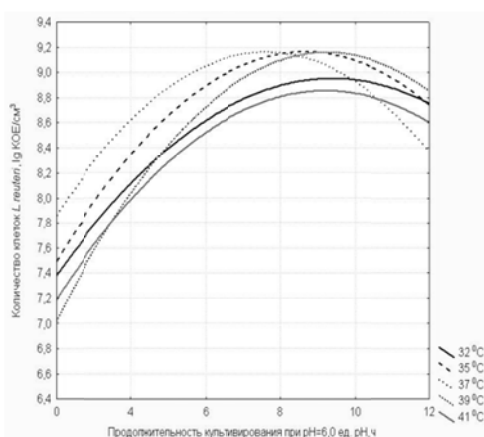


Рис. 7. Изменение содержания клеток *L. reuteri* в процессе культивирования при различных температурах при pH = 6,0 ед. pH

На рис. 7 представлены данные по изменению роста *L. reuteri* при поддержании активной кислотности среды на уровне 6,0 ед. pH при различных

температурах культивирования: 32, 35, 37, 39 и 41 °C.

Наибольшее количество клеток ($1,6 \times 10^9$ и $2,4 \times 10^9$ КОЕ/см³) было отмечено при культивировании при температуре 35 и 37 °C.

На рис. 8 представлены данные по изменению роста *L. reuteri* при поддержании активной кислотности среды на уровне 6,2 ед. pH при различных температурах культивирования: 32, 35, 37, 39 и 41 °C.

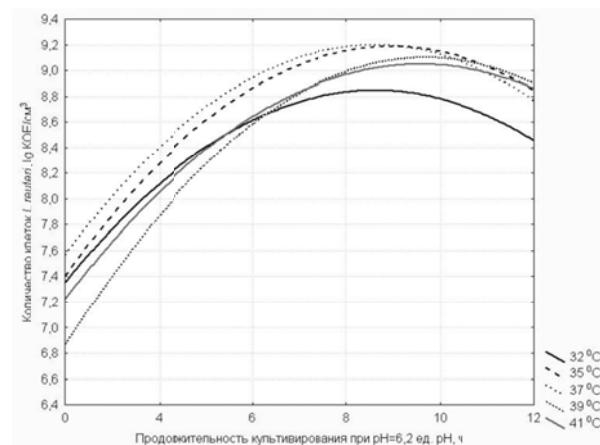


Рис. 8. Изменение содержания клеток *L. reuteri* в процессе культивирования при различных температурах при pH = 6,2 ед. pH

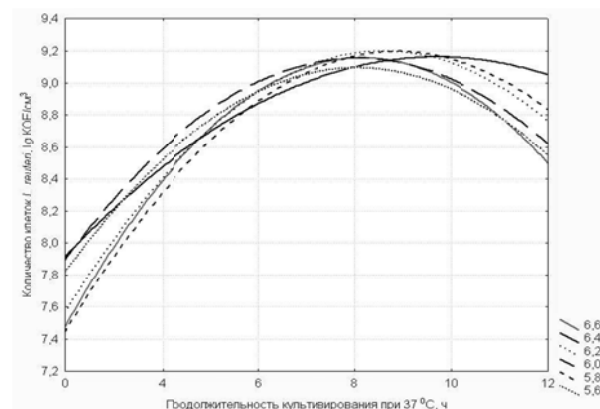


Рис. 9. Изменение содержания клеток при культивировании при различных значениях активной кислотности

Исходя из данных, представленных на рис. 8, видно, что при температуре 35, 37 °C и активной кислотности pH = 6,2 ед. pH также отмечалось высокое количество клеток в культуральной среде.

Как видно из рис. 9, интенсивное накопление клеток происходило в течение 8–10 ч (при внесении 5 % инокулята) и разница в количестве клеток в стационарной фазе роста при культивировании при разных значениях активной кислотности была невелика, варьировалась в интервале $7,5 \times 10^8$ – $1,75 \times 10^9$ КОЕ/см³. Однако наибольшее количество клеток было достигнуто при культивировании при более низких значениях активной кислотности в интервале pH от 5,8 до 6,2 ед. pH. Так, при актив-

ной кислотности среды 5,8 ед. pH наибольшее количество клеток составило $1,5 \times 10^9$ КОЕ/см³, при 6,0 ед. pH – $1,75 \times 10^9$ КОЕ/см³ и при 6,2 ед. pH – $1,4 \times 10^9$ КОЕ/см³.

По полученным данным было установлено, что наибольшее содержание клеток *L. reuteri* было достигнуто при температуре 37 °С и активной кислотности 6,2 ед. pH. Следует отметить, что максимум концентрации живых клеток в питательной среде наблюдался через 8–10 ч культивирования *L. reuteri*.

При исследовании динамики размножения *Lactobacillus reuteri* в зависимости от дозы вносимого инокулята и различной продолжительности культивирования использовали активную кислотность 6,2 ед. pH и температуру культивирования 37 °С. В ходе исследований доза инокулята составляла 3, 4, 5, 6, 7 и 8 %.

Анализ полученных данных показал, что интенсивность размножения *Lactobacillus reuteri* зависит от количества внесенного инокулята. Максимальное количество клеток *Lactobacillus reuteri* отмечалось через 6–8 ч культивирования при внесении 6–7 % инокулята и составило 2×10^9 КОЕ/см³.

В ходе исследований также определяли количество клеток *Lactobacillus reuteri* в биомассе, полученной после культивирования при внесении различных доз инокулята, после ее отделения на суперцентрифуге. Наибольшее количество клеток *Lactobacillus reuteri* накапливалось при получении биомассы после отделения клеток на супер-

центрифуге при внесении 6 % инокулята и составило 10^{11} КОЕ/см³.

Выводы

1. Наибольшее количество клеток было получено при культивировании *L. reuteri* в питательной среде с гидролизированным молоком при использовании протеолитического фермента Alcalase в количестве 3 % от содержания белка в среде.

Оптимальный состав питательной среды состоял из 96,75 % гидролизованного молока, 3 % дрожжевого экстракта, 0,25 % инулина и обеспечивал интенсивное развитие и накопление клеток *Lactobacillus reuteri*.

2. При исследовании влияния активной кислотности среды и температуры культивирования *L. reuteri* на накопление клеток было установлено, что оптимальной температурой культивирования является температура 37 °С и активная кислотность 6,2 ед. pH. Количество клеток при данных параметрах составляло $1,4 \times 10^9$ КОЕ/см³.

3. При исследовании влияния дозы вносимого инокулята на интенсивность размножения *L. reuteri* установлено, что максимальное количество клеток *L. reuteri* отмечалось через 6–8 ч культивирования при внесении 6–7 % инокулята (2×10^9 КОЕ/см³).

4. Установлено, что наибольшее количество клеток *Lactobacillus reuteri* накапливалось при получении биомассы после отделения клеток на суперцентрифуге при внесении 6 % инокулята и составило 10^{11} КОЕ/см³.

Список литературы

1. Стоянова, Л.Г. Антимикробные метаболиты молочнокислых бактерий: разнообразие и свойства (обзор) / Л.Г. Стоянова, Е.А. Устюгова, А.Н. Нетрусов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2012. – Т. 48. – № 3. – С. 644–650.
2. Изучение антибиотического комплекса, образуемого *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* 194 вариант – К / Е.А. Устюгова [и др.] // Микробиология. – 2011. – Т. 80. – № 5. – С. 644–685.
3. Elizete de F.R. Pancheniak. Molecular characterization and biomass and metabolite production of *Lactobacillus reuteri* LPB P01-001: A potential probiotic/ Elizete de F.R. Pancheniak, Maïke T. Maziero, Jose A. Rodriguez-Leon, Jose L. Parada, Michele R. Spier, Carlos R. Soccol// Brazilian Journal of Microbiology. – 2012. – P. 135–147.
4. Filipe Santos. Effect of amino acid availability on vitamin B₁₂ production in *Lactobacillus reuteri*/ Filipe Santos, Bas Teusink, Douwe Molenaar, Maurice van Heck, Michiel Wels, Sander Sieuwerts, Willem M. de Vos, Jeroen Hugenholtz// Applied and environmental microbiology. – V. 75. – N 12. – 2009. – P. 3930–3936.
5. Закономерности гидролиза сывороточных белков экзо- и эндопротеазами / Т.Н. Головач, Н.В. Гавриленко, Н.К. Жабанос, В.П. Курченко // Труды БГУ. – 2008. – Т. 3. – Ч. 1. – С. 1–15.
6. Головач, Т.Н. Культивирование молочнокислых бактерий в питательных средах на основе гидролизатов белков молока / Т.Н. Головач // Труды БГУ. – 2010. – Т. 5. – Ч. 1. – С. 118–126.
7. Головач, Т.Н. Гидролиз белков молока ферментными препаратами и протеолитическими системами молочнокислых бактерий // Труды БГУ. – 2012. – Т. 7. – Ч. 1. – С. 106–120.
8. Magdalena Polak-Berecka, Adam Wasko, Monicka korolowska-Wiater, Marcin Podlesny, Zdzislaw Targonski, Agnieszka Kubik-Komar. Optimization of Medium composition for enhancing growth of *Lactobacillus rhamnosus* PEN using response surface methodology// Polish Journal of Microbiology, Vol.59, № 2, 2010, P. 113–118.
9. Конструирование питательной среды для культивирования пробиотического микроорганизма *Lactobacillus reuteri* / Т.А. Раскошная, В.Ф. Семенихина, И.В. Рожкова, А.В. Бегунова // Молочная промышленность. – 2015. – № 4. – С. 26–27.
10. Смирнов, Е.А. Совершенствование научных и разработка практических аспектов биотехнологии моновиовых бактериальных концентратов молочнокислых микроорганизмов для сыроделия: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е.А. Смирнов. – Вологда, 2011.
11. Методические рекомендации по организации производственного микробиологического контроля на предприятиях цельномолочной и молочно-консервной промышленности / Регистрационное свидетельство № 12253 от 26.02.2009. – М., 2009.

DEVELOPMENT OF NUTRIENT MEDIUM AND CULTIVATION REGIMES OF *LACTOBACILLUS REUTERI* FOR BACTERIAL CONCENTRATE PRODUCTION

T.A. Raskoshnaya, V.F. Semenikhina*, I.V. Rozhkova, A.V. Begunova

All-Russia Dairy Research Institute,
35, Lyusinovskaya Str., Moscow, 115093, Russia

*e-mail: lena_short@mail.ru

Received: 09.06.2016

Accepted: 10.08.2016

Lactobacillus reuteri has been selected in the All-Russia Dairy Research Institute. The mentioned type of lactic acid bacteria possesses a wide spectrum of functional properties thus the development of *L.reuteri* bacterial concentrate is actual and demanded. The aim of the present investigations is to choose ferment preparation which makes it possible to obtain protein hydrolysates from skimmed milk and whey as the basis for the creation of nutrient medium, to study the impact of some factors (proteolytic ferment dose, hydrolyze duration), to carry out optimization of nutrient medium by different components, and to select the technological regimes (temperature, medium pH, inoculate dose) of *L.reuteri* cultivation. Four proteolytic ferments (protosubtilin, Alcalase, Neutrase, Protamex) were chosen in the concentration of 0.4% and 3.0%. The hydrolyze process duration was 1.5 and 3 h, the process temperature was 55°C, the active acidity was 7.2 pH units. Investigations on optimization of nutrient medium composition relating to separate components influence (hydrolysate, yeast extract, sucrose, cystein, inulin) on its nutritional value have been conducted. The influence of technological regimes of *L.reuteri* cultivation (active acidity 5.6–6.6 pH units, cultivation temperature (32–41)°C, inoculate dose from 3% to 8%) on cells accumulation in the medium has been studied. The analyses of the findings showed that the number of cells cultivated on hydrolysate obtained from skimmed milk was higher than that cultivated on hydrolysate obtained from whey. The investigation on the introduced ferment type and dose impact showed that the studied ferments possessed practically similar influence on *L.reuteri* cells accumulation. The intensity of cells growth became higher with the ferment dose increasing. The optimum nutrient medium composition for *L.reuteri* cultivation has been determined: hydrolysate – 96.75%, yeast extract – 3% and inulin – 0.25%. The optimum technological regimes for *L.reuteri* cultivation have been also defined: temperature – 37°C, active acidity – 6.2 pH units, inoculate dose – 6–7%, cultivation period – 6–8 hrs. In this case, the number of cells amounted to 2×10^9 CFU/cm³.

Probiotic strains, *Lactobacillus reuteri*, ferments, Alcalase, Neutrase, Protamez, protosubtilin, cultivation, bacterial concentrate

References

1. Stoyanova L.G., Ustyugova E.A., Netrusov A.N. Antimikrobnyye metabolity molochnokislykh bakteriy: raznoobrazie i svoystva (obzor) [Antibacterial metabolites of lactic acid bacteria: diversity and characteristics (review)]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya* [Appl. Biochem. Microbiol.], 2012, vol. 48, no. 3, pp. 644–650.
2. Ustyugova E.A., Fedorova G.B., Katrucha G.S., Stoyanova L.G. Izuchenie antibioticheskogo kompleksa, obrazuemogo *Lactococcus lactis subsp. Lactis* 194 variant – K [Investigation of antibiotic complex formed by *Lactococcus lactis subsp. Lactis* 194 variants – K]. *Mikrobiologiya* [Microbiology], 2011, vol. 80, no. 5, pp. 644–485.
3. Elizete de F.R. Pancheniak, Maike T. Maziero, Jose A. Rodriguez-Leon, Jose L. Parada, Michele R. Spier, Carlos R. Soccol Pancheniak. Molecular characterization and biomass and metabolite production of *Lactobacillus reuteri* LPB P01-001: A potential probiotic. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2012, pp. 135–147
4. Filipe Santos, Bas Teusink, Douwe Molenaar, Maurice van Heck, Michiel Wels, Sander Sieuwerts, Willem M. de Vos, Jeroen Hugenholtz. Effect of amino acid availability on vitamin B₁₂ production in *Lactobacillus reuteri*. *Applied and environmental microbiology*, 2009, vol. 75, no. 12, pp. 3930–3936.
5. Golovach T.N., Gavrilenko N.V., Zhabanos N.K., Kurchenko V.P. Zakonomernosti gidroliza syvorotochnykh belkov ekzo- i endoproteazami [The mechanism of whey proteins hydrolyze by exo- and endoproteinases]. *Trudy Belorusskogo Gosudarstvennogo Universiteta* [Proceedings of the Belarusian State University], 2008, vol. 3, part 1, pp. 1–15.
6. Golovach T.N. Kul'tivirovaniye molochnokislykh bakteriy v pitatel'nykh sredakh na osnove gidrolizatsiy belkov moloka [Cultivation of lactic acid bacteria in nutritive media of the basis of milk proteins hydrolyzates]. *Trudy Belorusskogo Gosudarstvennogo Universiteta* [Proceedings of the Belarusian State University], 2010, vol. 5, part 1, pp. 118–126.
7. Golovach T.N. Gidroliz belkov moloka fermentnymi preparatami i proteoliticheskimi sistemami molochnokislykh bakteriy [Milk proteins hydrolyze by enzyme preparations and proteolytic systems of lactic acid bacteria]. *Trudy Belorusskogo Gosudarstvennogo Universiteta* [Proceedings of the Belarusian State University], 2012, vol. 7, part 1, pp. 106–120.
8. Magdalena Polak-Berecka, Adam Wasko, Monicka korolowska-Wiater, Marcin Podlesny, Zdzislaw Targonski, Agnieszka Kubik-Komar. Optimization of Medium composition for enhancing growth of *Lactobacillus rhamnosus* PEN using persponse surface methodology. *Polish Journal of Microbiology*, 2010, vol. 59, no. 2, pp. 113–118.
9. Raskoshnaya T.A., Semenikhina V.F., Rozhkova I.V., Begunova A.V. Konstruirovaniye pitatel'noy sredy dlya kul'tivirovaniya probioticheskogo mikroorganizma *Lactobacillus reuteri* [Engineering of Growth Medium for Probiotic *Lactobacillus reuteri* Cultivation]. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry], 2015, no. 4, pp. 26–27.
10. Smirnov E.A. Sovershenstvovaniye nauchnykh i razrabotka prakticheskikh aspektov biotekhnologii monovidnykh bakterial'nykh kontsentratsiy molochnokislykh mikroorganizmov dlya syrodelya. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Improvement of scientific and development of practical aspects of mono views bacterial concentrates biotechnology of lactic acid bacteria for cheese making. Cand. eng. sci. thesis]. Vologda, 2011. 36 p.

11. *Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii proizvodstvennogo mikrobiologicheskogo kontrolya na predpriyatiyakh tsel'nomolochnoy i molochno-konservnoy promyshlennosti, № 12253 ot 26.02.2009* [Guidelines for organization of the control at whole and canned milk plants, no. 12253, 26.02.2009]. Moscow, 2009.

Дополнительная информация / Additional Information

Разработка питательной среды и режимов культивирования *Lactobacillus reuteri* для получения бактериального концентрата / Т.А. Раскошная, В.Ф. Семенихина, И.В. Рожкова, А.В. Бегунова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 56–62.

Raskoshnaya T.A., Semenikhina V.F., Rozhkova I.V., Begunova A.V. Development of nutrient medium and cultivation regimes of *Lactobacillus reuteri* for bacterial concentrate production. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 56–62. (in Russ.).

Раскошная Татьяна Александровна

канд. техн. наук, старший научный сотрудник Центральной лаборатории микробиологии, ФГБНУ ВНИМИ (Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности), 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35, корп. 7, тел.: +7 (499) 236-72-16, e-mail: microbs@yandex.ru

Семенихина Вера Филатовна

д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник Центральной лаборатории микробиологии, ФГБНУ ВНИМИ (Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности), 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35, корп. 7, тел.: +7 (499) 236-72-16, e-mail: microbs@yandex.ru

Рожкова Ирина Владимировна

канд. техн. наук, заведующая Центральной лабораторией микробиологии, ФГБНУ ВНИМИ (Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности), 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35, корп. 7, тел.: +7 (499) 236-72-16, e-mail: microbs@yandex.ru

Бегунова Анна Васильевна

научный сотрудник Центральной лаборатории микробиологии, ФГБНУ ВНИМИ (Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности), 115093, Россия, г. Москва, ул. Люсиновская, 35, корп. 7, тел.: +7 (499) 236-72-16, e-mail: microbs@yandex.ru

Tatyana A. Raskoshnaya

Cand.Sci.(Eng.), Senior Researcher of the Central Laboratory of Microbiology, All-Russia Dairy Research Institute, Bld. 7, 35, Lyusinovskaya Str., Moscow, 115093, Russia, phone: +7 (499) 236-72-16., e-mail: microbs@yandex.ru

Vera F. Semenikhina

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Chief Researcher of the Central Laboratory of Microbiology, All-Russia Dairy Research Institute, Bld. 7., 35, Lyusinovskaya Str., Moscow, 115093, Russia, phone: +7 (499) 236-72-16., e-mail: microbs@yandex.ru

Irina V. Rozhkova

Cand.Sci.(Eng.), Head of the Central Laboratory of Microbiology, All-Russia Dairy Research Institute, Bld. 7., 35, Lyusinovskaya Str., Moscow, 115093, Russia, phone: +7 (499) 236-72-16., e-mail: microbs@yandex.ru

Anna V. Begunova

Researcher of the Central Laboratory of Microbiology, All-Russia Dairy Research Institute, Bld. 7., 35, Lyusinovskaya Str., Moscow, 115093, Russia, phone: +7 (499) 236-72-16, e-mail: microbs@yandex.ru



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ САХАРНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Н.С. Санжаровская*, Н.В. Сокол

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»,
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

*e-mail: hramova-n@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 04.05.2016

Дата принятия в печать: 10.07.2016

Одним из недостатков сахарных кондитерских изделий является их низкая физиологическая ценность, практически полное отсутствие эссенциальных микронутриентов. Создание кондитерских изделий, обогащенных витаминами, макро- и микроэлементами, – одна из наиболее насущных задач технологов. В связи с чем целью исследований явилось изучение возможности использования гидратопектинов из плодов дикорастущего сырья (боярышника, шиповника и облепихи) и фитоэкстрактов лекарственных растений (крапивы, ромашки, мяты) в технологии сахарных кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения. В работе использовались общепринятые методы исследований (органолептические и физико-химические), результаты которых подвергались математической обработке. По результатам проведенных исследований разработана технология получения гидратопектинов из плодов дикорастущих культур, определен фракционный состав, аналитические и физико-химические характеристики пектиновых веществ лекарственного сырья, определены органолептические, физико-химические и реологические характеристики жележных масс. Обоснованы и разработаны рецептура и технология для производства мармелада «Ягодный», «Фито», «Весенний», позволяющие получать продукты с повышенной пищевой ценностью, предназначенные для функционального питания.

Сахарные кондитерские изделия, фитоэкстракты, пектин, мармелад

Введение

В настоящее время одной из основных тенденций развития кондитерского производства является увеличение производства изделий функционального назначения. Прежде всего это связано с популяризацией здорового образа жизни, в том числе и здорового питания. Развитие рынка функциональных продуктов требует поиска новых ингредиентов для их производства [1, 2].

Сахарные кондитерские изделия представляют собой группу разнообразных высококалорийных продуктов со значительным содержанием сахара и могут рассматриваться в качестве перспективных основ для создания функциональных пищевых продуктов. Популярными у населения видами сахарных кондитерских изделий являются мармелад и жевательные конфеты. Использование изделий этой группы в качестве объекта обогащения позволяет повысить их пищевую ценность и полезность для здоровья [3, 4].

В связи с этим актуальным направлением в развитии кондитерского производства является разработка на научной основе конкурентоспособной технологии производства жележного мармелада, обогащенного физиологически функциональными ингредиентами.

В качестве обогащающих добавок выбраны гидратопектины из плодов боярышника, шиповника, облепихи, а также фитоэкстракты – ромашки аптечной, крапивы двудомной, мяты перечной, содержащие комплекс биологически активных веществ (БАВ), оказывающих положительное влияние на иммунный статус человека. Использование

фитодобавок позволяет не только повысить уровень содержания БАВ, но и минимизировать или полностью исключить из рецептуры жележных конфет синтетические красители и вкусоароматические вещества.

Объекты и методы исследований

В качестве основных объектов исследования были выбраны: гидратопектины, полученные из плодов дикорастущих культур (боярышника, шиповника, облепихи), фитоэкстракты – ромашки аптечной, крапивы двудомной, мяты перечной, жележный мармелад.

При проведении экспериментов использовали общепринятые и специальные методы анализа состава и свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

В качестве контрольных образцов использовали мармелад, полученный по традиционной рецептуре, в качестве опытных – с дополнительным внесением обогащающих добавок.

Качество готовых образцов оценивали по комплексу показателей качества сахарных кондитерских изделий, который учитывает органолептические и физико-химические показатели качества.

Результаты и их обсуждение

В сравнении с сухим порошком пектина гидратопектины с высокими качественными показателями имеют повышенные комплексобразующие свойства, что позволяет рекомендовать их использование в рецептурах пектиносодержащих продуктов питания функционального назначения [5].

В процессе разработки технологии получения пищевых гидратопектинов из плодов дикорастущих культур проводили исследования по подбору оптимальных технологических режимов: соотношения масс, температуры, вида и концентрации гидролизующего агента, продолжительности процесса гидролиза [6].

На основе результатов математического анализа и поисковых опытов установлены наиболее значимые факторы процесса гидролиза-экстрагирования, влияющие на выход спиртоосаждаемых пектиновых веществ (коэффициент корреляции): температура

процесса гидролиза $r = 0,92$; концентрация гидролизующего агента $r = 0,99$; продолжительность процесса гидролиза $r = 0,90$.

Обработка экспериментальных данных с помощью метода математического планирования факторного эксперимента позволила выявить оптимальные параметры режима гидролиза пектиновых веществ из плодов дикорастущих культур, табл. 1 [7].

В полученных по предлагаемой технологии гидратопектинах был определен выход спиртоосаждаемых пектиновых веществ (рис. 1).

Таблица 1

Режимы процесса гидролиза-экстрагирования пектиновых веществ из плодов дикорастущих культур

Сырье	Концентрация лимонной кислоты, %	Температура гидролиза, °С	Продолжительность, ч	Гидромодуль (q)
Боярышник	0,4	90	2,5	1 : 5
Шиповник	0,5	90	2,5	1 : 5
Облепиха	0,3	80	2,0	1 : 4

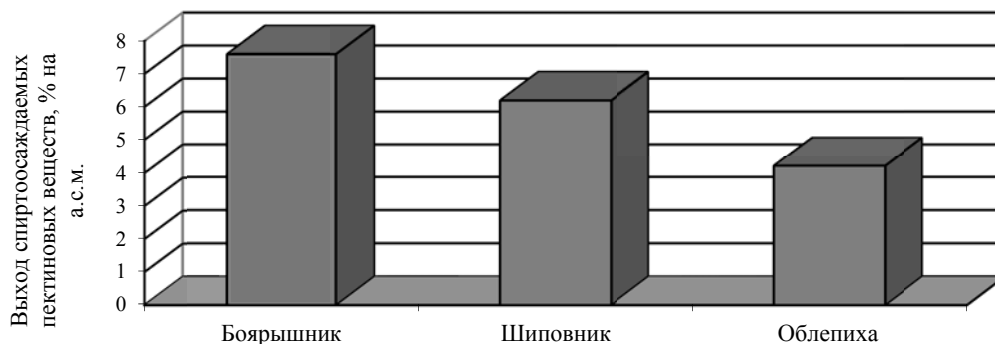


Рис. 1. Выход спиртоосаждаемых пектиновых веществ в гидратопектинах из плодов дикорастущих культур

Результаты показывают, что самый наибольший выход спиртоосаждаемых пектиновых веществ отмечен у образца из плодов боярышника – 7,6 %, наименьший – из плодов облепихи – 4,2 % на а.с.м.

Проведенной дегустацией установлено, что все образцы экстрактов имеют хорошие вкусовые и ароматические характеристики.

С учетом данных о химическом составе, биоло-

гической совместимости, медицинского применения и органолептических характеристик в качестве лекарственного сырья при создании новых рецептур сахарных кондитерских изделий было принято решение использовать: ромашку аптечную, крапиву двудомную, мяту перечную.

На следующем этапе исследования был определен фракционный состав пектиновых веществ данного лекарственного сырья (рис. 2).

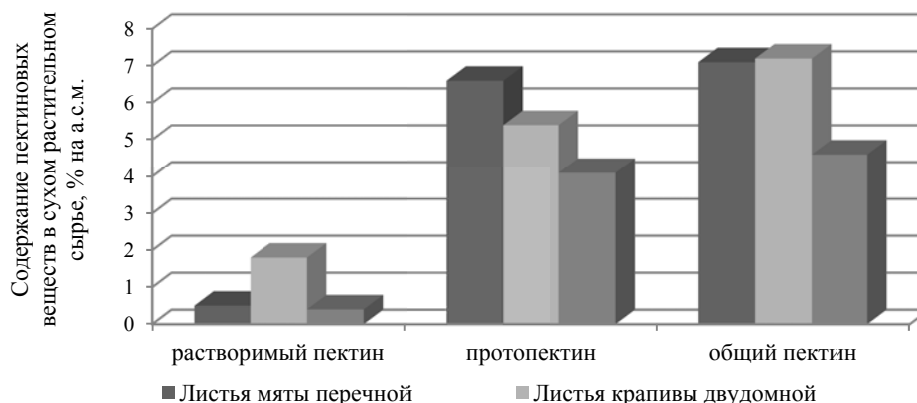


Рис. 2. Фракционный состав пектиновых веществ лекарственного сырья

Содержание общего пектина в исследуемом лекарственном сырье варьирует в интервале от 4,6 % у цветков ромашки до 7,2 % у листьев крапивы двудомной. Количество протопектина колеблется от 4,1 % у ромашки до 6,6 % у мяты перечной. Во

всех образцах протопектиновая фракция преобладает над растворимой.

Анализ аналитических и физико-химических характеристик выделенных пектиновых веществ из лекарственных растений представлен в табл. 2.

Таблица 2

Аналитические и физико-химические характеристики пектиновых веществ лекарственного сырья

Сырье	Степень этерификации пектиновых веществ, %	Содержание свободных карбоксильных групп, %	Комплексообразующая способность, мг Pb ²⁺ /г
Листья крапивы двудомной	15,0	15,3	183
Цветки ромашки аптечной	24,5	17,4	342
Листья мяты перечной	33,5	19,8	241

Полученные образцы пектина по показателю степень этерификации можно отнести к группе низкоэтерифицированных пектинов [5]. Самую высокую степень этерификации имеют пектиновые вещества из листьев мяты перечной 33,5 %, низкую – пектиновые вещества из листьев крапивы двудомной – 15,0 %.

Из приведенных данных видно, что пектиновые вещества исследуемого лекарственного сырья отличаются от известных высоким содержанием свободных карбоксильных групп, это согласуется с данными по степени этерификации.

Низкое значение степени этерификации и наличие большого количества свободных карбоксильных групп (15,3...19,8 %) позволило предположить высокую комплексообразующую способность этих пектиновых веществ [8], что нашло свое подтверждение в ходе проведения эксперимента.

Установлено, что наибольшей комплексообразующей способностью обладают пектиновые веще-

ства, полученные из цветов ромашки (342 мг Pb²⁺/г), наименьшей – пектин из листьев крапивы двудомной (183 мг Pb²⁺/г).

Анализ полученных данных позволил сделать вывод о возможности использования лекарственных растений в технологии производства сахарных кондитерских изделий с радиопротекторными свойствами.

Лекарственные растения в процессе ассимиляции могут синтезировать различные органические вещества, среди которых много и биологически активных соединений, способных оказывать на организм человека и животных характерное фармакологическое действие [9, 10].

Был проведен анализ биохимического состава лекарственных растений с целью подтверждения имеющихся в них позитивных свойств, обуславливающих соответствующее воздействие на организм человека. Результаты исследований представлены в табл. 3, 4.

Таблица 3

Содержание биологически активных веществ в лекарственном сырье

Сырье	Витамины, мг%			Эфирные масла, %	Дубильные вещества, %	Органические кислоты, %	Зола, %
	С	Р-активные вещества	β-каротин				
Листья мяты перечной	8,5	972,0	9,8	2,5	0,5	0,4	7,9
Цветки ромашки аптечной	21,2	290,7	–	0,3	1,1	1,7	3,7
Листья крапивы двудомной	210,0	920,0	8,5	–	2,0	0,7	5,5

Анализ показывает, что используемое сырье обладает высоким содержанием биологически активных веществ: витаминов, органических кислот, эфирных масел, минеральных и дубильных веществ. Лидером по содержанию витамина С и дубильных веществ

являются листья крапивы – 210,0 мг% и 2,0 % соответственно. Наибольшее содержание Р-активных веществ, β-каротина, эфирных масел отмечено у листьев мяты. Максимальное содержание органических кислот обнаружено в цветках ромашки – 1,7 %.

Таблица 4

Содержание минеральных веществ в лекарственном сырье, мг%

Сырье	Mg	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Цветки ромашки аптечной	3,63	0,06	0,66	2,45	0,67	4,90	16,20	37,50
Листья крапивы двудомной	6,26	0,04	0,59	0,79	0,40	2,80	11,90	29,30
Листья мяты перечной	2,35	0,05	0,70	1,90	1,40	3,40	8,40	18,20

Анализ полученных экспериментальных и литературных данных о химическом составе лекарственного сырья позволяет говорить о том, что оно может быть использовано в качестве ценной добавки при разработке новых рецептур сахарных кондитерских изделий.

Желейный мармелад в качестве объектов исследования был выбран не случайно. Он имеет лечебно-профилактические свойства, что объясняется наличием в рецептуре пектина и других студнеобразующих агентов. Себестоимость данного вида изделий невысокая, поэтому представляет интерес для дальнейшего изучения.

Мармелад является изделием имеющим студнеобразную структуру, качество которого зависит от рецептурных компонентов и их соотношения, поэтому основным показателем качества мармеладной массы являются структурно-механические характеристики: прочность и адгезионная способность студня.

Существенным показателем, обуславливающим условия образования пектинового студня, является степень этерификации [11]. Полученные данные эксперимента показывают, что у гидратопектинов из плодов боярышника, облепихи и шиповника степень этерификации высокая и равна 85 %, используемый в производстве желейного мармелада пектин XSS 100 также характеризуется степенью этерификации 80 %, что дает основание говорить о высокой студнеобразующей

способности, она в этом случае равна 85,92 кПа. Полученные данные дают основание о принятии технологического решения по частичной замене сухого пектина XSS 100 на гидратопектины из плодов дикорастущих культур в рецептурах желейных изделий.

Использование низкоэтерифицированных пектиновых веществ в фитоэкстрактах позволит придать готовым изделиям высокие детоксикационные свойства, а также снизить содержание сахара в готовых изделиях.

За основу при проектировании функционального продукта использовалась рецептура желейного мармелада на основе высокоэтерифицированного пектина XSS 100, сахара, патоки и лактата натрия.

В первом варианте «Ягодный» в рецептуру мармелада вводили фитоэкстракт из листьев мяты и гидратопектин из плодов боярышника.

Вариант второй «Фито» предусматривал внесение фитоэкстрактов из ромашки, крапивы и мяты перечной.

Третий вариант «Весенний» предусматривал внесение фитоэкстракта ромашки, гидратопектины из плодов шиповника и облепихи.

Оценка качества разработанных мармеладных изделий показала, что они не уступают по комплексу показателей качеству мармеладных изделий, произведенных по традиционной рецептуре с пектином в качестве студнеобразователя (табл. 5).

Таблица 5

Качественные показатели разработанных образцов мармелада

Показатель	Контроль	Ягодный	Фито	Весенний
Влажность, %	21,4	20,0	20,5	20,3
Массовая доля редуцирующих веществ, %	15,8	15,5	16,1	15,8
Общая кислотность, град.	11,6	14,0	10,8	12,6
Вкус, цвет и запах	Свойственный вкус, без постороннего привкуса и запаха, жёлтый цвет	Свойственный вкус, без постороннего привкуса и запаха, насыщенный розовый цвет	Свойственный вкус, без постороннего привкуса и запаха, жёлтый цвет	Свойственный вкус, без постороннего привкуса и запаха, оранжевый цвет
Консистенция	Студнеобразная	Студнеобразная	Студнеобразная	Студнеобразная
Вид в изломе	Стекловидный, прозрачный излом	Стекловидный, прозрачный излом	Стекловидный, прозрачный излом	Стекловидный, прозрачный излом
Форма и внешний вид	Правильная, без деформаций	Правильная, без деформаций	Правильная, без деформаций	Правильная, без деформаций

Анализ результатов, полученных в ходе исследований, позволил сделать вывод о том, что введение в рецептуру водных экстрактов из лекарственных растений и гидратопектинов из плодов дикорастущих культур позволит повысить их пищевую ценность и исключить из рецептуры искусственные красители и ароматизаторы, а также произвести

полную замену сухого пектина.

Изучение внесения в рецептуру мармеладных изделий разных вариантов фитодобавок и оценка их влияния на образование пектинового студня показали, что студнеобразующая способность по сравнению с контрольным образцом увеличилась (рис. 3).

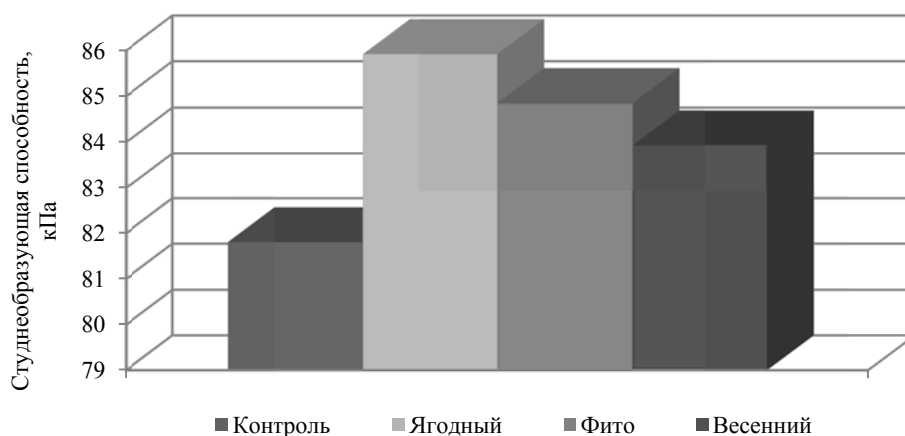


Рис. 3. Студнеобразующая способность мармеладных изделий с фитокомпозициями

Следует отметить вариант с боярышником и мятой, где студнеобразующая способность была самой высокой. Это согласуется с полученными ранее данными по степени этерификации пектина из плодов боярышника.

Проведенные исследования позволили разработать технологии и рецептуры на новые виды сахарных кондитерских изделий: мармелад «Ягодный», мармелад «Фито», мармелад «Весенний».

Список литературы

1. Пилат, Т.Л. Функциональные продукты питания: своевременная необходимость или общее заблуждение / Т.Л. Пилат, О.Л. Белых, Л.Ю. Волкова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 2. – С. 71–73.
2. Сокол, Н.В. Как сделать простой продукт функциональным / Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, О.П. Гайдукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – 2007. – № 7 (31). – С. 96–107. – IDA [article ID]: 0310707008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/7/pdf/08.pdf>.
3. Сокол, Н.В. Роль пектиновых веществ в производстве продуктов питания лечебно-профилактического назначения / Н.В. Сокол, Н.С. Храмова, Ю.А. Ракова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – 2006. – № 01 (017). – С. 41–49. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0005, IDA [article ID]: 0170601006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/pdf/06.pdf>.
4. Серегин, С.М. Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности РФ / С.М. Серегин // Пищевая промышленность. – 2005. – № 8. – С. 32–34.
5. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 253 с.
6. Биохимические особенности пектиновых веществ дикорастущего растительного сырья / Л.Я. Родионова, Л.В. Донченко, И.В. Соболев, А.В. Степовой // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 53. – С. 241–248.
7. Храмова, Н.С. Разработка технологии получения гидратопектинов из плодов дикорастущих культур и их применение в хлебопечении: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Н.С. Храмова. – Краснодар, 2008. – 26 с.
8. Ильина, И.А. Научные основы технологии модифицированных пектинов / И.А. Ильина. – Краснодар, 2001. – 310 с.
9. Кортиков, В.Н. Справочник лекарственных растений / В.Н. Кортиков, А.В. Кортиков. – Ростов н/Д: Издательский дом «ПРОФ-ПРЕСС», 2002. – 800 с.
10. Носов, А.М. Лекарственные растения / А.М. Носов. – М.: ЭКСМОПРЕСС, 2000. – 350 с.
11. Нелина, В.В. Физико-химические свойства пектиновых веществ. Разработка и совершенствование технологий пектина и пектинопродуктов. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 1996. – 104 с.

USE OF HERBAL RAW MATERIAL FOR SUGAR CONFECTIONERY PRODUCTION

N.S. Sanjarovskay*, N.V. Sokol

Kuban State Agrarian University,
13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia

*e-mail: hramova-n@mail.ru

Received: 04.05.2016

Accepted: 10.07.2016

One of the drawbacks of sugar confectionery is their low physiological value, almost complete absence of essential micronutrients. Creating confectionery fortified with vitamins, macro- and microelements is one of the most urgent tasks of food engineers. In this connection, the aim of the research was to study the possible use of hydropectin obtained from the fruits of wild crops (hawthorn, wild rose and sea buckthorn) and phytoextracts of herbs (nettle, chamomile, mint) in the technology of sugar confectionery for therapeutic and prophylactic purposes. The study turned to conventional research methods (organoleptic and physico-chemical), the results of which were subjected to mathematical treatment. The research resulted in the development of the hydropectin producing technology from fruits of wild crops. Fractional composition, analytical and physico-chemical characteristics of pectin substances of medicinal raw materials, organoleptic, physico-chemical and rheological characteristics of the jelly mass were also determined. Based on the obtained results, the technology and normative-technical documentation for the production of marmalade "Jagodnyj", "Fito", "Vesennij" with phytoextracts have been justified and developed. This allows production of mass consumption goods with high nutritional value and improved organoleptic characteristics intended for functional nutrition to be obtained.

Sugar confectionery, phytoextracts, pectin, marmalade

References

1. Pilat T.L., Belykh O.L., Volkova L.Yu. Funktsional'nye produkty pitaniya: svoevremennaya neobkhodimost' ili obshchee zabluzhdenie [Functional foods: the need for timely, or a common misconception]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2013, no. 2, pp. 71–73.
2. Sokol N.V., Khramova N.S., Gaydukova O.P. Kak sdelat' prostoy produkt funktsional'nym? [How to make a simple product functional?] *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU)* [Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubSAU)], 2007, vol. 31, no. 7, pp. 96–107. Available at: <http://ej.kubagro.ru/2007/7/pdf/08.pdf>.
3. Sokol N.V., Khramova N.S., Rakova Yu.A. Rol' pektinovykh veshchestv v proizvodstve produktov pitaniya lechebno-profilakticheskogo naznacheniya [The role of pectin in food production of therapeutic and prophylactic purpose]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU)* [Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubSAU)], 2006, vol. 17, no. 1, pp. 41–49. Available at: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/pdf/06.pdf>.
4. Seregin S.M. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya pishchevoy promyshlennosti RF [Current state and prospects of development of the food industry of the Russian Federation]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2005, no. 8, pp. 32–34.
5. Donchenko L.V. *Tekhnologiya pektina i pektinoproduktov* [Technology of pectin and pectinoprodukt]. Moscow, DeLi Publ., 1990. 253 p.
6. Rodionova L.Ya., Donchenko L.V., Sobol' I.V., Stepovoy A.V. Biokhimicheskie osobennosti pektinovykh veshchestv dikorastushchego rastitel'nogo syr'ya [Biochemical features of pectinaceous substances of wild-growing vegetable raw materials]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Works of the Kuban State Agricultural University], 2015, no. 53, pp. 241–248.
7. Khramova N.S. *Razrabotka tekhnologii polucheniya gidratopektinov iz plodov dikorastushchikh kul'tur i ikh primenenie v khlebopechenii. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Development of technology of receiving gidratopektin from fruits of wild-growing cultures and their application in bread baking. Cand. eng. sci. thesis]. Krasnodar, 2008. 26 p.
8. Il'ina I.A. *Nauchnye osnovy tekhnologii modifitsirovannykh pektinov* [Scientific bases of technology of the modified pectins]. Krasnodar, Krasnodar Publ., 2001. 310 p.
9. Kortikov V.N., Kortikov A.V. *Spravochnik lekarstvennykh rasteniy* [Reference book of herbs]. Rostov na Donu, PROF-PRESS Publ., 2002. 800 p.
10. Nosov A.M. *Lekarstvennye rasteniya* [Herbs]. Moscow, EKSMOPRESS Publ., 2000. 350 p.
11. Nelina V.V. *Fiziko-khimicheskie svoystva pektinovykh veshchestv. Razrabotka i sovershenstvovanie tekhnologiy pektina i pektinoproduktov* [Physical and chemical properties of pectinaceous substances. Development and improvement of technologies of pectin and pectinoprodukt]. Krasnodar, KubGAU Publ., 1996. 104 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Санжаровская, Н.С. Использование растительного сырья в производстве сахарных кондитерских изделий / Н.С. Санжаровская, Н.В. Сокол // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 63–70.

Sanjarovskaya N.S., Sokol N.V. Use of herbal raw material for sugar confectionery production. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 63–70. (in Russ.).

Санжаровская Надежда Сергеевна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел.: +7 (861) 221-59-04, e-mail: hramova-n@mail.ru

Сокол Наталья Викторовна

д-р техн. наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел.: +7 (861) 221-59-04, e-mail: sokol_n.v@mail.ru

Nadezhda S. Sanjarovskaya

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University, 13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia, phone: +7 (861) 221-59-04, e-mail: hramova-n@mail.ru

Natalya V. Sokol

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University, 13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia, phone: +7 (861) 221-59-04, e-mail: sokol_n.v@mail.ru



КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ПОМУТНЕНИЙ НАПИТКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

И.Ю. Сергеева

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

e-mail: sergeeva.76@list.ru

Дата поступления в редакцию: 23.05.2016

Дата принятия в печать: 10.07.2016

Напитки из растительного сырья представляют собой раствор соединений различной молекулярной массы. Большая часть экстрактивных веществ напитка представлена высокомолекулярными соединениями, которые определяют дисперсное состояние системы. Целью исследований является разработка классификации компонентов помутнений напитков как методической основы для обозначения способа коррекции технологической стадии или технологического объекта при получении продукта высокого качества. Использовались методы анализа и селекции, обобщения и систематизации информационных источников, иерархический метод классификации. В статье приведен краткий состав помутнений напитков из растительного сырья. Обозначены некоторые характеристики напитков из растительного сырья как дисперсной системы согласно терминологии коллоидной химии. Предложена классификация компонентов помутнений напитков с использованием иерархического метода. В основу классификации положены структурные и технологические характеристики компонентов помутнений. Совокупность компонентов помутнений напитков предлагается подразделять на следующие элементы: вещества фенольной, белковой, углеводной природы, металлы, кислород, производственные микроорганизмы и комплексы вышеуказанных компонентов. Обозначены признаки классификации. Представлен анализ значения признаков классификации для решения производственных вопросов, связанных с коррекцией качественного состава полуфабрикатов или готовых напитков и количественного содержания в них компонентов помутнений.

Напитки из растительного сырья, помутнения, дисперсная система, классификация компонентов помутнений напитков, иерархический метод

Введение

Основной характеристикой растительного сырья является качественный и количественный состав растворимых веществ, который в большом диапазоне изменяется в зависимости от сорта, агроклиматических и других условий. Напитки из растительного сырья можно условно разделить на две группы: из зернового и плодово-ягодного сырья.

Рядом исследований показано, что количественное содержание веществ, дающих коллоидное помутнение пива, невелико. *Белковый компонент* помутнения имеет высокую молекулярную массу и представлен в основном альбуминами, глобулинами, проламинами и глютелинами. В процессе производства солода и сусла белки распадаются с образованием предшественников помутнений [1].

В нативном сырье, например ячмене, содержание протеинов не превышает 16 % на абсолютно сухое вещество. При этом из этого количества в готовое пиво попадает порядка 5 %. Даже такое незначительное количество существенно влияет на качество пива. Часть белков удаляется в ходе технологической обработки сырья (при кипячении сусла с хмелем). В результате в сусле содержится небольшое количество альбумина, β -глобулина, продукты гидролиза проламина и глютелина. Продукты распада белка всегда растворимы в воде и

при кипячении не выпадают в осадок. В готовое пиво попадают практически только продукты расщепления белка, а не сами белки [1, 2, 3].

Фенольные вещества играют значительную роль в качестве напитков. Эти соединения способны осаждать белки и обладают вяжущим вкусом. В производстве напитков из зернового и плодово-ягодного сырья ценится способность этих веществ придавать напиткам полноту и свежесть вкуса, и, что особенно важно, их антисептические свойства способствуют сохранности готовых изделий.

Известно, что в пиве в основном находятся фенолы с двумя ароматическими кольцами (флавоноиды, катехины, лейкоантоцианы, флавоны, антоцианидины) и полимерные фенольные соединения – полифенолы. Флавоноиды различаются степенью окисленности: наиболее восстановленные из них – катехины, наиболее окисленные – флавонолы. Под действием кислот катехины образуют полимеры – флорафены, которые не растворимы в воде, но хорошо растворимы в спирте. В щелочной среде образуются меланиноподобные продукты. Окисление катехинов особенно интенсивно протекает в присутствии ферментов класса оксидаз.

Полифенольная фракция коллоидного помутнения играет значительную роль в образовании помутнений пива. Полифенольные вещества по химической природе представляют собой полимеры катехинов или лейкоантоцианов или их сополимеров.

Катехины и антоцианогены попадают в пиво из солода и хмеля, а флаванолы – только из хмеля [1].

Содержание полифенолов в пиве напрямую зависит от качества используемого сырья. В ходе приготовления суслу с увеличением продолжительности процесса возрастает содержание мономерных и димерных полифенолов. В результате дальнейших технологических операций содержание полифенолов постепенно снижается.

Изменения в полифенольной фракции в ходе производства пива обусловлены взаимодействием полифенолов с пептидами и протеинами, которое осуществляется за счет образования водородного мостика между водородом фенольных гидроксильных групп и кислородом пептидных групп. Кроме того, происходят конденсация, полимеризация и сополимеризация полифенолов. Полифенольная фракция муты пива состоит из высококонденсированных и полимеризованных полифенолов сырья [2].

При технологической переработке плодово-ягодного сырья в напитки фенольные вещества также претерпевают ряд изменений, в результате которых напитки и их полуфабрикаты теряют цвет и вкусоароматические характеристики, свойственные исходному сырию. Процесс окисления – главное негативное изменение. Поэтому при переработке плодово-ягодного сырья на практике стремятся свести к минимуму время контакта сырья с воздухом [4].

В плодах и ягодах лейкоантоцианы сопутствуют катехинам, но их количественное содержание больше, чем катехинов. Считают, что именно лейкоантоцианы ответственны за нежелательное изменение цвета полуфабрикатов и готовых плодово-ягодных напитков.

Флавоны или флаванолы вследствие высокой окисленности меньше влияют на изменение цвета при переработке сырья.

Негативное с позиции технологии свойство фенольных соединений – способность к полимеризации. Особенно это характерно для флавоноидов и лейкоантоцианидинов, которые являются предшественниками дубильных веществ конденсированного ряда. Простые молекулы, в частности катехин, широко распространены в растениях, особенно в плодах и ягодах. Собственно катехин не имеет достаточной дубильной силы в отношении полипептидов. Благодаря своим восстанавливающим свойствам, наоборот, предотвращает напитки от окисления [5]. В слабокислой и слабощелочной среде происходит аутоокислация катехина с образованием соединений красной окраски (флорафенов). Более неустойчивые, чем катехины, лейкоантоцианы. Полимерные полифенольные вещества, иначе называемые дубильными, также присутствуют в напитках из плодово-ягодного сырья [2, 6].

Углеводная фракция коллоидного помутнения пива представлена прежде всего β -глюканом и декстринами, продуктами конденсации ксилозы, арабинозы и рибозы, продуктами гидролиза гумми-веществ и гемицеллюлоз. В готовом пиве гумми-вещества исполняют роль не только мутеобразователей, но и оказывают стабилизирующее действие

на коллоиды, обволакивая менее растворимые белково-полифенольные комплексы, тем самым увеличивая их растворимость. Если гидролиз гумми-веществ неглубокий, они плохо растворяются в пиве и могут выпасть в осадок. Слишком сильная степень разрушения приводит к потере коллоидных свойств и стабилизирующего действия. В обоих случаях получается пустое и нестойкое пиво [1].

В литературных источниках указывается также, что в образовании помутнений пива участвуют и производные гумми-веществ. При этом следует отметить, что особая фракция углеводной составляющей пива – декстрины – играет благоприятную роль в формировании вкуса напитка и его стабильности. Декстрины пива – это защитные коллоиды, они адсорбируются на неустойчивых коллоидных компонентах пива и тем самым удерживают их в растворе, отдаляя помутнение [1].

Углеводная составляющая помутнений напитков из плодово-ягодного сырья представлена полисахаридами с высокой молекулярной массой, которые содержатся в тканях фруктов, ягод (например, крахмал, гемицеллюлозы). При дроблении сырья в жидкую фазу мезги поступают водорастворимые полисахариды. Это приводит к тому, что создаются неблагоприятные условия для осветления и возникают предпосылки коллоидных помутнений [6].

В больших количествах во фруктах, ягодах содержатся *пектиновые вещества*, которые играют важную роль при промышленной переработке данного растительного сырья. Пектины присутствуют в растениях в виде нерастворимого протопектина, который представляет собой соединение метоксилированной полигалактуроновой кислоты с галактаном и арабаном, а также в виде растворимого пектина. Полигалактуронан (иначе – уронидная составляющая) образует кислую полисахаридную фракцию, сахаридный комплекс – нейтральную.

Свойства пектина в большой степени определяются количеством и видом функциональных групп. От степени метоксилирования (этерификации) зависит растворимость пектина, его желеобразующая способность. Количество свободных карбоксильных групп определяет способность пектина химически связывать металлы, в том числе тяжелые, поливалентные. Слабо метоксилированный пектин связывает тяжелые металлы лучше, чем другие компоненты пищевых волокон. С одновалентными металлами взаимодействие идет по типу катионного обмена. С многовалентными металлами происходит образование комплексов, в которых участвуют несколько полигалактуроновых цепочек, которые соединяются посредством солевого мостика. Образуются малорастворимые вещества, которые могут участвовать в помутнениях напитков [6, 7].

В коллоидной муте пива обнаружены ионы металлов, таких как медь, железо, олово, алюминий, кадмий, цинк. С увеличением концентрации, а также в присутствии кислорода ионы металлов выступают катализаторами процессов окисления в пиве, принимают участие в образовании комплексов с белками [1].

Основная негативная роль в обеспечении стойкости напитков из плодово-ягодного сырья приходится на долю железа, магния, калия и кальция. Эти металлы способствуют образованию осадков различного цвета [7].

Целью настоящих исследований является разработка классификации компонентов помутнений напитков с учетом их структурных и технологических особенностей как методической основы для обозначения способа коррекции технологической стадии или технологического объекта при получении продукта высокого качества.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись научные данные источников информации.

В качестве методов исследований использовались теоретические методы:

- метод анализа и селекции информационных источников;
- обобщение и систематизация информационных данных;
- иерархический метод классификации [8].

Результаты и их обсуждение

Напитки из растительного сырья представляют собой раствор соединений различной молекулярной массы, полученный путем водной или водно-спиртовой экстракции различного растительного сырья. Большая часть экстрактивных веществ напитка представлена высокомолекулярными соединениями.

Так, основными компонентами муты пива являются белковые вещества. Их количество составляет 40–80 % от общей массы образующегося осадка. На долю полифенолов приходится 17–35 %, углеводов – 4–13 % и минеральных солей – 1–3 % от общего количества осадка. Однако в процессе хранения содержание веществ постоянной муты увеличивается и может достигать 40 мг/дм³ и более [1, 2].

Состав помутнений плодово-ягодных напитков отличается большей вариабельностью и главным образом зависит от используемого сырья, определяется следующими веществами (средняя величина в общем количестве, %): крахмал – 17; белковые компоненты – 20; белково-дубильные комплексы – 35; фенольная составляющая – 18; пенообразующие соединения – 2; микроорганизмы – 8; прочие компоненты – 5 [6, 7].

Напитки из растительного сырья представляют собой гетерогенные дисперсные системы, характерным свойством которых является наличие межфазной поверхности. Именно свойства поверхности и процессы, протекающие на поверхности, а не частиц в целом, являются определяющими для сохранения равновесия коллоидной системы напитка при хранении.

Дисперсная система – это система, в которой хотя бы одно вещество находится в раздробленном состоянии. Согласно классификации

В. Оствальда по агрегатному состоянию фаз напитки из растительного сырья – это лиозоли. По межфазному взаимодействию (классификация Г. Фрейндлиха) напитки относятся к лиофильным дисперсным системам, в которых дисперсная фаза взаимодействует с дисперсионной средой и при определенных условиях способна в ней растворяться [9].

По межчастичному взаимодействию напитки – это свободнодисперсные (бесструктурные) системы. В них частицы дисперсной фазы не связаны друг с другом, не образуют пространственные каркасы и способны независимо передвигаться в дисперсионной среде [10].

По степени дисперсности напитки на различных стадиях производственного процесса представляют собой:

- грубодисперсные системы. Размер частиц составляет более 10^{-3} см. Это полуфабрикаты напитков, полученные на начальных стадиях технологической линии при смешивании дробленого сырья с экстрагирующим агентом, или соки прямого отжима. К ним относятся, например, пивное сусло, молодое пиво, алкогольные и безалкогольные соки, морсы, настои;

- микрогетерогенные системы. Размер частиц составляет от 10^{-3} до 10^{-5} см. Это полуфабрикаты напитков после первичной обработки, например фильтрации или отстаивания (лагерное пиво, ликеро-водочные полуфабрикаты и др.);

- коллоидно-дисперсные системы или коллоидные растворы, в которых поперечный размер частиц составляет от 10^{-5} до 10^{-7} см. При этом частицы дисперсной фазы в коллоидных растворах имеют самую большую удельную поверхность по сравнению с другими видами дисперсных систем [9, 11].

В напитках присутствуют также молекулярные частицы, размер которых не превышает 10^{-7} см, например ионы металлов. Водные растворы этих частиц представляют собой истинные растворы. В напитках молекулярные частицы образуют комплексы с коллоидными частицами или участвуют в биохимических превращениях высокомолекулярных веществ (например, возникновение оксидатных кассов, оксалатное помутнение и др.).

Основной сегмент веществ напитка, обуславливающих его характерные особенности (например, вкус, прозрачность), находится в коллоидном состоянии. К ним относятся индивидуальные вещества белковой, фенольной, углеводной природы и смешанные комплексы.

Таким образом, компоненты помутнений напитков (далее КПН), участвующие в формировании равновесия коллоидной системы напитков, достаточно разнообразны и отличаются по многим характеристикам.

В работе предлагается классификация компонентов помутнений напитков (рис. 1, табл. 1) при помощи иерархического метода.

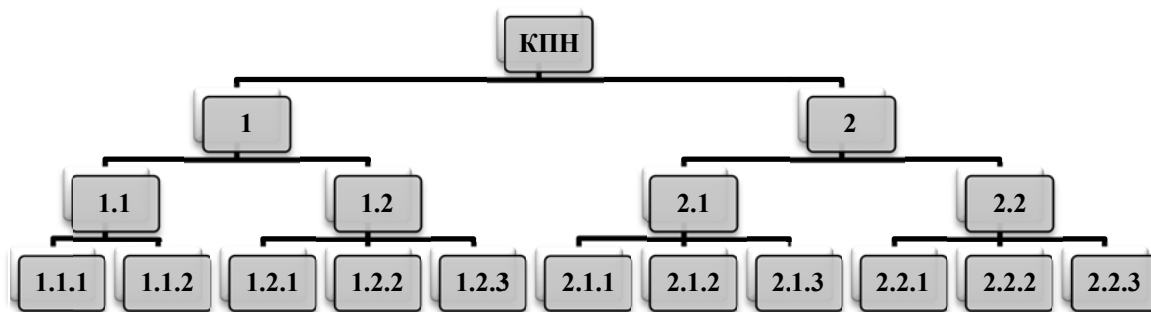


Рис. 1. Иерархия КПП

Таблица 1

Систематизация элементов множества КПП из растительного сырья

Множество	Подмножества	Степень			Элемент подмножества
		1	2	3	
Компоненты помутнений напитков (КПП)	Вещества фенольной, белковой, углеводной природы, металлы, производственные микроорганизмы, кислород, комплексы КПП	1. Структурный аспект	1.1. Структурная организация	1.1.1. Простые	Металлы, кислород
				1.1.2. Сложные	Вещества фенольной, белковой, углеводной природы, производственные микроорганизмы, комплексы КПП
			1.2. Химическая организация	1.2.1. Неорганические	Металлы, кислород
				1.2.2. Органические	Вещества фенольной, белковой, углеводной природы, производственные микроорганизмы, комплексы КПП
				1.2.3. Смешанные	Комплексы КПП органического и неорганического происхождения
		2. Технологический аспект	2.1. Агрегатное состояние в реакционной среде	2.1.1. Коллоидные частицы	Вещества фенольной, белковой, углеводной природы, комплексы КПП
				2.1.2. Молекулярные частицы	Металлы, кислород
				2.1.3. Взвеси	Производственные микроорганизмы
			2.2. Пути попадания в полуфабрикат или готовый напиток	2.2.1. Из сырья	Вещества фенольной, белковой, углеводной природы, металлы, кислород
				2.2.2. Компонент рецептуры/состава (только в отношении напитков брожения)	Производственные микроорганизмы
				2.2.3. Извне	Металлы, кислород

Термин «классификация» означает разделение множества объектов на подмножества по сходству или различию.

В данном случае под элементом «сходства» всего множества компонентов помутнений напитков понимается результат их влияния на прозрачность напитков, т.е. наличие осадка. Деление КПП по различию включает в себя следующие группировки подмножества – вещества фенольной, белковой, углеводной природы, комплексы КПП, производственные микроорганизмы, металлы, кислород.

Различия между группировками подмножества заключаются в разных признаках.

Первая ступень предлагаемой классификации представляет собой деление КПП по следующим признакам:

- структурный аспект, аккумулирующий генетический и телеологический признаки классификации;
- технологический аспект, характеризующий технологический признак.

К генетическим признакам классификации КПП относится химическая организация КПП. Телеоло-

гический признак – структурная организация – подразумевает собственно наличие компонентов напитков, которые сами по себе определяют пищевую и физиологическую ценность напитков из растительного сырья. К ним относятся вещества фенольной, белковой, углеводной природы и минеральные компоненты.

Технологический признак классификации КПП аккумулирует в себе два основных аспекта – агрегатное состояние в реакционной среде и пути попадания компонента помутнений в полуфабрикат или готовый напиток.

Детализация классификационных признаков на следующей ступени подразумевает свойства КПП, которые позволяют получить представление о структурных и технологических особенностях компонента помутнений напитков и, как следствие, позволяют предположить механизм взаимодействия вспомогательного технологического средства и мутеобразующего компонента.

Назначение детализации КПП на 3 ступени классификации – это выявление способа коррекции

количественного содержания КПН на основе предполагаемого механизма взаимодействия вспомогательного средства и КПН.

Анализ значения признаков классификации способствует решению производственных вопросов, связанных с коррекцией качественного состава полуфабрикатов или готовых напитков и количественного содержания в них компонентов помутнений.

При анализе генетического и телеологического признаков классификации специалист производства должен понимать, что одной из главных задач оптимального ведения технологического процесса является сохранение в напитке как можно больше компонентов, обуславливающих его пищевую и физиологическую ценность, в состоянии, не приводящем к помутнению полуфабрикатов и готовых напитков. То есть необходимо обеспечить баланс компонентов напитков как в качественном, так и в количественном отношении.

Анализ технологического признака позволяет обозначить элемент технологического потока, регулирование состава которого предопределяет получение продукта гарантированной стойкости, и далее конкретизировать компонент, наличие или избыточное содержание которого требует внесения технологического вспомогательного средства. Решением этих вопросов является заключение о применении конкретного средства или комплексное применение нескольких средств с целью получения синергетического эффекта.

Так, например, обеспечение стабильной стойкости кваса предопределяется проведением каче-

ственной фильтрации. Особенности химического состава и состояния компонентов дисперсной системы кваса являются исходными условиями при решении поставленной задачи. Основным компонентом помутнения кваса являются производственные микроорганизмы. Данный элемент подмножества КПН имеет сложную структурную организацию, органическое происхождение. В напиток попадает в составе рецептуры, в реакционной среде находится в виде взвесей. Для специалиста отрасли промышленности предлагает широкий ассортимент технологических вспомогательных средств для коррекции осуществления технологических стадий или состава технологического объекта [12]. Однако именно предварительное осаждение микроорганизмов различными осветлителями (флокулянтами), комбинирование фильтрующих материалов со стабилизаторами при фильтрации способствует интенсификации фильтрования кваса.

Выводы

Разработанная классификация может служить методической основой для выбора технологического вспомогательного средства с учетом отдельных структурных характеристик и свойств комплекса веществ, участвующих в образовании помутнений. Обозначение рациональных параметров способа повышения стойкости напитка к помутнениям в производственном потоке представляет собой один из основополагающих факторов формирования качества готового продукта.

Список литературы

1. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. – СПб.: Профессия, 2003. – 304 с.
2. Андреева, О.В. Осадки в пиве: атлас частиц, которые могут быть обнаружены в розлитом пиве / О.В. Андреева, Е.Т. Шувалова. – М.: МИЦ Пиво и напитки XXI век, 2004. – 115 с.
3. Bible, C. Enzymes in the brewing process / C. Bible // Zymurgy. – 2012. – № 4. – P. 53–56.
4. Huo, L. Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts from the stems of *Jasminum nervosum* Lour / L. Huo, R. Lu, P. Li, Y. Liao, P. Chen, Ch. Deng, Ch. Lu, X. Wei, Y. Li // Grasas y aceites. – 2011. – № 2. – P. 149–154.
5. Oliveira, C.M. Oxidation mechanisms occurring in wines / C.M. Oliveira, A.C. Ferreira, V. De Freitas, M.S. Silva Artur // Food Res.Int. – 2011. – № 5. – P. 1115–1126.
6. Сахаров, Ю.В. Средства для осветления и стабилизации и эффективность их использования при обработке плодовых соков и вин / Ю.В. Сахаров, А.Е. Линецкая // Пищевая промышленность. – 1999. – № 6. – С. 38–41.
7. Кичубаева, А.И. Состав помутнений ликероводочных изделий / А.И. Кичубаева // Пищевые технологии и биотехнологии: материалы 10 международной конференции молодых ученых, 12–15 мая 2009 г., Казань. – Казань, 2009. – С. 470.
8. Николаева, М.А. Теоретические основы товароведения / М.А. Николаева. – М.: Норма, 2007. – 448 с.
9. Гельфман, М.И. Коллоидная химия / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. – 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 336 с.
10. Урьев, Н.Б. Пищевые дисперсные системы / Н.Б. Урьев, М.А. Талейский. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.
11. Зимон, А.Д. Коллоидная химия / А.Д. Зимон, Н.Ф. Лещенко. – 3-е изд., доп. и испр. – М.: АГАР, 2001. – 320 с.
12. Сергеева, И.Ю. Классификация стабилизирующих средств, используемых в индустрии напитков / И.Ю. Сергеева // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4 (31). – С. 78–86.

CLASSIFICATION OF TURBIDITY COMPONENTS OF BEVERAGES FROM PLANT RAW MATERIAL

I.Yu. Sergeeva

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

e-mail: sergeeva.76@list.ru

Received: 23.05.2016

Accepted: 10.07.2016

Beverages from plant raw materials are solutions of compounds of various molecular weights. Most extractives of beverages are high molecular weight compounds, which determine a dispersion state of the system. The aim of the research is to develop a classification of turbidity components of beverages as a methodological basis to indicate a method for correcting a process step or a process object when obtaining a high quality product. The methods of analysis and selection, generalization and systematization of information sources, a hierarchical classification method are used. A short description of turbidity components of beverages from plant raw material is given. Some characteristics of beverages from plant raw material as a disperse system, according to the terminology of colloid chemistry, are presented. Classification of turbidity components of beverages is offered using a hierarchical method. This classification is based on structural and technological characteristics of the turbidity components of beverages. It is proposed to subdivide the set of turbidity components of beverages into the following elements: substances of phenolic, protein and carbohydrate nature, metals, oxygen, production microorganisms and complexes of the above components. Signs of classification are marked. The analysis of the value of classification characteristics for the solution of production problems connected with the correction of the qualitative composition of semi-finished or finished beverages and quantitative content of turbidity components is given.

Beverages from plant raw material, turbidity, dispersed system, classification of turbidity components of beverages, hierarchical method

References

1. Meledina T.V. *Syr'e i vspomogatel'nye materialy v pivovarenii* [Raw and auxiliary materials in brewing]. St. Petersburg, Professija Publ., 2003. 304 p.
2. Andreeva O.V., Shuvalova E.T., *Osadki v pive: atlas chastic, kotorye mogut byt' obnaruzheny v rozlitoj pive* [Precipitation in beer: Atlas of particles that can be detected in beer]. Moscow, MITs Pivo i napitki XXI vek, 2004. 115 p.
3. Bible C. Enzymes in the brewing process. *Zymurgy*, 2012, no. 4, pp. 53–56.
4. Huo L., Lu R., Li P., Liao Y., Chen P., Deng Ch., Lu Ch., Wei X., Li Y. Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts from the stems of *Jasminum nervosum* Lour. *Grasas y aceites*, 2011, no. 2, pp. 149–154.
5. Oliveira C.M., Ferreira A.C., V. De Freitas, Silva Artur M.S. Oxidation mechanisms occurring in wines. *Food Res. Int.*, 2011, no. 5, pp. 1115–1126.
6. Sakharov Yu.V., Linetskaya A.E. Sredstva dlya osvetleniya i stabilizatsii i effektivnost' ikh ispol'zovaniya pri obrabotke plodovykh sokov i vin [Means for clarification and stabilization, and the effectiveness of their use in the treatment of fruit juices and wines], *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 1999, no 6, pp. 38–41.
7. Kichubaeva A.I. Sostav pomutneniy likerovodochnykh izdeliy [Composition opacities Liquors] *Materialy 10 mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh «Pishchevye tekhnologii i biotekhnologii»* [Materials 10 International Conference of Young Scientists "Biotechnology and Food Technologies"]. Kazan, 2009. 470 p.
8. Nikolaeva M.A. *Teoreticheskie osnovy tovarovedeniya* [Theoretical foundations of merchandising]. Moscow, Norma publ., 2007. 448 p.
9. Gel'fman M.I., Kovalevich O.V., Yustratov V.P. *Kolloidnaya khimiya* [Colloidal chemistry]. St. Petersburg, «Lan'» Publ., 2008. 336 p.
10. Ur'ev N.B., Taleysnik M.A. *Pishchevye dispersnyye sistemy* [Food dispersions]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 296 p.
11. Zimon A.D., Leshchenko N.F. *Kolloidnaya khimiya* [Colloidal chemistry]. Moscow, AGAR Publ., 2001. 320 p.
12. Sergeeva I.Yu. Klassifikatsiya stabiliziruyushchikh sredstv, ispol'zuemykh v industrii napitkov [Classification of stabilizing substances using in the drinks industry]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 4, pp. 78–86.

Дополнительная информация / Additional Information

Сергеева, И.Ю. Классификация компонентов помутнений напитков из растительного сырья / И.Ю. Сергеева // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 70–76.

Sergeeva I.Yu. Classification of turbidity components of beverages from plant raw material. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 70–76. (in Russ.).

Сергеева Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-п Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: sergeeva.76@list.ru

Irina Yu. Sergeeva

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: sergeeva.76@list.ru



ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СОЕВО-ГРИБНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

О.В. Скрипко, О.В. Литвиненко, О.В. Покотило*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт сои»,
675027, Россия, г. Благовещенск,
Игнатьевское шоссе, 19

*e-mail: pokotilo.olesya@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 22.03.2016

Дата принятия в печать: 11.07.2016

Разработка новых технологий и рецептур пищевых продуктов функциональной направленности является перспективным направлением для пищевой промышленности. Целью исследований является научное обоснование технологических подходов для получения комбинированных продуктов питания функционального назначения, приготовленных с использованием растительного сырья, произрастающего в Дальневосточном регионе – сои и лесных грибов. Результаты исследований позволили разработать технологию приготовления продуктов питания функционального назначения на основе сочетаемости и взаимодополняемости компонентного состава сырья в виде паст и концентратов, а также получить математические модели процессов приготовления соево-грибных продуктов. Посредством математических моделей обоснованы параметры и режимы приготовления комбинированных дисперсных систем: массовая доля раствора аскорбиновой кислоты 14,7 %, концентрация аскорбиновой кислоты 6,2 % и продолжительность формирования сгустка 4,8 мин, при этом оптимальная температура для формирования сгустка 66 °С, начальная влажность сгустка 41,4 %, температура сушки гранул 66 °С, продолжительность сушки гранул 64 мин обеспечивают прочность получаемых гранул в пределах 91 %. Исследованиями установлено, что употребление в пищу разработанных продуктов способствует повышению степени удовлетворения суточной потребности человека в витаминах С, Е, РР, минеральных веществах – калии, фосфоре, а также пищевых волокнах, что подтверждает их функциональное назначение. На основании полученных результатов разработана нормативно-техническая документация в виде стандарта организации и технологических инструкций для производства соево-грибной пасты и концентрата. Новые пищевые продукты могут производиться на предприятиях общественного питания и пищевого концентратной промышленности.

Семена сои, сушеные грибы, технология, параметры, функциональные пищевые ингредиенты, функциональное питание

Введение

В настоящее время вопросами здорового питания озабочены и потребители, и производители. В связи с этим перспективным направлением развития пищевой промышленности является разработка новых видов продуктов для функционального питания, в рецептуру которых включают местные сырьевые ресурсы растительного происхождения [1].

Такие источники сырья должны в обязательном порядке содержать в своем составе достаточное количество физиологически функциональных пищевых ингредиентов, а также не оказывать отрицательного влияния на качество получаемых пищевых продуктов, в том числе их органолептические показатели.

На сегодняшний день Амурская область является основным регионом – производителем сои, на долю которого приходится более 40 % общероссийских валовых сборов этой культуры [2].

В семенах сои содержатся биологически ценные компоненты, которые в соответствии с классификацией являются пищевыми функциональными ингредиентами – белок, с богатым аминокислотным составом, жир, с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, витамин Е, клетчатка, изофлавоноиды и другие [3, 4].

Поэтому соя и соевые ингредиенты могут быть использованы для ликвидации дефицита многих эссенциальных пищевых компонентов. Сегодня такие ингредиенты уже используются для сбалансированности питания по белку. Вместе с тем соя может использоваться для создания множества продуктов питания функционального назначения, которые будут оказывать профилактическое и терапевтическое действие при некоторых заболеваниях [5].

Для обогащения продуктов функционального назначения минеральными веществами, витаминами и клетчаткой, придания особых вкусовых и ароматических свойств в качестве ингредиента, содержащего биологически активные вещества, предлагается использовать лесные грибы (белые, подосиновики), произрастающие в Дальневосточном регионе.

Однако, кроме подбора компонентного состава по наличию ценных ингредиентов, для получения функциональных продуктов питания необходимо учитывать их сочетаемость и взаимодополняемость по комплексу потребительских свойств (физико-химических, медико-биологических, органолептических, структурно-механических и др.), а также способы их обработки.

Учитывая это, целью исследований является разработка технологии соево-грибных продуктов

питания функциональной направленности в виде пасты и концентрата.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись: семена сои нового сорта амурской селекции – Хэди, соответствующие требованиям ГОСТ 17109-88; грибы подосиновики сушеные (ТУ 9164-014-23158063-10); грибы белые сушеные (ТУ 9164-014-23158063-10); аскорбиновая кислота (ГОСТ 4815-76); функциональные продукты питания в виде пасты и концентрата. Исследования проводились в соответствии со стандартными методами: семена сои исследовали с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области (ГОСТ Р 53600-2009); изучение соево-грибных продуктов проводили с использованием следующих методик: содержание витамина С титриметрическим методом с потенциометрическим титрованием (ГОСТ 24556-89), витамина Е методов высокоэффективной жидкостной хроматографии (ГОСТ Р 54634-2011), витамина РР фотометрическим методом (ГОСТ Р 50479-93), определение влаги методом высушивания до постоянной массы (ГОСТ 15113.4-77), определение жира методом настаивания с растворителем (ГОСТ 15113.9-77), определение белка методом измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю с последующим определением массовой доли белка путем кулонометрического титрования аммиака в минерализованной пробе (ГОСТ 23327-98), определение углеводов методом определения растворимых углеводов по Бертрону (ГОСТ 26176-91), определение общего содержания минеральных веществ методом получения золы при сжигании органической части навески продукта и последующего весового определения массовой доли золы (ГОСТ 15113.6-77), определение органолептических показателей путем оценки внешнего вида, цвета, запаха, вкуса и консистенции (ГОСТ 15113.3-77); обработка экспериментальных данных статистическими методами анализа (программы Excel, Statistica 6.0).

Результаты исследований и их обсуждение

Технология получения функциональных продуктов определенной формы на основе сои со сбалансированным химическим составом и высокими органолептическими показателями предусматривает использование исходного сырья с содержанием функциональных ингредиентов в максимально возможной концентрированной форме.

Проведенные исследования химического состава основных компонентов позволили установить, что семена сои сорта Хэди амурской селекции содержат в своем составе (%): влаги – 6,2, белков – 38,4, жиров – 19,3, углеводов – 30,9, минеральных веществ – 5,2; заменимых аминокислот (г в 100 г белка): аланина – 4,27, пролина – 5,86, глутаминовой кислоты – 14,24, аспарагиновой кислоты – 10,54, серина – 5,66, аргинина – 8,69, гистидина – 9,54, тирозина – 3,23; незаменимых аминокислот (г в 100 г белка): лизина – 6,40, фенилаланина – 4,22, лейцина – 8,59, изолейцина – 5,60, валина – 5,88, треонина – 3,72, метионина + цистина – 2,39;

жирных кислот (в % на 100 % жирных кислот): пальмитиновой – 9,36, стеариновой – 3,4, олеиновой – 10,46, линолевой (ω -6) – 53,56, линоленовой (ω -3) – 6,14; соотношение (ω -6 : ω -3) – 8,72 : 1; витаминов (мг/100 г): С – 18,8; Е – 51,3; РР – 2,38, и могут являться сырьем для получения функциональных продуктов питания [6].

Сушеные грибы характеризуются наличием значительного количества азотистых соединений, клетчатки, гликогена, липидов и других питательных веществ. В грибах содержатся витамины В₁, В₂, РР, С, каротин, витамин D, из минеральных веществ – калий, кальций, фосфор, цинк, медь, кобальт и сера.

Наличие в грибах экстрактивных веществ, свободных аминокислот и ароматических веществ приводит к усиленному отделению пищеварительных соков и способствует усвоению пищи [7]. В табл. 1 приведен сравнительный состав ценных в пищевом отношении сушеных лесных грибов [8].

Таблица 1

Химический состав и энергетическая ценность грибов сушеных на 100 г

Показатель	Грибы белые	Подосиновики
Вода, г	13,0	13,0
Белки, г	20,1	35,4
Жиры, г	4,8	5,4
Углеводы, г, в том числе	35,2	57,7
пищевые волокна, г	26,2	24,5
Минеральные вещества, г, в том числе	6,2	7,8
калий, мг	3937,0	3030,0
фосфор, мг	89,0	490,0
Витамин РР, мг	40,4	82,0
Витамин С, мг	150,0	60,0
Витамин Е, мг	7,4	-
Энергетическая ценность, ккал	286,0	314,7

Разработанная технология производства соево-грибных продуктов заключается в приготовлении соево-грибной пасты из предварительно замоченных соевых семян и смеси грибов – подосиновиков и белых путем получения соево-грибного экстракта при гидромодуле 1:6, внесении в него водного раствора аскорбиновой кислоты для коагуляции и выделения белковых и других веществ экстракта, отделении получившейся пасты, внесении в неё вкусовых компонентов, приготовлении на основе отделенной сыворотки кулинарного соуса, а на основе полученной пасты соево-грибного концентрата. Подготовленные семена сои и смесь грибов загружают в экстрактор-измельчитель, где измельчают (степень измельчения не менее 25) и одновременно экстрагируют растворимые вещества в воде температурой 80–90 °С при соотношении семена сои, грибы, вода как 1:1:6. Затем экстракт отделяют от образовавшейся окары, доводят температуру до оптимальной для коагуляции и вносят в него коагу-

лянт. После коагуляции разделяют продукт на фракции – сгусток и сыворотка. Прессованием доводят влажность сгустка до оптимальной для получения продукта пастообразной консистенции или формирования гранул. Гранулы диаметром 2–3 мм формуют на волчке и сушат, используя оборудование для конвективной или инфракрасной сушки, до достижения влажности 10–13 %. Готовые продукты в виде пасты и гранулированного концентрата упаковывают в тару из полимерных материалов и направляют на хранение и реализацию, сыворотку используют для приготовления кулинарного соуса.

При этом экспериментальные исследования позволили установить, что большое влияние на органолептические показатели оказывает количество белых грибов и подосиновиков в смеси. Установлено, что наиболее гармоничный вкус, цвет, аромат и оптимальное соотношение питательных веществ достигаются при соотношении по массе сушеные белые грибы : сушеные подосиновики как 1:2. Это связано с тем, что белые грибы обладают меньшей экстрактивностью, обладают слабым грибным ароматом и невыраженным вкусом, а подосиновики, в свою очередь, наоборот, имеют сильно выраженный вкус и аромат, но оказывают негативное влияние на цвет продукта.

В ходе исследований установлено, что на температуру коагуляции t при получении соево-грибной пасты оказывают влияние такие факторы, как массовая доля раствора аскорбиновой кислоты M_K ; концентрация раствора аскорбиновой кислоты K и продолжительность формирования сгустка T .

В результате регрессионного анализа зависимости $t = f(M_K; K; T)$ разработана математическая модель (1) получения соево-грибной пасты:

$$t = 164,28 - 7,62 \cdot M_K - 5,68 \cdot K - 13,20 \cdot T - 0,21 \cdot M_K \cdot T + 0,15 \cdot K \cdot T + 0,29 \cdot M_K^2 + 0,39 \cdot K^2 + 2,01 \cdot T^2 \rightarrow opt \quad (1)$$

При этом для получения концентрированной формы соево-грибного продукта (в сушеном виде) на прочность гранул P_p максимально влияют: начальная влажность сгустка W_H , температура его

сушки t^0 и ее продолжительность T .

Анализ зависимости $P_p = f(W_H; t; T)$, проведенный методом регрессии, позволил разработать математическую модель (2) процесса получения соево-грибного концентрата:

$$P_p = -369,56 + 6,28 \cdot W_H + 8,29 \cdot t^0 + 4,32 \cdot T + 0,009 \cdot t^0 \cdot T - 0,26 \cdot W_H^2 - 0,04 \cdot (t^0)^2 - 0,01 \cdot T^2 \rightarrow 100\% \quad (2)$$

На основании разработанных математических моделей установлены оптимальные значения параметров технологии приготовления соево-грибных продуктов: массовая доля водного раствора аскорбиновой кислоты – 14,7 %, концентрация водного раствора аскорбиновой кислоты – 6,2 % и продолжительность формирования сгустка 4,8 мин, при этом температура, при которой происходит процесс формирования сгустка, составляет 66 °С; начальная влажность сгустка – 41,4 %, температура сушки гранул – 66 °С, продолжительность сушки гранул – 64 мин, при этом прочность гранул составляет 91 %.

Образовавшуюся в процессе отделения соево-грибной пасты сыворотку можно использовать для получения кулинарного соуса, который готовят следующим образом. Пшеничную муку пассеруют, на растительном масле обжаривают лук, морковь в течение 2–4 мин. В подогретую сыворотку добавляют пассерованную муку, варят, добавляя овощи в течение 1–3 мин. Добавляют соль, перец, шафран, измельчают массу в блендере и подают как приправу к мясным, рыбным блюдам и гарнирам.

В результате разработанная технология позволяет получить три функциональных пищевых продукта: соево-грибную пасту, соево-грибной концентрат, соус на основе соево-грибной сыворотки (рис. 1).

Полученные продукты имеют высокие органолептические показатели – характерный, выраженный цвет, вкус и аромат, соответствующие грибам (табл. 2).

Сравнительный биохимический состав готовых продуктов представлен в табл. 3.

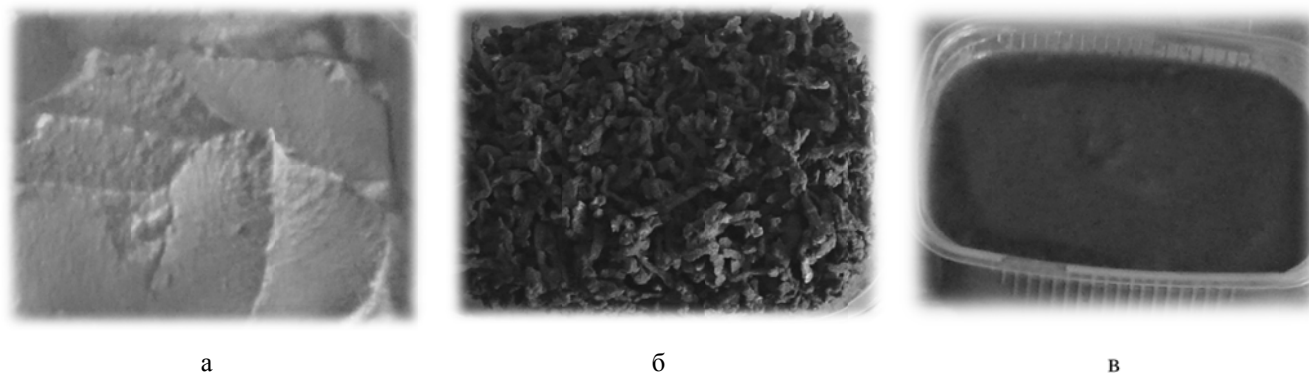


Рис. 1. Соево-грибные продукты: а – паста; б – концентрат; в – соус на основе сыворотки

Таблица 2

Органические показатели соево-грибных функциональных продуктов

Показатель	Соево-грибная паста	Соево-грибной концентрат
Внешний вид	Однородная мелкодисперсная пастообразная масса, без посторонних включений	Сухие гранулы с шероховатой поверхностью, одинакового размера по всей массе, без посторонних включений
Консистенция	Однородная, вязкая, пастообразная	Частицы пористые, хрупкие, в меру ломкие
Цвет	Бледный от светло-коричневого до темно-коричневого, однородного по всей массе	От коричневого до темно-коричневого с оттенками, однородного по всей массе
Запах	Умеренно выраженный, приятный с грибным ароматом, без посторонних запахов	Умеренно выраженный, приятный с ароматом грибов, без посторонних запахов
Вкус	Умеренно выраженный, приятный с выраженным вкусом грибов, без посторонних привкусов	Умеренно выраженный, приятный с грибным вкусом, без посторонних привкусов

Разработанная технология при указанных значениях режимов и параметров позволяет получить соево-грибную пасту и концентрат, имеющие по сравнению с аналогом более высокое содержание ценных питательных веществ, что позволяет отнести их к функциональным продуктам питания.

Соево-грибной продукт в виде белково-витаминной пасты по сравнению со свежими грибами содержит в 7,2 раза больше белков, в 11 раз – жиров, в 14 раз – витамина С, в 1,1 раза – витамина Е, на 1665 мг больше калия, на 489 мг – фосфора. В то же время соево-грибной белково-витаминный концентрат по сравнению с грибным концентратом в виде сухого порошка из смеси грибов содержит на 23 % больше белков, на 51 % – жиров, в 1,6 раза – витамина С, в 4,4 раза – витамина Е, в 3,2 раза больше калия, на 77 % – фосфора, при этом на 39 % меньше углеводов, что свидетельствует о более высокой пищевой и биологической ценности полученных продуктов по сравнению с аналогами. Полученные продукты (в зависимости от наименования) при употреблении 100 г продукта обеспечивают удовлетворение суточной потребности человека по витамину С на 211–280 %, по витамину Е до 106 %, по витамину РР на 270–434 %, по калию до 166 %, по фосфору на 57–93 % и по пищевым волокнам до 23 % от рекомендуемой суточной нормы потребления, что подтверждает их функциональное назначение.

Выводы

Таким образом, в результате проведенных научных исследований разработана научно обоснованная технология производства соево-грибных функциональных продуктов в виде пасты и концентрата, а также техническая документация в виде стандартов организации и технологических инструкций на производство новых белково-витаминных функциональных пищевых продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью.

Список литературы

1. Комплексная программа развития биотехнологий в РФ на период до 2020 г. / Постановление Правительства РФ № 1853-П-П8 от 24.04.2012.
2. Синеговский, М.О. Современное состояние производства сои в Амурской области / М.О. Синеговский // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2015. – № 3 (163). – С. 86–90.
3. ГОСТ Р 54059-2010. Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. – Введ. 2012–01–01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
4. Скрипко, О.В. Исследование биохимического состава семян сои амурской селекции для использования в пищевой промышленности / О.В. Скрипко, О.В. Литвиненко, Н.Ю. Исайчева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 8. – С. 32–35.
5. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование / под ред. В.М. Лукомца. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.
6. Методические рекомендации по использованию новых сортов сои дальневосточной селекции для производства продуктов питания функционального назначения / О.В. Скрипко, О.В. Литвиненко, О.В. Покотило; ФГБНУ ВНИИ сои. – Благовещенск: «ИПК» Одеон, 2016. – 40 с.
7. Цапалова, И.Э. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. Качество и безопасность / под ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2005. – 213 с.
8. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

Таблица 3

Содержание питательных и биологически активных веществ в разработанных продуктах и степень удовлетворения ими суточной потребности человека

Наименование продукта	Содержание на 100 г																Энергетическая ценность, ккал
	Основных пищевых веществ, г					Биологически активных веществ, мг/100 г					Степень удовлетворения суточной потребности человека (% от РСНП*)						
	воды	белков, N x 6,25	жиров	углеводов (в т.ч. пищевые волокна)	минеральных веществ	витамина С	витамина Е	витамина РР	калия	фосфора	в витамине С	в витамине Е	в витамине РР	в калии	в фосфоре	в пищевых волокнах	
Соево-грибная паста – разработка	50,0	24,8	9,8	11,0 (2,6)	4,4	196	3,4	40,7	2090	565	280	34	270	84	57	10	213
Паста из грибов- дикоросов (белые : подосиновики – 1:2) – аналог	88,5	3,4	0,9	6,2 (5,1)	0,9	14	0,3	7,7	425	76	20	12	51	17	8	20	47
Соево-грибной кон- центрат – разработка	12,0	43,7	17,2	19,4 (5,8)	7,7	148	10,6	65,2	4160	886	211	106	434	166	93	23	407
Грибной концентрат (порошок из смеси грибов – белые : под- осиновики – 1:2) – аналог	13,0	33,7	8,4	50,2 (25,1)	7,5	90	2,4	62,3	1315	202	129	24	415	52	20	97	411

*РСНП – рекомендуемая суточная норма потребления.

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGY AND QUALITY EVALUATION OF SOYA-MUSHROOM FUNCTIONAL FOODS

O.V. Skripko, O.V. Litvinenko, O.V. Pokotilo*

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

*e-mail: pokotilo.olesya@mail.ru

Received: 22.03.2016

Accepted: 11.07.2016

Production of foods for functional nutrition is one of the most perspective directions of development of food industry now. The goal of our research is scientific substantiation of technological approaches to obtaining combined functional foods prepared with the use of plant raw materials which grow in the Far East such as soya and mushrooms. The research results enable us to develop the technology of preparation of functional foods on the basis of compatibility and complementarities of the component composition of raw material in the form of pastes and concentrates, as well as to get mathematical models of preparation process of soya-mushroom foods. By means of these models parameters and modes of preparation of combined disperse systems have been justified: mass fraction of ascorbic acid solution is 14.7%, concentration of ascorbic acid is 6.2% and duration of clot formation is 4.8 minutes, while the optimum temperature for clot formation is 66°C; initial moisture of clot is 41.4%, drying temperature of granules is 66°C, drying time of granules is 64 minutes, thus, hardness of the obtained granules is provided within 91%. The research has shown that consumption of the developed foods raise the possibility to meet daily requirements of people in vitamins C, E, PP, minerals – potassium, phosphorus, as well as dietary fibers that confirms their functional properties. The normative-technical documentation in the form of the organization standard and technological instructions for the production of soya-mushroom paste and concentrate has been developed on the basis of obtained results. New foods can be produced at food-service enterprises and food-concentrates producing plants.

Soya beans, dried mushrooms, technology, parameters, functional food ingredients, functional nutrition

References

1. *Postanovlenie Pravitel'stva RF № 1853-P-P8 ot 24.04.2012 g. «Kompleksnaya programma razvitiya biotekhnologiy v RF na period do 2020 g.»* [Decree of the Government of the Russian Federation of 24.04.2012 no. 1853-P-P8 "The complex program of biotechnology development in the Russian Federation for the period up to 2020"].
2. Sinegovskiy M.O. *Sovremennoe sostoyanie proizvodstva soi v Amurskoy oblasti* [A modern state of soybean production in Amur region]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten' VNIIMK* [Refereed journal "Oilseeds. Scientific and technical bulletin VNIIMK"], 2015, no. 3 (163), pp. 86–90.
3. *GOST R 54059–2010. Produkty pishhevyh funktsional'nyh. Ingredienty pishhevyh funktsional'nyh. Klassifikatsiya i obshhie trebovaniya* [State Standard R 54059–2010. Functional food products. Functional food ingredients. Classification and general requirements]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. 12 p.
4. Skripko O.V., Litvinenko O.V., Isaycheva N.Yu. *Issledovanie biokhimicheskogo sostava semyan soi amurskoy selektsii dlya ispol'zovaniya v pishchevoy promyshlennosti* [Study of the Biochemical Composition of Soybean Seeds for Breeding Amur in the Food Industry]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2015, no. 8, pp. 32–35.
5. Petibskaya V.S. *Soya: khimicheskiy sostav i ispol'zovanie* [Soybeans: chemical composition and usage]. Maykop, «Poligraf-YuG» Publ., 2012. 432 p.
6. Skripko O.V., Litvinenko O.V., Pokotilo O.V. *Metodicheskie rekomendatsii po ispol'zovaniyu novykh sortov soi dal'nevostochnoy selektsii dlya proizvodstva produktov pitaniya funktsional'nogo naznacheniya* [Methodological recommendation on the use of new soybean varieties of the Far East selection for the production of food products for functional purpose]. Blagoveshchensk, Odeon Publ., 2016. 40 p.
7. Tsapalova I.E. *Ekspertiza dikorastushchikh plodov, yagod i travyanistykh rasteniy. Kachestvo i bezopasnost'* [Expert examination of wild fruits, berries and herbaceous plants. Quality and safety]. Novosibirsk, Novosibirsk, Sib. Univ. Publ., 2005. 213 p.
8. Skurichin, I.M., Tutel'yan V.A. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov*: [Chemical composition of Russian food products: Handbook]. Moscow, DeLi Print Publ., 2002. 236 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Скрипко, О.В. Обоснование технологии и оценка качества соево-грибных продуктов для функционального питания / О.В. Скрипко, О.В. Литвиненко, О.В. Покотило // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 77–83.

Skripko O.V., Litvinenko O.V., Pokotilo O.V. Substantiation of technology and quality evaluation of soya-mushroom functional foods. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 77–83. (in Russ.).

Скрипко Ольга Валерьевна

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

Литвиненко Оксана Викторовна

канд. ветеринар. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», 675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19, тел.: +7 (4162) 36-94-50, e-mail: O.Litvinenko67@mail.ru

Покотило Олеся Владимировна

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

Olga V. Skripko

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

Oksana V. Litvinenko

Cand.Sci.(Vet.), Leading Researcher of the Laboratory of Technology for Processing of Agricultural Products, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, 19, Ignatevskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia, phone: +7 (4162) 36-94-50, e-mail: O.Litvinenko67@mail.ru

Olesya V. Pokotilo

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



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ДОЗРЕВАНИЯ СЕМЯН СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

М.А. Субботина*, Т.В. Лобова, И.В. Долголюк

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

*e-mail: smar08@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 23.05.2016

Дата принятия в печать: 09.07.2016

Известно, что существует взаимосвязь между линейными размерами семян, активностью ферментной системы и устойчивостью семян при хранении. Однако влияние разнокачественности свежесобраных семян сосны кедровой сибирской на процессы послеуборочного дозревания, формирующие их качество, не было исследовано в полной мере. Цель работы заключалась в изучении изменения качества семян кедровой сосны сибирской в процессе послеуборочного дозревания. Исследование показало, что скорость биохимических процессов различной направленности в недозрелых семенах значительно выше, чем в достигших уборочной зрелости, поэтому первоначально в них происходит более интенсивное накопление запасных веществ, в частности растительного масла, однако семена, не достигшие уборочной зрелости, априори не способны завершить дозревание вне растения и довольно быстро процессы, связанные с синтезом, уступают место деструктивным процессам гидролиза и окисления, что приводит не только к снижению выхода масла, но и к значительному ухудшению его качества, а если учесть то, что часть масла остается в жмыхе, то продукты деструкции липидов переводят кедровый жмых в разряд непищевых, что в свою очередь снижает рентабельность производства. Кроме того, при активно протекающих биохимических процессах происходит интенсивный обмен веществ, в частности выделение влаги, что в свою очередь при недостаточной аспирации семенной массы может привести к самосогреванию внутренних слоев семян и плесневению наружных, что в любом случае может привести к гибели семян как масложирового сырья. В результате проведенных исследований было выявлено, что степень зрелости семян оказывает настолько существенное влияние на устойчивость семян при хранении и качество масла, что становится очевидным целесообразность разработки индивидуальных технологий подготовки семян, различных по своим морфологическим характеристикам, к хранению и переработке.

Послеуборочное дозревание, хранение семян, качество масла, разнокачественность семян, качество семян сосны кедровой сибирской

Введение

Качество продуктов переработки растительного сырья в значительной степени зависит не только от первоначального качества сырья, но и от условий его подготовки к хранению и собственно хранения. Так как семена масличных культур убирают в стадии уборочной зрелости, т.е. раньше их полного созревания, свежесобранная семенная масса как биологическая система характеризуется низкой энергией прорастания и всхожестью, повышенной влажностью, в ней продолжают сложные биохимические превращения и, как следствие, семенная масса характеризуется неустойчивостью из-за высокой биохимической активности. Масличные семена могут легко подвергаться глубоким разрушительным изменениям, что может привести к гибели семян как живых организмов. Для сохранения качества свежесобраных семян необходимо создавать специальные условия, способствующие завершению процессов синтеза и стабилизации качества, т.е. дозреванию. Условия хранения зависят от степени зрелости семян. Этому вопросу посвящены исследования, например, семян подсолнечника [1, 2]. В поступающей на переработку семенной массе кедровых орехов присутствуют семена различной степени зрелости – достигшие физиологической зрелости, недо-

зрелые и незрелые. Разнокачественность семян, составляющих общую массу, вызывается как естественными причинами (матриальная и экологическая), так и проявляется в результате техногенных воздействий [3, 4].

Как следует из проведенных ранее исследований, существует взаимосвязь между линейными размерами семян, активностью некоторых ферментов и устойчивостью семян при хранении [5, 6, 7]. В то же время влияние разнокачественности свежесобраных семян сосны кедровой сибирской на процессы послеуборочного дозревания, формирующие их качество, до сих пор не исследовано. Хотя очевидно, что условия течения биохимических процессов в семенах мелкой и крупной фракций будут различны из-за различий в уровне активности ферментов, обусловленных в первую очередь разной влажностью и формой связи влаги в крупных и мелких семенах.

Получение высококачественного кедрового масла требует технологических решений, исключающих снижение качества масличного сырья в период от уборки до технологической переработки.

Целью исследования являлось изучение зависимости изменения качества масла в семенах сосны кедровой сибирской в процессе их хранения от

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СЕМЯН КВИНОА (*CHENOPodium QUINOA* WILLD.) ДЛЯ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Т.В. Щеколдина^{1,*}, Е.А. Черниховец¹, А.Г. Христенко²

¹ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»,
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

²ООО «Лиса»,
350052, Россия, г. Краснодар, Промзона – 2

*e-mail: schekoldina_tv@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 10.05.2016

Дата принятия в печать: 10.07.2016

В настоящее время важную часть мировой продовольственной проблемы представляет дефицит белка в питании. Это комплексная проблема, острота которой связана с особой ролью белка в жизни человека. Отрицательная динамика изменения белковой ценности в рационе питания человека связана как с количественным дефицитом в потреблении белка, так и с постепенным снижением его биологической ценности. В соответствии с поставленной задачей белкового дефицита в питании населения был изучен аминокислотный состав и рассчитана биологическая ценность уникальной и признанной во всем мире культуре квиноа (лат. *Chenopodium quinoa* Willd.). В исследовании использовали белые семена квиноа, выращенные в агроклиматических условиях Краснодарского края урожая 2015 года. Установлено, что аминокислотный состав семян квиноа представлен всеми незаменимыми аминокислотами. Рассчитанные показатели биологической ценности, такие как коэффициент различия аминокислотного состава, коэффициент рациональности аминокислотного состава, коэффициент эффективности белка и индекс незаменимых аминокислот, показали преимущество белковой ценности семян квиноа по сравнению с основными сельскохозяйственными культурами (пшеница, кукуруза, рис). Также в работе была рассчитана степень удовлетворения суточной нормы белка и незаменимых аминокислот для детей младшего школьного возраста и взрослых при употреблении 100 г семян квиноа. Установлено, что при употреблении 100 г квиноа суточная норма в незаменимых аминокислотах для взрослого человека только в фенилаланине покрывается на 74,3 %, а нормы остальных аминокислот покрываются полностью; для детей младшего школьного возраста суточная норма в незаменимых аминокислотах покрывается в среднем на 80 %, а самая дефицитная аминокислота лизин – полностью.

Семена квиноа, биологическая ценность, белок, незаменимые аминокислоты

Введение

Для многих людей наличие высококачественного белка в рационе является проблемой, особенно для вегетарианцев, которым необходимо получить белок из зерновых, бобовых и других зерновых культур. Даже тогда, когда энергия потребления этих продуктов является адекватной, недостаточный уровень незаменимых аминокислот может привести в целом к недоеданию.

Одним из перспективных направлений в снижении белкового дефицита является рациональное использование растительного сырья и создание на его основе различных форм пищевого белка. Растительные белки широко применяются в производстве продуктов лечебно-профилактического и диетического назначения благодаря их высокой биологической ценности, хорошей усвояемости, уникальности функциональных свойств.

Особенно следует отметить стремление человека к древним, порой даже несправедливо забытым источникам пищи. Эта тенденция возврата стала прогрессировать в России несколько лет назад в виде интернет-магазинов натуральной и органической продукции. В крупных городах появились специализированные биомагазины, а в гипермаркетах – соответственно отделы. Сейчас в интернет-

магазинах можно купить муку из льна, муку черемухи, полбу, кускус, булгур, зеленую гречку, иван-чай и многое другое. Это говорит о том, что в России зарождается интерес к «новым» источникам белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, минеральных элементов, которых пока не коснулась «технология и пищевая химия». Одной из таких древних культур является квиноа (лат. *Chenopodium quinoa* Willd.) – зерновая культура, вид рода Марь (лат. *Chenopodium*) семейства Амарантовые (лат. *Amaranthaceae*), подсемейства Маревые (лат. *Chenopodioideae*), набирающая сейчас популярность во всем мире благодаря уникальному химическому составу и отсутствию глютена, что является острой проблемой для людей, страдающих непереносимостью пшеничного белка глютена (целиакией) [1, 2].

По данным зарубежных исследователей [3, 4], главной особенностью квиноа является то, что и зерна, и листья, и соцветия являются источников высококачественного белка. Доля белков, содержащихся в квиноа, зависит от сорта и составляет 10,4–17 % от потребляемой в пищу доли. Хотя в целом содержание белков в квиноа выше, чем в большинстве злаков, данная культура больше известна именно ценностью белкового состава. Белки

состоят из аминокислот, восемь из которых считаются незаменимыми как для детей, так и для взрослых.

Белки квиноа представлены в основном альбуминами и глобулинами. Они имеют сбалансированный состав незаменимых аминокислот, похожий на аминокислотный состав молочного белка казеина. Кроме того, было обнаружено, что листья квиноа содержат высокое количество белка. Кроме того, листья также богаты витаминами и минеральными веществами, особенно кальцием, фосфором и железом [3, 4]. Благодаря исключительному богатству аминокислот квиноа обладает терапевтическими свойствами. Это связано с биодоступностью лизина в квиноа, которая значительно выше, чем в пшенице, рисе, овсе, просе и кунжуте. Эта аминокислота укрепляет иммунную систему, участвует в формировании антител, способствует нормальной функции желудка.

Аминокислоты изолейцин, лейцин и валин совместно участвуют в производстве мышечной энергии, улучшении нервно-мышечных расстройств, предотвращают повреждение печени и регулируют баланс уровня сахара в крови. Метионин в печени синтезирует с-аденозин-метионин, который эффективен при лечении заболеваний печени, депрессии, остеоартрита, головного мозга, фибромиалгии и хронической усталости. Он также действует как мощный детоксикационный агент, который значительно снижает содержание тяжелых металлов в организме и защищает его от свободных радикалов.

Квиноа также содержит фенилаланин (стимулятор работы мозга, основной элемент нейротрансмиттеров, способствующих развитию бдительности, снятию боли, депрессий), треонин (участвует в детоксикации печени, образовании коллагена и эластина) и триптофан (непосредственный предшественник нейромедиатора серотонина, подавляющего депрессию, стресс, беспокойство, бессонницу).

Таким образом, на основании зарубежных литературных данных изучение аминокислотного состава и расчет биологической ценности семян квиноа, выращенных впервые в России, является актуальным.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали белые семена квиноа, выращенные в агроклиматических условиях Краснодарского края (урожай 2015 г.).

Определение аминокислотного состава семян квиноа проводили методом капиллярного электрофореза на аппарате «Капель-105». Метод основан на разложении проб с помощью гидролиза с переводом аминокислот в свободные формы, получении ФТК-производных (фенилизотиокарбамильных), дальнейшем их разделении и количественном определении методом капиллярного электрофореза. Детектирование проводили в УФ-области спектра при длине волны 254 нм (Методика М-04-38-2009. Определение протеиногенных аминокислот в комбикормах и сырье).

Оценку аминокислотной сбалансированности семян квиноа проводили по аминокислотному скору (АС), коэффициенту различия аминокислотного скоры (КРАС), биологической ценности (БЦ), коэффициенту рациональности аминокислотного состава (R_c), коэффициенту эффективности белка (КЭБ) и индексу незаменимой аминокислоты (ИНАК) [5, 6, 7].

Аминокислотный скор незаменимых аминокислот (далее НАК) рассчитывали по формуле

$$AC = \frac{AC_{i \text{ квиноа}}}{AC_{\text{ФАО/ВОЗ}}}, \quad (1)$$

где АС – аминокислотный скор i -й НАК, %; $A_{i \text{ БИП}}$ – содержание i -й НАК в семенах квиноа, г/100 белка; $A_{i \text{ ФАО/ВОЗ}}$ – содержание i -й НАК в белке ФАО/ВОЗ, г/100 белка.

Коэффициент различия аминокислотного скор рассчитывали по формуле

$$KPAС = \frac{\sum (AC_i - AC_{\min})}{n}, \quad (2)$$

где AC_i – аминокислотный скор i -й НАК, доли ед.; $AC_{\min}$ – аминокислотный скор лимитирующей аминокислоты, доли ед.; n – количество НАК.

Биологическую ценность рассчитывали по формуле

$$БЦ = 100 - KPAС. \quad (3)$$

Коэффициент рациональности аминокислотного состава рассчитывали по формуле

$$R_c = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i \cdot A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad (4)$$

где a_i – коэффициент утилитарности НАК, равный $C_{\min}/C_i$; здесь $C_{\min}$ – минимальный скор НАК оцениваемого белка семян квиноа по отношению к эталону, доли ед.; C_i – скор i -й незаменимой аминокислоты семян квиноа по отношению к эталону, доли ед.; A_i – массовая доля i -й незаменимой аминокислоты в семенах квиноа, г/100 г белка.

Коэффициент эффективности белка (КЭБ) в семенах квиноа рассчитывали по методике, изложенной в [5]. Необходимо учитывать, что данный метод предназначен для значения КЭБ в интервале 0,69–3,22.

Для определения КЭБ каждому значению АС всех незаменимых аминокислот придавали «вес» (y), показатели которого представлены в табл. 1. Полученные значения «веса» суммировали. Далее вычисляли «ассоциируемый вес» (z) и также находили его сумму.

Ассоциируемый вес (z) для каждого значения АС равен:

- для НАК, АС которых от 100 до 150 %, равен 0,01;
- для НАК, АС которых до 100 %, «ассоциируемый вес» равен $(1/AC) \times y$;

- для НАК, АС которых свыше 150 %, «ассоциируемый вес» равен (y^2/AC).

Таблица 1

«Вес» незаменимых аминокислот

Аминокислотный скор АС, %	«Вес» (y)	Аминокислотный скор АС, %
100	1	100–150
99–91	2	151–200
90–81	2,83	201–250
80–71	4	251–300
70–61	5,66	301–350
60–51	8	350
50–41	11,31	
40–31	16	
30–21	22,63	
20–11	32	
10–0	45–25	

Далее определяли счет НАК квиноа, равный отношению суммы «веса» (y) к сумме «ассоциируемого веса» (z). Вычисляли отношение счета НАК семян квиноа к счету НАК казеина по формуле

$$ОКС = \frac{\text{СчетНАКквиноа}}{\text{СчетНАКказеина}}. \quad (5)$$

Коэффициент эффективности белка рассчитывали по формуле

$$КЭБ_{\text{расч.}} = -2,1074 + 7,1312 \times (ОКС) - 2,5188 \times (ОКС)^2. \quad (6)$$

Индекс незаменимой аминокислоты рассчитывали по формуле

$$ИНАК = \sqrt[n]{\frac{\text{Лиз}_{\text{квиноа}}}{\text{Лиз}_0} \times \frac{\text{Мет}_{\text{квиноа}}}{\text{Мет}_0} \times \dots \times \frac{\text{Фен}_{\text{квиноа}}}{\text{Фен}_0}}, \quad (7)$$

где n – количество НАК; индексы «квиноа» и «Э» – содержание аминокислоты в семенах квиноа и эталонном белке соответственно.

Расчетно-аналитическим путем определяли степень удовлетворения суточной потребности организма человека в белке и незаменимых аминокислотах при употреблении 100 г семян квиноа.

Результаты и их обсуждение

Для оценки биологической ценности семян квиноа определяли их аминокислотный состав и сравнивали с белком ФАО/ВОЗ. Результаты представлены в виде аминокрамы на рис. 1.

Анализ аминокрамы показал, что по содержанию незаменимых аминокислот белок семян квиноа приближается к белку ФАО/ВОЗ (куриный белок).

В дальнейшем была проведена сравнительная оценка аминокислотного состава семян квиноа с аминокислотным составом основных сельскохозяйственных культур (пшеница, кукуруза, рис). Результаты сравнительного анализа аминокислотного состава представлены в табл. 2.

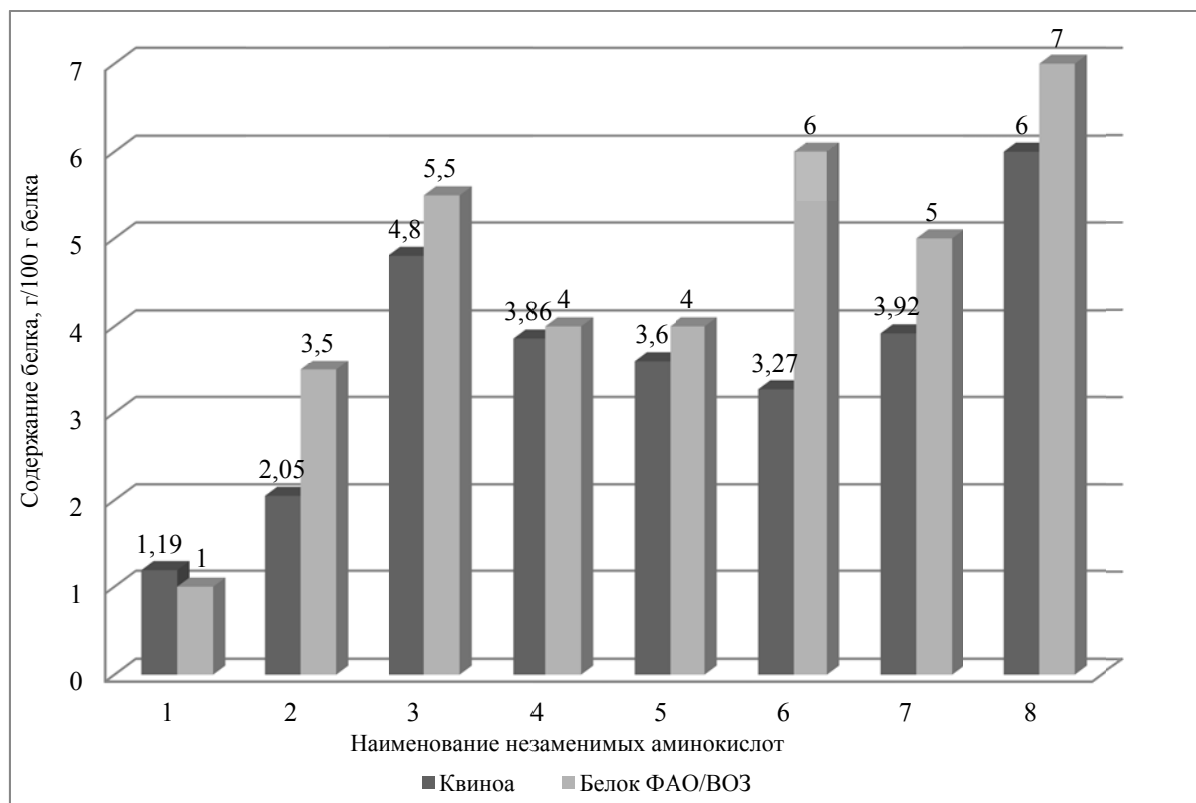


Рис. 1. Аминокрама семян квиноа: 1 – триптофан; 2 – метионин; 3 – лизин; 4 – треонин; 5 – изолейцин; 6 – фенилаланин; 7 – валин; 8 – лейцин

Сравнительный аминокислотный состав семян квиноа и основных сельскохозяйственных культур

Показатель	Содержание аминокислот, г/100 г белка			
	Квиноа	Пшеница	Кукуруза	Рис
Незаменимые аминокислоты				
Валин	3,92±0,001	4,64±0,002	4,66±0,002	5,48±0,001
Изолейцин	3,6±0,01	4,16±0,01	3,98±0,02	5,94±0,03
Лейцин	6,0±0,01	7,76±0,01	2,1±0,001	10±0,01
Лизин	4,8±0,002	2,72±0,001	2,91±0,001	3,97±0,001
Метионин	2,15±0,01	1,44±0,02	1,94±0,01	2,05±0,01
Треонин	3,86±0,01	2,96±0,01	3,11±0,03	3,56±0,01
Триптофан	1,19±0,001	1,12±0,002	0,78±0,001	1,23±0,001
Фенилаланин	3,27±0,002	4,96±0,001	4,47±0,003	5,62±0,001
Лимитирующая аминокислота	Треонин, 75 %	Лизин, 49 %	Лизин, 53 %	Лизин, 72 %
Заменимые аминокислоты				
Аланин	4,44±0,01	3,68±0,01	7,67±0,01	5,34±0,02
Аргинин	2,22±0,001	5,04±0,001	4,56±0,001	8,22±0,001
Аспарагиновая кислота	6,61±0,01	5,44±0,02	5,63±0,01	8,77±0,01
Гистидин	4,87±0,002	2,24±0,001	2,52±0,002	2,6±0,002
Глицин	5,1±0,001	4,0±0,002	3,4±0,001	5,48±0,001
Глутаминовая кислота	12,9±0,01	29,4±0,01	17,3±0,01	18,36±0,03
Пролин	2,51±0,01	9,52±0,01	8,25±0,01	4,93±0,02
Серин	3,68±0,01	4,8±0,01	4,66±0,01	4,93±0,02
Тирозин	2,63±0,001	3,36±0,002	3,69±0,003	3,97±0,001
Цистин	1,85±0,002	1,52±0,002	1,65±0,001	1,92±0,002
Белки, г	15,2±0,01	12,5±0,02	7,3±0,01	10,3±0,01

В результате анализа табл. 2 установлено, что семена квиноа отличаются высоким содержанием наиболее дефицитной незаменимой аминокислоты лизина (4,8) по сравнению с пшеницей (2,72), кукурузой (2,91) и рисом (3,97). По количеству метионина и треонина семена квиноа также превосходят вышеприведенные сельскохозяйственные культуры.

Что касается «условно незаменимых» аминокислот, то квиноа содержит гистидин в 2 раза больше, чем пшеница. Гистидин имеет важное значение для детей, потому что организм не может синтезировать его до совершеннолетия. Поэтому эта аминокислота должна поступать с пищей, особенно в период роста. Гистидин также обладает противовоспалительным действием и участвует в реакции иммунной системы.

Аргинин, в свою очередь, также считается условно незаменимой аминокислотой в младенчестве, детстве и подростковом возрасте, так как стимулирует производство и выделение гормона роста, а также совершенствование деятельности тимуса и Т-лимфоцитов, участвующих в росте мышц.

Аланин является источником энергии для мышц, мозга и нервной системы, глицин действует в качестве успокаивающих нейромедиаторов в мозге и в качестве регулятора двигательной функции. Аспарагиновая кислота улучшает функцию печени и необходима для поддержания сердечно-сосудистой системы, глутаминовая кислота участ-

вует в производстве энергии для мозга и отвечает за память и пластичность нейронов.

В семенах квиноа содержится 39,6 % незаменимых аминокислот от общего количества протеиногенных аминокислот, что превышает содержание их (незаменимых аминокислот) в рисе (36,9) на 7,3 %, пшенице (30,1) на 31,5 %, кукурузе (28,8) на 37,5 %. Лимитирующей аминокислотой в семенах квиноа является треонин, имеющий аминокислотный скор 75 %.

Согласно [8] суточная потребность взрослого человека в белке при употреблении 100 г квиноа удовлетворяется на 19,7 %, пшеницы – на 16,2 %, кукурузы и риса – на 13,3 и 9,5 % соответственно.

Суточная потребность детей младшего школьного возраста в белке при употреблении 100 г квиноа удовлетворяется на 24,1 %, пшеницы – на 19,8 %, кукурузы и риса – на 16,3 и 11,6 % соответственно.

Для оценки сбалансированности аминокислотного состава муки из семян квиноа расчетным путем определили следующие показатели качества белка: биологическая ценность (БЦ), коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), коэффициент рациональности аминокислотного состава БИП (R_c), коэффициент эффективности БИП (КЭБ), индекс незаменимой аминокислоты (ИНАК). В качестве эталонного белка использовали казеин. Результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сбалансированность квиноа по аминокислотному составу

Продукт	БЦ, %	КРАС, %	R _c , доли ед.	КЭБ, доли ед.	ИНАК, доли ед.
Эталон (ФАО/ВОЗ)	100	–	1,0	2,5	1,0
Мука квиноа	75,4	24,6	0,58	1,02	1,19
Мука кукурузная	66,8	33,2	0,49	0,82	1,14
Мука пшеничная	43,5	56,5	0,37	0,75	0,58
Мука рисовая	28,5	71,5	0,23	0,61	0,39

Результаты табл. 3 показывают, что биологическая ценность квиноа превосходит биологическую ценность кукурузной и пшеничной муки на 11,5 и 24 % соответственно, а рисовой муки – почти в 3 раза. Отсюда следует, что коэффициент различия аминокислотного скора квиноа, показывающий избыточное количество незаменимых аминокислот, используемых на пластические нужды, меньше, чем в кукурузной, пшеничной и рисовой муке.

Отмечено, что коэффициент рациональности аминокислотного состава квиноа, численно характеризующий сбалансированность аминокислотного состава квиноа, превосходит коэффициент рациональности аминокислотного состава кукурузной и пшеничной муки на 15,5 и 36 % соответственно, а рисовой муки – более чем в 2 раза.

Следовательно, квиноа обладает более ценным аминокислотным составом по сравнению с кукурузной, пшеничной и рисовой мукой и содержит в 2 раза больше незаменимых аминокислот, что обуславливает целесообразность внесения ее в пищевые продукты для повышения биологической ценности.

На следующем этапе работы нами была рассчитана степень удовлетворения суточной нормы бел-

ка и незаменимых аминокислот для детей и взрослых при употреблении 100 г семян квиноа.

Расчетные данные удовлетворения суточных норм белка и незаменимых аминокислот в пищевом статусе ребенка (от 7 до 11 лет, масса тела 35 кг) и взрослого человека (вторая группа физической активности, коэффициент физической активности 1,6, для мужчин в возрасте 30–39 лет, масса тела 75 кг) при употреблении 100 г семян квиноа в сравнении с другими сельскохозяйственными культурами приведены на рис. 2 и 3.

Из рис. 2 установлено, что при употреблении 100 г квиноа суточная норма в незаменимых аминокислотах для взрослого человека только в фенилаланине покрывается на 74,3 %, а нормы остальных аминокислот покрываются полностью.

Так как потребность в незаменимых аминокислотах в детском возрасте выше, то степень удовлетворения (согласно рис. 3) ребенка младшего школьного возраста в незаменимых аминокислотах при употреблении 100 г квиноа покрывается в метионине на 68 %, фенилаланине – на 79,7 %, в лейцине и изолейцине приблизительно одинаково – на 88 %, в валине – на 93,3 %, в лизине, триптофане и треонине – свыше 100 %, т.е. полностью.



Рис. 2. Обеспечение суточной потребности взрослого человека в незаменимых аминокислотах при употреблении 100 г продукта, % от нормы



Рис. 3. Обеспечение суточной потребности для детей младшего школьного возраста в незаменимых аминокислотах при употреблении 100 г продукта, % от нормы

Проведенные исследования аминокислотного состава семян квиноа позволяют использовать эту культуру в решении проблем белкового дефицита в питании путем обычного употребления в пищу только семян (можно в отварном виде как гарнир) или в виде муки в хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделиях для повышения их биологической ценности. Здесь следует обязательно отметить, что семена квиноа используют как безглютеновое сырье в производстве специализированных продуктов питания для людей, страдающих непереносимостью пшеничного белка глютена (целиакией) [1]. При этом у больных целиакией наблюда-

ется поражение всасываемости кишечником основных питательных веществ, в том числе и белков. Поэтому использование семян квиноа в безглютеновом питании позволяет также решить проблему белковой недостаточности.

Таким образом, проведенные исследования аминокислотного состава, расчеты аминокислотной сбалансированности и степени удовлетворения суточных норм белка и незаменимых аминокислот семян квиноа позволяют позиционировать эту культуру как ценное сырье для создания специализированных пищевых продуктов повышенной биологической ценности.

Список литературы

1. Щеколдина, Т.В. Использование квиноа в производстве мучных кондитерских изделий для людей, страдающих целиакией / Т.В. Щеколдина, А.Г. Христенко, Е.А. Черниховец // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2015. – № 5 (34). – С. 54–59.
2. Щеколдина, Т.В. Квиноа – уникальная культура многоцелевого назначения / Т.В. Щеколдина, А.Г. Христенко // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. – № 5 (22). – С. 91–96.
3. Peter, J. Quinoa (Chenopodium quinoa) / J. Peter, Maughan and et // Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. – 2007. – Vol. 3. – P. 148–158.
4. Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security July 2011 // Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org>.
5. Полуфабрикат повышенной биологической ценности / О.И. Чижилова [и др.] // Наука, техника, производство. – 2007. – № 7. – С. 51–52.
6. Рецептуры композитных смесей для хлебобулочных изделий / Т.А. Санина [и др.] // Наука, техника, производство. – 2006. – № 2. – С. 66–68.
7. Щеколдина, Т.В. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий повышенной биологической ценности с использованием белкового изолята подсолнечного шрота: дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2010. – 169 с.
8. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08: утв. рук. Фед. службы по надзору в сфере защ. прав потреб. и благоп. чел., Гл. гос. сан. врачом РФ Г.Г. Онищенко 18.12.2008: ввод в действие с 18.12.2008.

THE STUDY OF BIOLOGICAL VALUE OF QUINOA SEEDS (*CHENOPODIUM QUINOA*) TO CREATE SPECIALIZED FOOD PRODUCTS

T.V. Shchekoldina*, E.A. Chernihovets, A.G. Hristenko

¹Kuban State Agrarian University,
13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia

²LLC "Lisa",
Industrial Area – 2, Krasnodar, 350052, Russia

*e-mail: schekoldina_tv@mail.ru

Received: 10.05.2016

Accepted: 10.07.2016

Nowadays, an important part of the world food problem is a shortage of protein in the diet. This is a complicated problem, the significance of which is related to the special role of protein in a human life. The negative dynamics of protein value changes in the human diet is associated with both quantitative protein deficiency and a gradual reduction of its biological value. In accordance with the problem of protein deficiency in the population diet the amino acid composition has been studied and biological value of unique and worldwide recognized culture of quinoa (*Chenopodium quinoa*) has been calculated. The study used the white quinoa seeds grown under the agro-climatic conditions of Krasnodar territory of 2015 harvest. It has been stated that the amino acid composition of quinoa seeds is presented by all essential amino acids. The calculated indices of the biological value, such as the ratio of amino acid differences, rationality coefficient of amino acid composition, protein efficiency ratio and the index of essential amino acids, showed the advantage of the protein value of quinoa seeds compared with the main crops (wheat, corn, and rice). The daily norm of proteins and essential amino acids for primary school children and adults consuming 100 grams of quinoa seeds has also been calculated. It has been found that when using 100g of quinoa the daily norm in essential amino acids for adults in phenylalanine only is covered by 74.3%, and norms of the remaining amino acids are covered completely, and for primary school children the daily norm of essential amino acids is covered by an average of 80% and the most deficient lysine is covered completely.

Quinoa seeds, biological value, protein, essential amino acids

References

1. Shchekoldina T.V., Khristenko A.G., Chernihovets E.A. Ispol'zovanie kvinoa v proizvodstve muchnykh konditerskikh izdeliy dlya lyudey, stradayushchikh tseliakiey [Use in the production of quinoa flour confectionery products for people suffering from celiac disease]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2002, no. 5, pp. 54–59.
2. Shchekoldina T.V., Khristenko A. G. Kvinoa – unikal'naya kul'tura mnogotsелеvogo naznacheniya [Quinoa – a unique culture, multi-purpose]. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov* [Technology and the study of merchandise of innovative foodstuffs], 2013, no. 5 (22), pp. 91–96.
3. Peter J. Quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Gen. Map. and Mol. Breed. in Plants.*, 2007, vol. 3, pp. 148–158.
4. *Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security July 2011* (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Available at: <http://www.fao.org> (accessed 15 April 2016).
5. Chizhikova O.I., et al. Polufabrikat povyshennoy biologicheskoy tsennosti [Semi-finished product of increased biological value]. *Nauka, tekhnika, proizvodstvo* [Science, technology and production], 2007, no. 7, pp. 51–52.
6. Sanina T.A., et al. Retseptury kompozitnykh smesey dlya khlebobulochnykh izdeliy [Formulations of composite mixtures for baked goods]. *Nauka, tekhnika, proizvodstvo* [Science, technology and production], 2006, no. 2, pp. 66–68.
7. Shchekoldina T.V. *Sovershenstvovanie tekhnologii khlebobulochnykh izdeliy povyshennoy biologicheskoy tsennosti s ispol'zovaniem belkovogo izolyata podsolnechnogo shrota. Diss. kand. tekhn. nauk* [Improvement of bakery technology high biological value protein isolate using sunflower meal. Cand. eng. sci. thesis]. Krasnodar, 2010. 169 p.
8. MR 2.3.1.2432-08. Normy fiziologicheskikh potrebnosti v energii i pishchevykh veshchestvakh dlia razlichnykh grupp naseleniya Rossiiskoi Federatsii [Methodical recommendations 2.3.1.2432-08. Norms of physiological needs for energy and food substances for various groups of the population of the Russian Federation]. Moscow, Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteli i blagopoluchiya cheloveka, 2008. 41 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Щеколдина, Т.В. Изучение биологической ценности семян квиноа (*Chenopodium quinoa* Willd.) для создания специализированных продуктов питания / Т.В. Щеколдина, Е.А. Черниковец, А.Г. Христенко // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 90–97.

Shchekoldina T.V., Chernihovets E.A., Hristenko A.G. The study of biological value of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa*) to create specialized food products. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 90–97. (in Russ.).

Щеколдина Татьяна Владимировна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел.: +7 (861) 221-59-04, e-mail: schekoldina_tv@mail.ru

Черниховец Екатерина Андреевна

студент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, тел.: +7 (861) 221-59-04

Христенко Анастасия Григорьевна

специалист по качеству пищевой продукции, ООО «Лиса», 350052, Россия, г. Краснодар, Промзона – 2

Tatiana V. Shchekoldina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University, 13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia, phone: +7 (861) 221-59-04, e-mail: schekoldina_tv@mail.ru

Ekaterina A. Chernihovets

Student of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University, 13, Kalinina Str., Krasnodar, 350044, Russia, phone: +7 (861) 221-59-04

Anastasia G. Hristenko

Specialist Quality of Food Products, LLC "Lisa", Industrial Area – 2, Krasnodar, 350052, Russia



УДК 664.857.2

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПОТОКОВ В РОТОРНО-ПЛЕНОЧНОМ ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ

А.С. Ащеулов

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

e-mail: dobriyandrey@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 02.03.2016

Дата принятия в печать: 01.06.2016

В технологических процессах пищевых производств обработка сырья в тонких слоях занимает особое место, так как зачастую технология предусматривает операции концентрирования жидких продуктов, которые могут терять полезные свойства при нагреве до высоких температур, а при длительном времени обработки – прилипнуть. В этом случае эффективность применения пленочных аппаратов выше, поэтому роторно-пленочные испарители широко используются также в химической, фармацевтической и других отраслях промышленности. В работе приводятся результаты исследования кинетических закономерностей движения потоков жидкости в роторно-пленочном выпарном аппарате, также дается анализ факторов, влияющих на процесс выпаривания в подвижной тонкой пленке. Определено, что получение качественных сгущенных продуктов зависит от равномерности распределения обрабатываемого раствора по рабочей поверхности аппарата. Визуальные наблюдения процесса образования пленки показали, что жидкость, находящаяся в зазоре между рабочей поверхностью аппарата и вращающейся лопастью ротора, образует подвижный клин, что позволило использовать аналогию с теорией смазки при описании движения жидкостного клина в подшипнике скольжения. Для проведения количественного анализа влияния конструктивных и режимных параметров работы аппарата на равномерность распределения пленки обрабатываемого раствора использовался аналитический метод построения зависимостей. Путем преобразования аналитического выражения напряжения сдвига между слоями получено выражение для определения силы действия лопасти на раствор. Проведен анализ влияния вязкости раствора, величины давления в аппарате и скорости вращения ротора на равномерность образования жидкостной пленки. Графическим методом найдено направление действия сил со стороны лопасти при различных параметрах работы и определено направление движения потоков в объеме роторно-пленочного выпарного аппарата. На основе полученных данных предложены рекомендации по подбору конструктивных и рабочих параметров аппарата.

Выпаривание, выпарной аппарат, лопасть, пленка, вязкость, трение

Введение

Производство пищевых продуктов с повышенными качественными характеристиками опирается на применение сырья, которое обладает всеми полезными свойствами природной растительной основы [1, 2]. Использование концентрированных густых настоев и добавок распространено во многих технологических процессах. Процесс выпаривания – это основа при производстве продуктов, таких как сгущенные молочные продукты, фруктовые соки, томатная паста, повидло и другие [3, 4]. Концентрирование исходного продукта происходит за счет удаления легколетучей фракции растворителя, что в свою очередь позволяет продлить не только сроки хранения полуфабрикатов и готового продукта, но также уменьшить их объем и массу при хранении и транспортировке.

Наиболее целесообразно процесс концентрирования экстрактов из растительного сырья проводить в выпарных аппаратах роторно-пленочного

типа, так как они обладают рядом преимуществ перед другими, а именно обработка термолабильных растворов, достижение более высокого качества продукта с сохранением всех исходных полезных свойств [5].

При изучении кинетики движения потоков жидкости в роторно-пленочном выпарном аппарате важно учитывать, что благодаря сжатию жидкости в клине между лопастью и рабочей поверхностью аппарата возникает давление на рабочий орган, а также нормальная сила, имеющая направление по нормали к его поверхности.

Р. Шнейдер изучал процесс концентрирования в роторно-пленочном аппарате с шарнирно-закрепленными лопастями, используя при этом метод отсечки, с помощью которого находил толщину пленки и время задержания жидкости в аппарате, а также визуально определял характер течения. Для этого он использовал аппарат диаметром 160 мм и прозрачную модель. Его работа выполнялась на воде,

глицерине и в смесях этих веществ при температуре 20 °C [6].

Из данного исследования можно сделать вывод, что толщина пленки растет прямо пропорционально плотности орошения и вязкости жидкости. За счет того, что модель аппарата выполнена из прозрачного материала, появилась возможность наблюдения за характером течения раствора. Это позволило выявить, что жидкость перед лопастью течет в виде носовой волны. Время пребывания жидкости в аппарате тем выше, чем выше вязкость. Увеличение плотности орошения до определенного значения приводит к тому, что уменьшается нахождение жидкости в аппарате, со временем нахождение жидкости в аппарате становится постоянным.

В связи с тем, что ученый в своих трудах не указывает технические данные аппарата, такие как количество лопастей в сечении аппарата и скорость вращения ротора, трудно определить зависимость времени нахождения раствора в аппарате от плотности орошения, однако общий характер изменения толщины пленки и время пребывания жидкости в аппарате можно проследить.

Целью данной работы является изучение движения потока жидкости в роторно-пленочном выпарном аппарате.

Объекты и методы исследований

Анализ распределения жидкости в роторно-пленочном выпарном аппарате исходя из равновесия центробежных и динамических усилий, действующих на лопасть, показал, что в зазоре между рабочим органом и корпусом аппарата жидкость рассматривается как клин с углом при вершине θ . Носовая волна образуется из-за вытеснения жидкости перед фронтом лопасти (рис. 1).

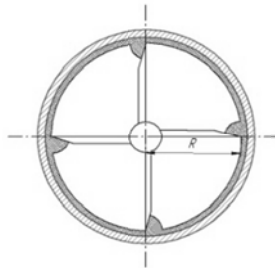


Рис. 1. Распределение жидкости шарнирно-закрепленной лопастью

При сжатии жидкости в клине между стенкой аппарата и лопастью ротора возникает давление на последнюю и соответствующая сила, направленная по нормали к ее поверхности [7]. При этом возникает гидродинамическая обстановка, аналогичная при трении в подшипниках скольжения. Поэтому дальнейшие выводы основываются на теории смазки.

При ширине лопасти и зазоре h_0 между средней точкой лопасти и стенкой линейный зазор выражается:

$$h = h_0 \cdot \left(1 - \frac{l \cdot \tan \theta}{2 \cdot h_0} \right), \quad (1)$$

где l – ширина лопасти ротора [8].

Рассмотрим часть роторно-пленочного аппарата, а именно одну лопасть ротора, стенку и жидкость, находящуюся между ними. Лопасть ротора движется с постоянной скоростью ($v_{\text{л}} = v_0$) относительно рабочей поверхности аппарата ($V_A = 0$). Для того чтобы провести анализ движения жидкости, находящейся между плоскостями рабочего органа и рабочей поверхностью аппарата, разбиваем ее на мельчайшие слои так, что слои, находящиеся ближе к плоскостям, прилипают к ним, слой около плоскости лопасти захватывается и приобретает ее скорость, а ближайший слой жидкости к стенке аппарата статичен. Причем скорость всех слоев v изменяется линейно от стенки аппарата к лопасти ротора от 0 до V_0 аналогично ламинарному течению, когда все слои двигаются параллельно друг другу, таким образом градиент скорости равен:

$$\frac{dv}{dz} = \frac{v_0}{h}, \quad (2)$$

где h – зазор между поверхностями лопасти ротора и стенкой аппарата.

Эту разницу в скоростях рассматриваемых слоев жидкости можно объяснить трением между ними, оно называется внутренним трением. Рассмотрим случай, представленный на рис. 2. Плоские поверхности, обозначенные буквами AB и CD , параллельны друг другу. Поверхность AB , это лопасть ротора, движется с постоянной скоростью V . Поверхность CD (стенка аппарата) неподвижна. Толщина жидкой пленки, разделяющей поверхности, равна h .

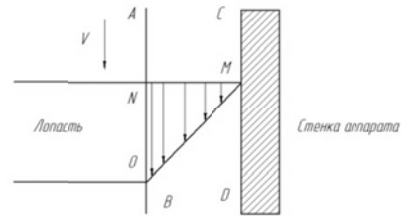


Рис. 2. Распределение скоростей движения пленки

Такую пленку можно представить состоящей из отдельных молекулярных слоев, на которые действуют силы сдвига. Эти слои скользят один относительно другого. Будем считать, что в контакте приповерхностного слоя жидкости с соответствующей поверхностью нет проскальзывания, и, следовательно, слой, соприкасающийся с движущейся пластиной, перемещается со скоростью V , а слой, прилегающий к неподвижной плоскости, имеет скорость, равную нулю. Скорость частицы жидкости, находящейся в какой-либо промежуточной точке между поверхностями, пропорциональна расстоянию от этой точки до поверхности CD . То

ЭКСТРУДАТЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЛИПИДОВ И ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН

А.А. Курочкин*, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
технологический университет»,
440039, Россия, г. Пенза,
проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11

*e-mail: anatoli_kuro@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 15.04.2016

Дата принятия в печать: 10.06.2016

Применение в качестве функциональной добавки к мучным кондитерским и хлебобулочным изделиям композитов, полученных путем экструдирования смеси растительного сырья с высоким содержанием крахмала, липидов, белка и пищевых волокон, весьма актуально. Между тем получение качественных экструдатов из сырья с таким составом на серийно выпускаемом оборудовании не представляется возможным из-за неустойчивого характера протекания экструзионного процесса. В статье на основе изучения реакции капиллярно-пористых экструдатов на среду с пониженным давлением воздуха обоснован один из актуальных векторов развития термопластической экструзии многокомпонентного растительного сырья. Его научная концепция заключается в том, что влажность сырья и содержание в нем липидов существенно влияет на интенсивность «декомпрессионного взрыва» экструдата при выходе из фильеры машины. Приемлемое значение пористости экструдатов при переработке сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон обеспечивается за счет создания в специальной камере экструдера давления воздуха ниже атмосферного. В результате проведенных экспериментальных исследований показано, что на пористость экструдата с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон определяющее влияние оказывает содержание основного ингредиента экструдированной смеси (расторопши пятнистой) и содержание в нем массовой доли влаги. Для получения поликомпонентного экструдата на основе семян расторопши пятнистой в качестве наполнителя следует использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14 %, соответствующей по ГОСТ Р 52554-2006 базисным кондициям для этой культуры. При этом условии наиболее высокую пористость экструдата можно получить при содержании в нем не более 25 % расторопши пятнистой с массовой долей влаги 24–28 %.

Экструдат, липиды, пищевые волокна, пшеница, расторопша пятнистая, пористость

Введение

Широкое применение методов термопластической экструзии в пищевых технологиях объясняется в первую очередь возможностью эффективного воздействия на полисахариды и белки обрабатываемого сырья. В настоящее время практически все вопросы, связанные с преобразованиями этих ингредиентов, входящих в состав сырья растительного происхождения, изучены достаточно хорошо. Выявлены наиболее значимые факторы, влияющие на этот процесс, а также обоснованы их рациональные численные значения [1, 2, 12–17].

Следующей по сложности задачей получения экструдатов с планируемыми свойствами является переработка углеводно-белково-липидного сырья. Решение этой задачи осложняется своеобразным поведением липидов в экструзионном процессе, когда при выходе их количества за определенные границы диссипативная система экструдера, преобразующая механическую энергию его рабочих органов в тепловую, функционирует в неустойчивом режиме. Иными словами, повышенное содержание липидов в перерабатываемом сырье отрицательно влияет на силы трения частиц экструдированного материала между собой, а также с рабочими органами экструдера и в конечном итоге – на температуру и давление экструдата на выходе из машины. Как правило,

это угнетает процесс порообразования и не позволяет получать экструдаты с высокими значениями коэффициента расширения [3, 10, 11].

Еще более сложные технические и технологические проблемы необходимо решать в процессе переработки сырья, содержащего, кроме указанных ингредиентов, растворимые (пектин, камеди, слизи) и нерастворимые пищевые волокна (клетчатка, лигнин). Некоторые виды такого сырья обладают уникальными свойствами, имея в своем составе относительно много белков, липидов и пищевых волокон и относительно мало – углеводов. К такому сырью можно отнести семена расторопши пятнистой, тыквы (с оболочкой), льна, кунжута и др.

Известно, что при высоком содержании клетчатки в сырье активность крахмала как инициатора процесса порообразования в экструдатах падает. С другой стороны, применение экструдатов, получаемых из растительного крахмалсодержащего сырья, свидетельствует о существенном влиянии их пористости на набухаемость, водо- и жирудерживающую способность, растворимость, коэффициент расширения, а также текстуру и усвояемость готовых продуктов. Эти свойства экструдатов в определенной степени зависят от содержания крахмала и массовой доли влаги в сырье. Учитывая, что клетчатка в процессе экструзионной обработки весьма

успешно соперничает с остальными компонентами сырья за взаимодействие с водой, логично предположить существенное ухудшение процесса порообразования при обработке сырья с повышенным содержанием пищевых волокон [5, 7, 18].

Теоретические и экспериментальные исследования реакции капиллярно-пористых экструдатов на среду с пониженным давлением воздуха позволили авторам статьи обосновать научную концепцию, на основе которой можно устранить или существенно нивелировать недостатки, свойственные технологии экструдирования растительного поликомпонентного сырья [6, 8]. Концепция предполагает учитывать следующие положения.

1. Оптимизация процесса экструдирования растительного сырья с повышенным содержанием липидов и клетчатки возможна за счет его переработки в смеси с ингредиентами с высоким содержанием углеводов.

2. На качество получаемого экструдата влияет не только массовая доля влаги в обрабатываемой смеси, но и данный показатель для каждого ингредиента, входящего в состав смеси.

3. При производстве экструдатов с повышенным содержанием липидов температура нагрева обрабатываемого сырья не должна быть выше 100–105 °С, а полученный продукт желательно охладить и высушить до содержания массовой влаги не более 6–7 % сразу же после выхода из фильеры матрицы экструдера.

4. Приемлемое значение коэффициента взрыва экструдатов (3,0–3,5) при переработке сырья с содержанием липидов выше 7 % обеспечивается за счет создания в специальной камере экструдера давления воздуха ниже атмосферного.

Целью работы является обоснование основных технологических параметров и оценка степени их влияния на процесс получения экструдатов из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон.

Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования выполнялись с помощью одношнекового пресс-экструдера, модернизированного согласно патенту на изобретение № 2561934 «Экструдер с вакуумной камерой» [9].

Объект исследования – смесь неизмельченных зерен пшеницы и семян рапсовидной пшеницы, которую подвергали экструдированию в течение 15–20 с при температуре 100–105 °С с последующим воздействием на выходящее из фильеры матрицы экструдера сырье пониженным давлением, равным 0,05 МПа. Частота вращения шнека пресс-экструдера составляла 7,5 с⁻¹, диаметр фильеры матрицы экструдера – 4 мм. На выходе из фильеры

матрицы машины экструдат разрезался на частицы длиной 0,5–0,8 мм.

Применяемое в исследованиях зерно пшеницы сорта Саратовская 36 характеризовалось следующими показателями: масса 1000 семян равнялась 34,2 г; количество полисахаридов (крахмал + гемицеллюлоза + клетчатка), белка и липидов составляло соответственно 62,8 (52,6 + 7,6 + 2,6); 12,4 и 2,2 %.

Масса 1000 семян рапсовидной пшеницы сорта Дебют равнялась 26,8 г; содержание липидов, белка и клетчатки в семенах составляло соответственно 24,8; 22,3 и 33,0 %.

В качестве исследуемых были выбраны следующие факторы: содержание семян рапсовидной пшеницы в экструдированной смеси – М (%), массовая доля влаги в зерне пшеницы – В1 (%) и массовая доля влаги в семенах рапсовидной пшеницы – В2 (%). За критерий качества полученного экструдата была принята его пористость П (%).

Ранее проведенные исследования позволили установить, что для получения экструдата рапсовидной пшеницы с приемлемым коэффициентом взрыва (3,5–4,0) в качестве наполнителя можно использовать пшеницу с влажностью 14–15 % в количестве 75–80 % к экструдированной массе. При этом влажность экструдированной рапсовидной пшеницы необходимо поддерживать в пределах 22–24 % [4].

С учетом этих рекомендаций программа эксперимента была реализована с помощью центрального композиционного униформ-ротатабельного планирования, состоящего из трех уровней: факторного плана типа 2³, составляющего «ядро» центрального композиционного плана; звездных точек на осях факторного пространства, а также дополняющих опытов в центре плана. Это позволило более детально изучить значения факторов, близких к рациональным, полученных в предыдущих исследованиях. Матрица планирования и результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Методика определения пористости получаемых экструдатов заключается в следующем: образцы экструдата длиной 10 мм покрывались водостойким лаком и после высыхания помещались в цилиндр с водой. С учетом массы вытесненной из цилиндра воды определялся объем образца экструдата с порами. Затем образец экструдата подвергался сжатию с помощью ручных тисков, после чего также замерялся его объем. Пористость экструдата (%) определялась по формуле

$$П = \left(1 - \frac{V_6}{V_n} \right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где V_n – объем экструдата с порами, мм³; V_6 – объем экструдата после сжатия образца, мм³.

Таблица 1

Матрица планирования и результаты эксперимента

Система опытов	№ опыта	Кодированные факторы			Натуральные факторы			Пористость (П)
		X ₁	X ₂	X ₃	М	В1	В2	
Полный факторный эксперимент типа 2 ³	1	-1	-1	-1	20,00	12,00	20,00	64,0
	2	-1	-1	+1	20,00	12,00	28,00	68,7
	3	-1	+1	-1	20,00	16,00	20,00	64,0
	4	-1	+1	+1	20,00	16,00	28,00	78,6
	5	+1	-1	-1	30,00	12,00	20,00	62,2
	6	+1	-1	+1	30,00	12,00	28,00	67,5
	7	+1	+1	-1	30,00	16,00	20,00	70,1
	8	+1	+1	+1	30,00	16,00	28,00	80,2
Опыты в «звездных» точках	9	-1,68	0	0	16,59	14,00	24,00	67,5
	10	+1,68	0	0	33,41	14,00	24,00	70,3
	11	0	-1,68	0	25,00	10,64	24,00	60,0
	12	0	+1,68	0	25,00	17,36	24,00	65,5
	13	0	0	-1,68	25,00	14,00	17,27	62,0
	14	0	0	+1,68	25,00	14,00	30,73	77,4
Опыты в центре плана	15	0	0	0	25,00	14,00	24,00	76,8
	16	0	0	0	25,00	14,00	24,00	76,5
	17	0	0	0	25,00	14,00	24,00	76,6
	18	0	0	0	25,00	14,00	24,00	76,9
	19	0	0	0	25,00	14,00	24,00	76,5
	20	0	0	0	25,00	14,00	24,00	76,7

Результаты и их обсуждение

Реализация эксперимента и обработка полученных результатов позволили получить математическую модель второго порядка (2), описывающую зависимость пористости получаемого экструдата (П) от содержания семян расторопши пятнистой в экструдированной смеси (М), а также массовой доли влаги в перерабатываемом зерне пшеницы (В1) и семенах расторопши пятнистой (В2):

$$\begin{aligned}
 \Pi = & -196,2 + 3,1287 \times M - 0,0856 \times M^2 + 22,794 \times B1 - \\
 & -1,078 \times B1^2 + 4,0722 \times B2 - 0,1160 \times B2^2 + 0,1337 \times M \times B1 - \\
 & -0,0244 \times M \times B2 + 0,2297 \times B1 \times B2 \quad (2)
 \end{aligned}$$

Полученная модель характеризуется следующими показателями качества (табл. 2).

Таблица 2

Показатели качества полученной модели

Множест. - R	Множест. - R ²	SS - Модель	сс - Модель	MS - Модель
0,971	0,943	768,853	9	85,428
SS - Остаток	сс - Остаток	MS - Остаток	F	p
45,886	10	4,5886	18,62	0,00004

Анализ приведенных данных позволяет сделать следующие выводы по качеству полученной модели:

- множественный коэффициент корреляции $R = 0,971$ свидетельствует о весьма высокой силе связи между переменными (по шкале Чеддока);
- коэффициент детерминации $R^2 = 0,943$ позволяет утверждать, что в полученной модели 94,3 % изменчивости объясняется исследуемыми факторами (доля дисперсии зависимых переменных) и лишь 5,7 % – ошибками модели (доля необъясненной дисперсии);
- статистическая значимость составляет $p < 0,00004$, что соответствует высокому уровню доверия к полученной модели.

Первичный анализ модели может быть проведен по следующему алгоритму.

1. Выявление факторов, оказывающих наибольшее влияние на параметр оптимизации, и оценка меры воздействия каждого из них на процесс формирования пористой структуры экструдата.

2. Проверка гипотезы о механизме взаимодействия факторов и возможном синергизме влияния факторов на параметр оптимизации.

Абсолютная величина коэффициентов при изучаемых факторах позволяет сделать вывод о том, что наибольшее влияние на пористость получаемого экструдата оказывает массовая доля влаги в зерне пшеницы, а наименьшее – количество расторопши пятнистой в экструдированной смеси. При этом обращает на себя внимание то, что все коэффициенты при квадратичных значениях параметров имеют отрицательный знак. Это говорит о том, что исследуемые параметры влияют на параметр оптимизации криволинейно (параболически) с направлением ветвей, характерным для параболы с максимумом. В связи с этим, например, при увеличении массовой доли влаги в зерне пшеницы с 12 до 16 % пористость при прочих равных условиях имеет тенденцию к уменьшению, а увеличение массовой доли влаги в семенах расторопши пятнистой с

20 до 28 % способствует незначительному повышению пористости получаемого экструдата.

Следует особо отметить неоднозначное влияние количества семян рапсостопши пятнистой в экструдированной смеси на пористость экструдата – с увеличением данного показателя с 20 до 30 % пористость незначительно возрастает, а при дальнейшем повышении до 40 % – снижается более чем на 25 %. Вероятно, некоторое увеличение пористости в первом интервале объясняется более высокой массовой долей влаги в экструдированной смеси, которая за счет данного показателя для семян рапсостопши возрастает с 16 до 17 %. Снижение пористости экструдата при дальнейшем повышении количества семян рапсостопши пятнистой на фоне некоторого продолжающегося повышения массовой доли влаги в смеси, возможно, связано с отрицательной ролью липидов в этом процессе.

Для изучения свойств поверхности отклика в окрестностях оптимума выполнено каноническое преобразование полученной математической модели. Анализ поверхности отклика проводили с помощью двумерных сечений.

Уравнение (3), описывающее поверхность отклика и характеризующее зависимость пористости экструдата (П) от содержания в экструдированной смеси семян рапсостопши пятнистой (М) и массовой доли влаги в зерне пшеницы (В1), имеет вид

$$\begin{aligned} \Pi = & -153,1567 + 2,1751 \times M + 27,0162 \times B1 - \\ & -0,0782 \times M^2 + 0,1337 \times M \times B1 - 1,0323 \times B1^2. \end{aligned} \quad (3)$$

Графическая интерпретация данного уравнения представлена на рис. 1 (цифры показывают численные значения пористости экструдата в рассматриваемых областях поверхности отклика). Как видно из рисунка, область с высокими значениями пористости получаемого экструдата находится для первого фактора в интервале 23–30 %, для массовой доли влаги в зерне пшеницы – 14,0–15,5 %.

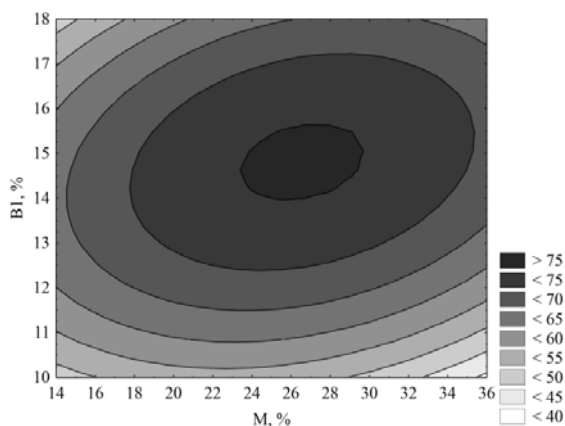


Рис. 1. Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость пористости экструдата (Π) от содержания в экструдированной смеси семян рапсостопши пятнистой (М) и массовой доли влаги в зерне пшеницы (В1)

Уравнение (4), описывающее поверхность отклика и характеризующее зависимость пористости экструдата (Π) от содержания в экструдированной смеси семян рапсостопши пятнистой (М) и массовой доли влаги в них (В2), имеет вид

$$\begin{aligned} \Pi = & -65,8325 + 4,1446 \times M + 6,0029 \times B2 - \\ & -0,0684 \times M^2 - 0,0244 \times M \times B2 - 0,0893 \times B2^2. \end{aligned} \quad (4)$$

Графический вид данного уравнения приведен на рис. 2.

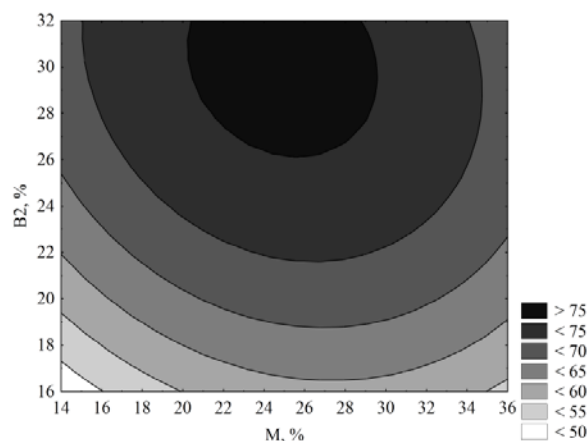


Рис. 2. Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость пористости экструдата (Π) от содержания в экструдированной смеси семян рапсостопши пятнистой (М) и массовой доли влаги в них (В2)

Анализ уравнения (4) и поверхности отклика показывает, что пористость экструдата (Π) увеличивается с возрастанием содержания в экструдированной смеси семян рапсостопши пятнистой и массовой доли влаги в них.

Зона с оптимальной пористостью получаемых экструдатов находится для первого фактора в интервале 20–30 %, а для массовой доли влаги в семенах рапсостопши пятнистой – 26 % и выше.

Уравнение (5), описывающее поверхность отклика и характеризующее зависимость пористости экструдата (Π) от содержания массовой доли влаги в зерне пшеницы (В1) и семенах рапсостопши пятнистой (В2), имеет вид

$$\begin{aligned} \Pi = & -155,1388 + 24,6509 \times B1 + 2,8256 \times B2 - \\ & -1,0253 \times B1^2 + 0,2297 \times B1 \times B2 - 0,1027 \times B2^2. \end{aligned} \quad (5)$$

В графическом виде уравнение представлено на рис. 3.

Анализ уравнения (5) показывает, что пористость экструдата (Π) существенно увеличивается при повышении влажности обрабатываемого сырья и имеет значение, близкое к максимальному, полученному в эксперименте (80,2 %) при содержании массовой влаги в зернах пшеницы 16 % и семенах рапсостопши пятнистой 28 %.

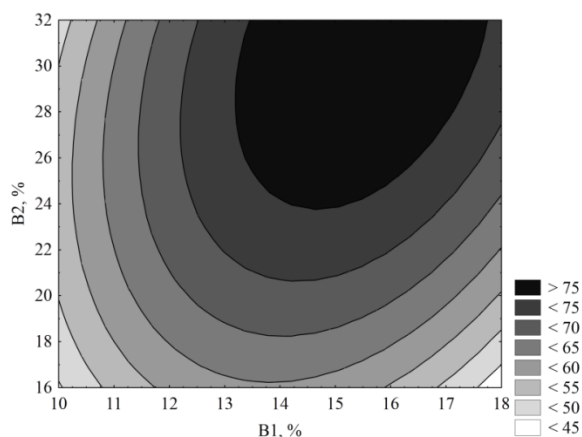


Рис. 3. Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость пористости экструдата (П) от содержания массовой доли влаги в зерне пшеницы (B1) и семенах рапсостеи пятнистой (B2)

Результаты экспериментальных исследований показывают весьма важную в практическом плане закономерность: при одинаковой массовой доле влаги в экструдированных ингредиентах и, тем более, если этот показатель для зерна пшеницы больше, чем для семян рапсостеи пятнистой, процесс экструдирования смеси значительно ухудшается, а пористость получаемого экструдата уменьшается.

$$P = -196,2 + 3,1287 \cdot M - 0,0856 \cdot M^2 + 22,794 \cdot B_1 - 1,078 \cdot B_1^2 + 4,0722 \cdot B_2 - 0,1160 \cdot B_2^2 + 0,13375 \cdot M \cdot B_1 - 0,0244 \cdot M \cdot B_2 + 0,2297 \cdot B_1 \cdot B_2 \quad (6)$$

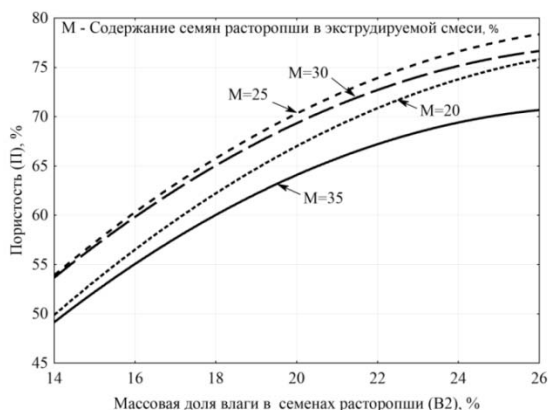


Рис. 4. Графики зависимостей пористости (П) от массовой доли влаги в семенах рапсостеи пятнистой (B2)

Как видно из графика, наиболее высокую пористость экструдата растительного сырья с высоким содержанием липидов и пищевых волокон можно получить при содержании в нем 25 % рапсостеи пятнистой с массовой долей воды в ней 24–28 %.

С уменьшением содержания рапсостеи пятнистой до 20 % и ниже пористость экструдата существенно снижается из-за недостаточного количества воды в смеси (16–16,5 %).

Возможным объяснением этого феномена может являться то, что в случае, когда в ингредиенте с высоким содержанием липидов также более высокое содержание массовой доли воды, градиенты перемещения воды и липидов совпадают по направлению и взаимно усиливаются.

В связи с этим было принято решение, что для получения поликомпонентного экструдата на основе семян рапсостеи пятнистой в качестве наполнителя следует использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14 %, соответствующей по ГОСТ Р 52554-2006 базисным кондициям для этой культуры. При этом массовая доля воды в рапсостеи пятнистой подбирается с таким расчетом, чтобы содержание массовой доли воды в экструдированной смеси находилось в интервале 18–20 %.

Для изучения полученной модели при зафиксированной массовой доле влаги в зерне пшеницы $B_1 = 14$ % (6) были построены графики зависимостей пористости П (%) от массовой доли влаги в семенах рапсостеи пятнистой – B_2 (%) при ее содержании в экструдированной смеси $M = 20, 25, 30$ и 35 % (рис. 4), которые подтверждают ранее сделанные выводы о весьма сложном характере взаимодействия ингредиентов экструдированной смеси в зависимости от их соотношения и массовой доли влаги в каждом из них.

При повышении содержания в экструдированной смеси рапсостеи пятнистой до 35 % массовая доля влаги в сырье также возрастает и достигает 19 %. При этом одновременно в экструдированной смеси возрастает массовая доля липидов и пищевых волокон, что в конечном итоге отрицательно влияет на экструзионный процесс и нивелирует положительный эффект от более высокого содержания воды в смеси.

Заключение

Таким образом, на пористость экструдата растительного сырья с высоким содержанием липидов и пищевых волокон определяющее влияние оказывает содержание основного ингредиента экструдированной смеси и содержание в нем массовой доли влаги.

Для получения поликомпонентного экструдата на основе семян рапсостеи пятнистой в качестве наполнителя следует использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14 %, соответствующей по ГОСТ Р 52554-2006 базисным кондициям для этой культуры. При этом условии наиболее высокую пористость экструдата можно получить при содержании в нем 25 % рапсостеи пятнистой с массовой долей влаги 24–28 %.

Список литературы

1. Карпов, В.Г. Разработка новых видов крахмалопродуктов экструзионным способом: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.05 / Карпов Владимир Георгиевич. – М., 2000. – 48 с.
2. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.В. Новиков, С.В. Денисов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10). – С. 46–55.
3. Курочкин, А.А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 06 (22). – С. 109–104.
4. Курочкин, А.А. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой / А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 76–81.
5. Функциональный композит на основе экструдированной смеси пшеницы и семян тыквы / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). – С. 5–11.
6. Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов: монография / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова. – Пенза: Копи-Riso, 2015. – 182 с.
7. Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, В.М. Зимняков, А.Л. Мишанин, В.В. Новиков, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов. – Прага: Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2015. – 185 с.
8. Пат. 2460315 Российская Федерация МПК⁷ A23L1/00. Способ производства экструдатов / заявители: Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА. – № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 6 с.
9. Пат. 2561934 Российская Федерация МПК⁷ B29C47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Р.В. Шабнов, А.А. Курочкин, В.А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. – 7 с.
10. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование / под ред. А.Н. Богатырева, В.П. Юрьева. – М.: Ступень, 1994. – 200 с.
11. Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова, В.Н. Василенко, О.В. Абрамов, К.В. Платов. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 202 с.
12. Экструдированный ячмень как компонент функциональных пищевых продуктов / Г.В. Шабурова, Е.В. Петросова, Т.В. Шленская, А.А. Курочкин // Пищевая промышленность. – 2012. – № 10. – С. 44–45.
13. Шабурова, Г.В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32). – С. 90–96.
14. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 79–83.
15. 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.
16. Leonard M.P. Rweyemamu Physical properties of extruded snacks enriched with soybean and moringa leaf powder / Leonard M.P. Rweyemamu, AthumaniYusuph, Godwill D. Mrema // International Journal of Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 6(1). – P. 28–34.
17. Manjula B. Process optimisation of extruded breakfast cereal from rice mill brokens - finger millet - maize flour blends / Manjula B and R. Visvanathan // International Journal of Food Science and NUTRITIONAL SCIENCES. – 2014. – Vol. 3. – P. 66–71.
18. Steel, C.J. Thermoplastic Extrusion in Food Processing / C. J. Steel, M.G. Vernaza Leoro, M. Schmieles [et al.] // Thermoplastic Elastomers. – Tech, 2012. – P. 265–290.

EXTRUDATES FROM VEGETABLE RAW MATERIALS WITH A HIGH LIPID AND FIBER CONTENT

A.A. Kurochkin*, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov

*Penza State Technological University,
1a/ 11, Baydukova travel/ Gagarin Str.,
Penza, 440039, Russia*

e-mail: anatalii_kuro@mail.ru

Received: 15.04.2016

Accepted: 10.06.2016

The application of composites obtained by extruding the vegetable raw materials with a high content of starch, lipids, proteins and dietary fibers as a functional additive to flour confectionery and bakery products is very important. Meanwhile to obtain high quality extrudates from the raw materials with such a composition on the commercially available equipment is impossible because of the unstable nature of the extrusion process. One of the important vectors of thermoplastic extrusion development of multicomponent

vegetable raw materials has been proved in this article based on the study of the reaction of capillary-porous extrudates on a medium with reduced air pressure. Its scientific concept is that the humidity of raw materials and lipid content significantly affect the intensity of "decompression explosion" of the extrudate leaving the spinneret of the machine. The acceptable value of extrudate porosity in the processing of raw materials with a high content of lipids and dietary fibers is achieved by creating the air pressure below atmospheric one in a special extruder chamber. The experiments conducted showed that the content of the main ingredient of the extruded mixture (milk thistle) and the moisture content of its mass fraction have a decisive influence on the extrudate porosity with a high content of lipids and dietary fibers. To receive a polycomponent extrudate based on milk thistle seeds as a filler one should use wheat grain with the moisture mass fraction of 14%, corresponding to basic conditions for this culture according to GOST P 52554-2006. Under this condition, the highest extrudate porosity can be obtained having not more than 25% of milk thistle with a mass fraction of moisture 24–28%.

Extrudates, lipids, dietary fiber, wheat, milk thistle, porosity

References

1. Karpov V.G. *Razrabotka novykh vidov krakhsaloproductov ekstruzionnym sposobom. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [The development of new types of starch extrusion process. Cand. eng. sci. thesis]. Moscow, 2000. 48 p.
2. Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Novikov V.V., Denisov S.V. Metodologicheskie aspekty teoreticheskikh issledovaniy press-ekstrudirov dlia obrabotki rastitel'nogo krakhsaloderzhashchego syr'ia [Methodological aspects of theoretical research extrusion press for the processing of vegetable raw starch]. *KhKhI vek: itogi proshlogo i problemy nastoiashchego plus* [XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus], 2013, no. 06 (10), pp. 46–55.
3. Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Frolov D.I. Poluchenie ekstrudatov krakhsaloderzhashchego zernovogo syr'ia s zadannoi poristost'iu [The resulting extrudate starch grain material with predetermined porosity]. *KhKhI vek: itogi proshlogo i problemy nastoiashchego plus* [XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus], 2014, no. 06 (22), pp. 109–104.
4. Kurochkin A.A., Frolov D.I. Polikomponentnyi ekstrudat na osnove zerna psheitsy i semian rastoropshi piatnistoi [Multi-component extrudate on the basis of wheat and thistle seed]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Samara State Agricultural Academy Bulletin], 2015, no. 4, pp. 76–81.
5. Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Frolov D.I., Voronina P.K. Funktsional'nyy kompozit na osnove ekstrudirovannoy smeisi psheitsy i semyan tykvy [Functional composite extruded mixture of wheat and pumpkin seeds]. *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya* [Innovative machinery and technology], 2015, no. 2 (03), pp. 5–11.
6. Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Voronina P.K. *Teoreticheskoe obosnovanie primeneniya ekstrudirovannogo syr'ia v tekhnologiyakh pishchevykh produktov* [The theoretical rationale for the use of the extruded raw material in technology]. Penza, Kপি-Riso Publ., 2015. 182 p.
7. Kurochkin A.A., Voronina P.K., Zimniakov V.M., Mishanin A.L., Novikov V.V., Shaburova G.V., Frolov D.I. *Nauchnoe obespechenie aktual'nogo napravleniya v razvitiy pishchevoy termoplasticheskoy ekstruzii* [Scientific support of current trends in the development of food processing thermoplastic extrusion]. Praga, Vědecko vydavatel'ské centrum "Sociosféra-CZ", 2015. 181 p.
8. Shaburova G.V., Kurochkin A.A., Voronina P.K., Avrorov G.V., Erushov P.A. *Sposob proizvodstva ekstrudatov* [A method for producing extrudates]. Patent RF, no. 2460315, 2012.
9. Shaburova G.V., Voronina P.K., Shabnov R.V., Kurochkin A.A., Avrorov V.A. *Ekstruder s vakuumnoy kameroy* [Extruder with vacuum chamber]. Patent RF, no. 2561934, 2015.
10. Bogatyrev A.N., Iur'ev V.P. *Termoplasticheskaya ekstruziya: nauchnye osnovy, tekhnologiya, oborudovanie* [Thermoplastic Extrusion: the scientific basis of technology, equipment]. Moscow, Stupen' Publ., 1994. 200 p.
11. Ostrikov A.N., Magomedov G.O., Derkanosova N.M., Vasilenko V.N., Abramov O.V., Platov K.V. *Tekhnologiya ekstruzionnykh produktov* [The technology of extrusion products]. St. Petersburg, Prospekt Nauki Publ., 2007. 202 p.
12. Shaburova G.V., Petrosova E.V., Shlenskaia T.V., Kurochkin A.A. Ekstrudirovanny yachmen' kak komponent funktsional'nykh pishchevykh produktov [Extruded barley as a component of functional foods]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2012, no. 10, pp. 44–45.
13. Shaburova G.V., Kurochkin A.A., Voronina P.K. Povyshenie tekhnologicheskogo potentsiala nesolozhenykh zernoproduktov [Increased technological capacity unmaltd grain products]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, vol. 1, no. 32, pp. 90–96.
14. Shaburova G.V., Voronina P.K., Kurochkin A.A., Frolov D.I. Perspektivy ispol'zovaniya ekstrudirovannoy grechikhi v pivovarenii i khlebopechenii [Prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and baking]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Samara State Agricultural Academy Bulletin], 2014, no. 4, pp. 79–83.
15. Altan A., McCarthy K.L., Maskan M. Effect of extrusion process on antioxidant activity, total phenolics and beta-glucan content of extrudates developed from barley-fruit and vegetable by-products. *International Journal of Food Science and Technology*, 2009, vol. 44, no. 6, pp. 1263–1271.
16. Leonard M.P., Rweyemamu, AthumaniYusuph, Godwill D. Mrema Rweyemamu Physical properties of extruded snacks enriched with soybean and moringa leaf powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 2015, vol. 6(1), pp. 28–34.
17. Manjula B., Visvanathan R. Process optimisation of extruded breakfast cereal from rice mill brokens - finger millet - maize flour blends. *International Journal of Food Science and Nutritional Sciences*, 2014, vol. 3, pp. 66–71.
18. Steel C.J., Vernaza Leoro M.G., Schmieles M., et al. Thermoplastic Extrusion in Food Processing. *Thermoplastic Elastomers*, Tech, 2012, pp. 265–290.

Дополнительная информация / Additional Information

Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 104–111.

Kurochkin A.A., Voronina P.K., Shaburova G.V., Frolov D.I. Extrudates from vegetable raw materials with a high lipid and fiber content. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 104–111. (in Russ.).

Курочкин Анатолий Алексеевич

д-р техн. наук, профессор кафедры пищевых производств, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», 440605, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова / ул. Гагарина, д. 1а/11, e-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Воронина Полина Константиновна

канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры пищевых производств, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», 440605, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова / ул. Гагарина, д. 1а/11, e-mail: worolina89@mail.ru

Шабурова Галина Васильевна

канд. техн. наук, доцент кафедры пищевых производств, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», 440605, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова / ул. Гагарина, д. 1а / 11, e-mail: shaburovs@mail.ru

Фролов Дмитрий Иванович

канд. техн. наук, доцент кафедры пищевых производств, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», 440605, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова / ул. Гагарина, д. 1а / 11, e-mail: surr@bk.ru

Anatolii A. Kurochkin

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Food Productions; Penza State Technological University, 1a/11, Baydukova travel/Gagarin Str., Penza, 440039, Russia, e-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Polina K. Voronina

Cand.Sci.(Eng.), Senior Lecturer of the Department of Food Productions; Penza State Technological University, 1a/11, Baydukova travel/Gagarin Str., Penza, 440039, Russia, e-mail: worolina89@mail.ru

Galina V. Shaburova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Food Productions; Penza State Technological University, 1a/11, Baydukova travel/Gagarin Str., Penza, 440039, Russia, e-mail: shaburovs@mail.ru

Dmitrii I. Frolov

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Food Productions; Penza State Technological University, 1a/11, Baydukova travel/Gagarin Str., Penza, 440039, Russia, e-mail: surr@bk.ru



МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ, УКОМПЛЕКТОВАННЫХ АППАРАТАМИ С ОТВОДОМ ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ

Б.А. Лобасенко, В.Н. Иванец, Е.К. Сазонова, А.Е. Стефанкин, Р.В. Котляров*

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

*e-mail: kotliarov_rv@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 05.07.2016

Дата принятия в печать: 25.08.2016

Математическое моделирование является неотъемлемой частью современного научного исследования. Математическая модель представляет собой эффективный инструмент познания реального объекта и позволяет определить его характеристики, получить оценку показателей эффективности качества, осуществить поиск оптимальной структуры и параметров объекта. Математическое моделирование применимо к различным процессам, протекающим при переработке пищевых сред, – механическим, теплообменным, массообменным, мембранным и т.д. В основе математической модели процессов мембранной переработки, как правило, лежат показатели их эффективности – селективность и удельная производительность (проницаемость). Во многом снижение данных показателей обусловлено явлением «концентрационной поляризации», которое связано с накоплением слоя задерживаемых веществ на поверхности мембраны. Одним из эффективных способов борьбы с данным явлением является отвод диффузионного слоя, который позволяет интенсифицировать мембранные процессы. Моделирование и расчет аппаратов и установок составляют один из основных этапов внедрения технологического оборудования в производственный процесс. Простота методов моделирования и расчета сокращает время пуска технологической линии, что, в свою очередь, позволяет ускорить получение прибыли. Мембранное фильтрование осуществляется в аппаратах, которые комплектуются в установки. Установки можно классифицировать по различным признакам. Наиболее распространенной является классификация по организации процесса. В соответствии с ней различают одноступенчатые и многоступенчатые, прямоточные и циркуляционные. Проведен анализ схем мембранных установок на основе типовых аппаратов с отводом фильтрата. Предложены варианты мембранных установок, включающие мембранные аппараты с отводом диффузионного пограничного слоя. На основе результатов экспериментальных исследований мембранного оборудования с отводом диффузионного слоя разработаны программные комплексы, позволяющие производить рациональную компоновку мембранных установок непрерывного действия.

Мембранные аппараты, диффузионный пограничный слой, программный комплекс, технологические параметры, молочная сыровотка

Введение

Мембранная фильтрация на современном этапе развития науки и техники широко используется в различных отраслях пищевой, химической, биотехнологической и медицинской промышленности. Это обусловлено возможностью целенаправленного получения разнообразных продуктов высокого качества с заданными свойствами. Кроме того, за счет незначительной инактивации обрабатываемых сред физико-химические и органолептические показатели их достаточно высоки.

Мембранное фильтрование осуществляется в аппаратах, которые комплектуются в установки [4]. Установки можно классифицировать по различным признакам. Наиболее распространенной является классификация по организации процесса. В соответствии с ней различают одноступенчатые и многоступенчатые, прямоточные и циркуляционные [8]. Наиболее простыми в техническом исполнении являются одноступенчатые установки. Ступенью обработки в мембранной технологии принято считать такую часть установки, в которой проникающий компонент однократно проходит через мем-

брану, а также происходит скачкообразное изменение основных параметров раствора – концентрации и давления. Если необходимая концентрация раствора не достигается в одной ступени, применяется несколько ступеней – установки называются многоступенчатыми.

В прямоточных установках исходный раствор обрабатывается до заданного качества при однократном прохождении (один цикл) через один или несколько мембранных аппаратов, соединенных последовательно или параллельно.

В циркуляционных установках раствор проходит многократно (несколько циклов) через один или несколько мембранных аппаратов.

Если заданная концентрация достигается за один цикл циркуляции, установки можно отнести к установкам непрерывного действия. Если ее невозможно достичь за один проход раствора, производится последовательное соединение нескольких одноступенчатых установок и получают многоступенчатую установку.

Общим недостатком этих установок, комплектуемых типовыми мембранными аппаратами, в ко-

торых производится отвод фильтрата, является образование слоя концентрационной поляризации, что существенно снижает как производительность отдельных мембранных аппаратов, так и всей установки в целом. Использование мембранных аппаратов, предусматривающих отвод диффузионного пограничного слоя, предполагает иную организацию процесса, которая отличается от традиционной. Это обусловлено тем, что из мембранного аппарата отводится диффузионный слой с повышенным содержанием задерживаемых веществ и обедненный поток с меньшей концентрацией [1].

Целью работы является создание рациональных схем компоновок мембранных установок непрерывного действия, укомплектованных мембранными аппаратами с отводом диффузионного слоя.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования были использованы мембранные установки, включающие опытно-промышленные аппараты с отводом диффузионного пограничного слоя. Особенностью этих аппаратов является отвод более концентрированного диффузионного слоя, образующегося на мембране, чем основной поток. Отвод и использование этого слоя в дальнейшей переработке позволяет значительно сократить продолжительность получения готового продукта.

При моделировании использовались данные экспериментальных исследований, полученные на опытно-промышленном аппарате с трубчатыми мембранами диаметром пор около 40 нм и площадью фильтрации 0,07 м² [2]. В качестве исходного раствора использовалась молочная сыворотка с содержанием сухих веществ 4 % масс. При определении физико-химических показателей молочной сыворотки, концентрата и фильтрата, их органолептических оценок применялись общепринятые и стандартные методы.

Исследования проводились при следующих значениях технологических параметров: $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v = 0,4\text{ м/с}$, $P = 0,15\text{ МПа}$.

Обработка результатов осуществлялась с использованием математических функций, входящих в стандартную библиотеку Simulink пакета математического моделирования MATLAB 6.5.

Результаты и их обсуждение

При моделировании установок с мембранными аппаратами, производящими отвод диффузионного слоя, необходимо иметь в виду, что при компоновке их следует учитывать два условия [3, 5, 6, 7]:

- использовать минимальную площадь аппаратов и количество вспомогательного оборудования, необходимого для получения заданного количества продукта соответствующей концентрации;
- использование материальных потоков с близкой концентрацией во избежание дополнительного времени и энергозатрат на переработку раствора.

Возможны два варианта компоновки: с последовательным движением обедненного раствора; с циркуляцией обедненного раствора. В первом случае перерабатываемая среда поступает на первую ступень в

основной аппарат. Раствор, обедненный задерживаемыми веществами, подается в следующий за основным аппарат первой ступени, а концентрат отводится на следующую ступень установки. Во втором перерабатываемая среда поступает на первую ступень одновременно в основной и циркуляционный аппараты. Далее раствор, сконцентрированный на первой ступени, подается на вторую ступень в основной и циркуляционный аппараты.

Рассмотрим первый вариант компоновки.

Параметры, определяемые в результате моделирования, следующие: площадь фильтрации или количество трубчатых модулей в аппаратах ступени (за исключением основного), суммарная площадь фильтрации или количество модулей, концентрация растворенных веществ и расход продукта на выходе каждой ступени и установки.

Варьируя входные параметры – количество мембран в основном аппарате и концентрацию сухих веществ в исходной среде, могут быть получены кривые, на основе которых можно оптимизировать секционирование мембранного оборудования. Для рассчитанной конфигурации аппаратов могут меняться значения технологических параметров, что позволяет определить рациональный режим процесса концентрирования.

Методику расчета можно реализовать средствами любого программного пакета, предусматривающего возможность работы с передаточными функциями. В данном случае с применением функций Simulink пакета математического моделирования MatLAB 6.5 разработан программный комплекс и проведен расчет мембранного оборудования, включающего три ступени с пятью аппаратами, в котором обедненный поток движется последовательно.

В качестве основных технологических параметров работы мембранного оборудования приняты указанные выше параметры. Варьируя количество мембранных фильтров основного аппарата первой ступени (площадь фильтрации), можно проследить изменение содержания сухих веществ в концентрате продукта, а также его расход на выходе ступеней.

В качестве основного критерия оценки работы установки целесообразно принять интегральный показатель, включающий содержание растворенных веществ в концентрате и ее производительность по готовому продукту, который характеризует количество растворенных веществ, получаемых в установке за единицу времени.

Как видно из рис. 1, при небольшом количестве мембранных модулей (до 5) установку целесообразно комплектовать одной ступенью с суммарной площадью фильтрации, не превышающей 0,0285 м². Повышение числа фильтрующих мембранных фильтров основного блока первой ступени до 13 ведет к необходимости ввода второй ступени. В этом случае суммарная площадь мембранной установки достигает примерно 0,1576 м². Увеличение количества мембранных фильтров основного блока первой ступени до 20 приводит к необходимости использования третьей ступени. Суммарная

площадь мембранной установки, включающей три ступени, достигнет примерно $0,2517 \text{ м}^2$.

При дальнейшем увеличении мембранных модулей в основном блоке первой ступени их общее количество во всей установке остается неизменным. Возрастает только число фильтрующих модулей в других блоках установки.

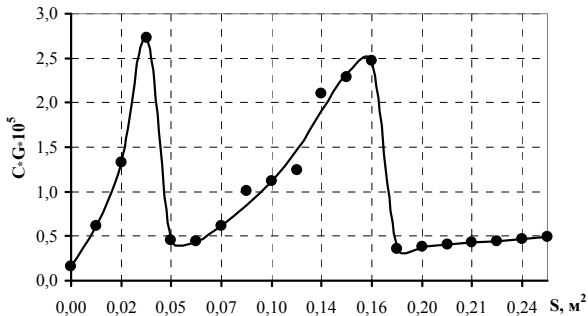


Рис. 1. Влияние площади фильтрации на концентрацию сухих веществ в единицу объема продукта в единицу времени

Основной показатель работы мембранной установки зависит от площади фильтрации при различных вариантах компоновки ступени следующим образом (рис. 2). Наиболее эффективно функционирует мембранная установка, каждая ступень которой укомплектована четырьмя аппаратами, так как фильтрационная площадь в данном случае обеспечивает наиболее высокую производительность. При этом наблюдается различие концентрации растворенных веществ в продукте первого и последнего аппарата ступеней не более 0,3 % масс. Данный показатель в установках, укомплектованных пятью аппаратами, достигает 0,4 % масс. Таким образом, на следующую ступень поступает продукт с меньшей концентрацией сухих веществ, поэтому показатели работы мембранной установки снижаются. Мембранное оборудование, содержащее меньше четырех блоков, не обеспечивает высоких показателей работы, поскольку площадь фильтрации недостаточна и ввод второй и следующих ступеней необходимо выполнить раньше.

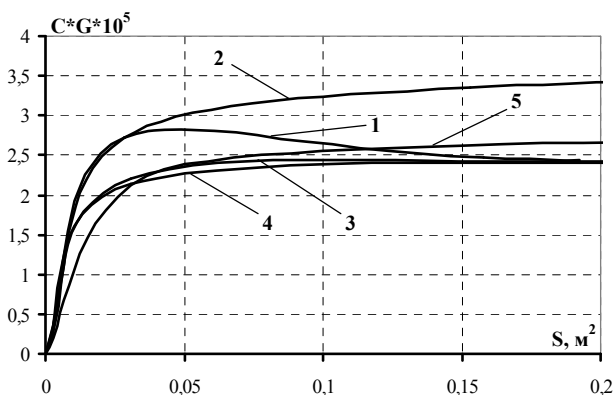


Рис. 2. Показатели функционирования мембранной установки, в составе каждой ступени которой: 1 — пять аппаратов; 2 — четыре аппарата; 3 — три аппарата; 4 — два аппарата; 5 — один аппарат

Если необходимо повысить показатели функционирования мембранной установки, следует предусматривать возможность применения четырех и более ступеней. При этом увеличатся затраты на комплектацию мембранного оборудования (количество мембран и вспомогательное оборудование), его обслуживание (энергозатраты, затраты на дезинфицирующий раствор), производственная площадь. Следовательно, выбирать рациональную конфигурацию мембранного оборудования нужно с учетом затрат в соответствии с основными статьями калькуляции.

Разработанный программный комплекс позволяет для установленной конфигурации мембранного оборудования дополнительно провести анализ зависимости показателей производительности оборудования от технологических параметров процессов мембранного концентрирования.

Рассмотрим второй вариант компоновки.

Исходными данными при расчете аналогично служат площадь мембран или количество мембранных модулей основного и циркуляционного аппарата, значения технологических параметров процесса и содержание растворенных веществ в исходной среде. Рекомендуются значения технологических параметров аналогично первому случаю.

К расчетным параметрам относят площадь фильтрации или количество мембранных модулей каждого аппарата ступени (за исключением основного), суммарную фильтрационную площадь или суммарное количество модулей, концентрацию сухих веществ в продукте и расход продукта на выходе ступени и мембранной установки в целом.

Разработанный программный комплекс позволяет оценить зависимость концентрации задерживаемых веществ в продукте для различных значений отношения рециркуляции к фильтрационной площади установки, укомплектованной тремя ступенями, каждая из которых содержит два аппарата (рис. 3).

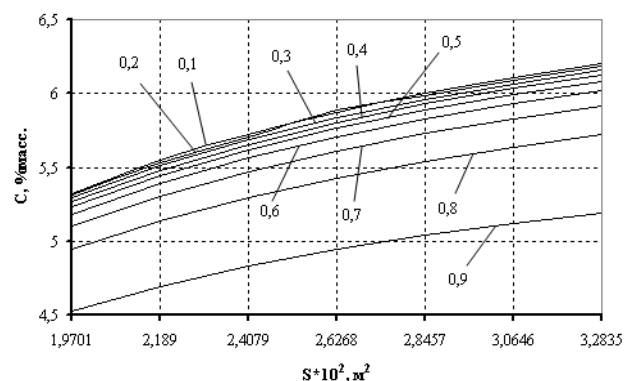


Рис. 3. Влияние значений отношения рециркуляции к площади фильтрации на концентрацию задерживаемых веществ в продукте

Как иллюстрирует график, небольшое количество мембранных элементов основного аппарата (до 8) позволяет укомплектовать мембранную

установку одной ступенью с площадью фильтрации не выше $0,0328 \text{ м}^2$. Также можно заключить, что наибольшая эффективность наблюдается при использовании минимального отношения рециркуляции к максимальной площади фильтрации циркуляционного аппарата – $0,01532 \text{ м}^2$ в данном случае.

При увеличении числа фильтрующих мембранных элементов в составе основного аппарата первой ступени более 8 возникает необходимость внедрения второй ступени. В таком случае суммарная площадь мембранной установки превысит $0,04378 \text{ м}^2$. Число модулей в циркуляционном аппарате нужно принять максимально возможным, но меньше, чем в основном аппарате.

Увеличение количества фильтрующих мембранных элементов основного аппарата первой ступени более 64 приводит к необходимости включения в состав установки третьей ступени. Суммарная площадь мембранной установки, укомплектованной тремя ступенями, выше $0,3108 \text{ м}^2$. Дальнейшее повышение количества фильтрационных модулей в основном аппарате первой ступени ведет к повышению количества фильтрационных модулей в аппаратах установки. Однако количество ступеней остается неизменным.

Влияние фильтрационной площади на содержание задерживаемых веществ на единицу объема продукта, получаемого в единицу времени, представлено на рис. 4. В соответствии с полученной кривой наиболее рациональной площадью мембранной установки можно считать $0,0328 \text{ м}^2$. При этом мембранная установка состоит их двух ступеней.

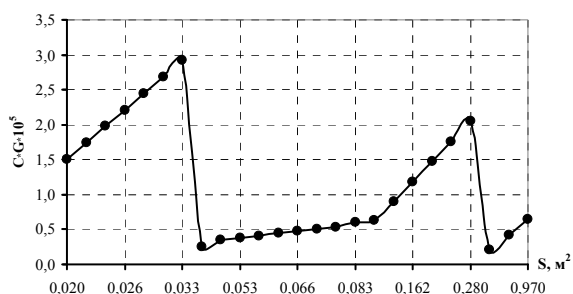


Рис. 4. Влияние фильтрационной площади на содержание задерживаемых веществ на единицу объема продукта, получаемого в единицу времени

Как и в предыдущем случае, более высокие показатели работы мембранной установки достигаются, если предусмотрена возможность применения в составе мембранного оборудования четвертой ступени и выше. В данном случае соответственно увеличатся затраты, связанные с комплектацией установки, ее обслуживанием, занимаемой площадью. Следовательно, выбирать рациональную конфигурацию мембранного оборудования необходимо на основе статей калькуляции производства.

При сравнительном анализе компоновки фильтрующих мембранных модулей установлено, что при одинаковых площадях фильтрации примерно $0,03 \text{ м}^2$ установка с циркуляцией обедненного су-

хими веществами раствора функционирует эффективнее на 7 %, чем установка с последовательным движением обедненного сухими веществами раствора. При этом с увеличением фильтрационной площади наиболее эффективно использование установки, предусматривающей последовательное движение обедненного раствора (рис. 5).

Выполнен сравнительный анализ показателей функционирования мембранного оборудования промышленного типа. Алгоритм определения показателей работы реализован стандартными средствами Simulink пакета математического моделирования MATLAB 6.5. Результаты расчета, ограниченного максимальной фильтрационной площадью 50 м^2 , приведены на рис. 6.

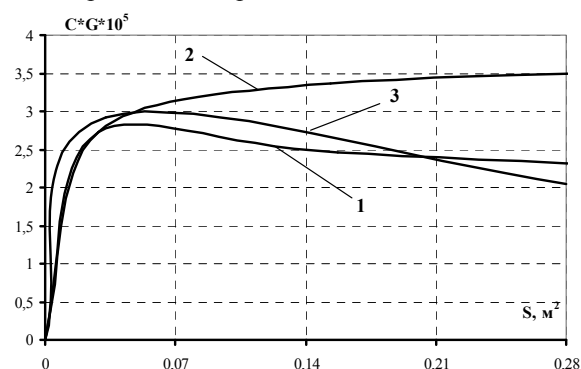


Рис. 5. Анализ эффективности работы мембранного оборудования, предусматривающего:

- 1 – последовательное движение обедненного задерживаемыми веществами раствора (ступень включает пять аппаратов);
- 2 – последовательное движение обедненного задерживаемыми веществами раствора (ступень включает четыре аппарата);
- 3 – рециркуляцию обедненного задерживаемыми веществами раствора

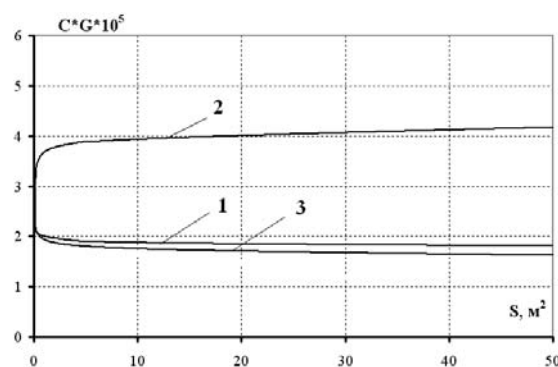


Рис. 6. Анализ эффективности мембранного оборудования промышленного типа, предусматривающего:

- 1 – последовательное движение обедненного задерживаемыми веществами раствора (ступень включает пять аппаратов);
- 2 – последовательное движение обедненного задерживаемыми веществами раствора (ступень включает четыре аппарата);
- 3 – рециркуляцию обедненного задерживаемыми веществами раствора

В указанном диапазоне варьирования фильтрационной площади явным преимуществом обладает

мембранная установка промышленного типа, предусматривающая последовательное движение обедненного задерживаемыми веществами раствора и включающая четыре аппарата в ступени.

Окончательный вывод об эффективности функционирования оборудования может быть сделан с учетом гидравлического расчета и расчета приведенных затрат.

Список литературы

1. Лобасенко, Б.А. Ультрафильтрация: Теория и практика / Б.А. Лобасенко, А.Г. Семенов, Ю.Н. Захаров. – Новосибирск: Наука, 2015. – 204 с.
2. Котляров, Р.В. Моделирование процесса мембранного концентрирования молочных сред и разработка аппаратных схем установок: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Котляров Роман Витальевич. – Кемерово, 2009. – 17 с.
3. Лобасенко, Б.А. Ультрафильтрация молока и молочных продуктов: монография / Б.А. Лобасенко, Р.Б. Лобасенко; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2006. – 117 с.
4. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: в 2 ч. Ч. 2: Массообменные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. – 368 с.
5. Малыгин, Е.Н. Математические методы в технических расчетах / Е.Н. Малыгин. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 80 с.
6. Kerger, F. Modeling flows in environmental and civil engineering / F. Kerger, B.J. Dewals, S. Erpicum, P. Archambeau, M. Piroton. – Nova Science Publishers, Inc., 2010. – 151 p.
7. Chakraborty, D. Modeling and simulation of rotating disk-membrane module in ultrafiltration of bovine serum albumin / D. Chakraborty, D. Sarkar, C. Bhattacharjee // Separation science and technology. – 2013. – V. 48, №17. – P. 2549-2566.
8. LeCorre, D. Ceramic membrane filtration for isolating starch nanocrystals / D. LeCorre, J. Bras, A. Dufresne // Carbohydrate Polymers, 2011. - №86. – P. 1565-1572.

MODELING OF CONTINUOUS MEMBRANE PLANT COMPLETED WITH APPARATUS FOR DIFFUSION LAYER REMOVING

B.A. Lobasenko, V.N. Ivanets, E.K. Sazonova, A.E. Stefankin, R.V. Kotlyarov*

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

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

Received: 05.07.2016

Accepted: 25.08.2016

Mathematical modeling is an integral part of modern scientific research. A mathematical model represents an effective tool of knowledge of a real object and makes it possible to determine its characteristics, to assess performance quality indices, to search for an optimum structure and parameters of the object. Mathematical modeling is applied to various processes taking place when processing food materials e.g. mechanical processes, heat-exchange, mass-exchange, membrane processes, etc. Their efficiency indices – selectivity and specific capacity (permeability), as a rule, are the basis of mathematical model of membrane conversion processes. In many respects, decrease in these indices is caused by the phenomenon of “concentrated polarization” which is connected with the accumulation of the layer of detained substances on a membrane surface. One of the effective methods to decrease the influence of this phenomenon is to remove a diffusion layer, which allows membrane processes to be intensified. Modeling of apparatus and equipment is one of the main stages of introduction of processing equipment in the production process. The simplicity of modeling methods reduces the start-up time of the processing line that, in turn, allows accelerating profit earning. Membrane filtration is carried out in the apparatus, which are built up into plants. Various signs can be used to classify the plants. The most widespread one is classification by process organization. According to this classification, one-stage and multistage, direct-flow and circulating plants are distinguished. The analysis of membrane plant schemes based on standard apparatus with filtrate removing has been carried out. The options of membrane plants including membrane apparatus with diffusion layer removing are offered. Program complexes allowing us to make rational configuration of membrane plants of continuous operation have been developed.

Membrane apparatus, diffusion boundary layer, program complex, technological parameters, whey

References

1. Lobasenko B.A., Semenov A.G., Zaharov Yu.N., *Ul'trafil'tratsiya: Teoriya i praktika* [Ultrafiltration: Theory and practice]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2015. 204 p.
2. Kotlyarov R.V. *Modelirovanie protsessa membrannogo kontsentrirvaniya molochnykh sred i razrabotka apparatnykh skhem ustanovok. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Modeling of process of membrane concentration of dairy and development of apparatus schemes of equipment. Cand. eng. sci. thesis]. Kemerovo, 2009. 17 p.

3. Lobasenko B.A., Lobasenko R.B. *Ul'trafil'tratsiya moloka i molochnykh produktov* [Ultrafiltration of milk and dairy products]. Kemerovo, KemiFST Publ., 2006. 117 p.
4. Dytnerskiy Yu.I. *Protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii. V 2 ch. Ch. 2. Massoobmennyye protsessy i apparaty* [Processes and apparatus of chemical technology. In 2 part. Part 2. Mass transfer processes and apparatus]. Moscow, Khimiya Publ., 1995. 368 p.
5. Malygin E.N. *Matematicheskie metody v tekhnicheskikh raschetakh* [Mathematical methods in technical calculations]. Tambov, TSTU Publ., 2010. 80 p.
6. Kerger F., Dewals B.J., Erpicum S., Archambeau P., Piroton M. *Modeling flows in environmental and civil engineering*. Nova Science Publishers, Inc., 2010. 151 p.
7. Chakraborty D., Sarkar D., Bhattacharjee C. Modeling and simulation of rotating disk-membrane module in ultrafiltration of bovine serum albumin. *Separation science and technology*, 2013, vol. 48, no. 17, pp. 2549–2566.
8. LeCorre D., Bras J., Dufresne A. Ceramic membrane filtration for isolating starch nanocrystals. *Carbohydrate Polymers*, 2011, no. 86, pp. 1565–1572.

Дополнительная информация / Additional Information

Моделирование мембранных установок непрерывного действия, укомплектованных аппаратами с отводом диффузионного слоя / Б.А. Лобасенко, В.Н. Иванец, Е.К. Сазонова, А.Е. Стефанкин, Р.В. Котляров // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 112–117.

Lobasenko B.A., Ivanets V.N., Sazonova E.K., Stefankin A.E., Kotlyarov R.V. Modeling of continuous membrane plant completed with apparatus for diffusion layer removing. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 112–117. (in Russ.).

Лобасенко Борис Анатольевич

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

Иванец Виталий Николаевич

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

Сазонова Екатерина Константиновна

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

Стефанкин Антон Евгеньевич

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

Котляров Роман Витальевич

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

Boris A. Lobasenko

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Technological Design for Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

Vitalij N. Ivanets

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Technological Design for Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

Ekaterina K. Sazonova

Postgraduate of the Department of Technological Design for Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia

Anton E. Stefankin

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

Roman V. Kotlyarov

Cand.Sci.(Eng.), Head of the Department of Production Processes Automation and Automation Systems, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-35, e-mail: kotliarov_rv@mail.ru



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАМОРАЖИВАНИЯ ЛЬДА НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЕМКОСТНОГО КРИОКОНЦЕНТРАТОРА

О.М. Мальцева

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

e-mail: vm2@kemtipp.ru

Дата поступления в редакцию: 18.06.2016

Дата принятия в печать: 20.07.2016

Разделительное вымораживание (криоконцентрирование) широко применяется при концентрировании жидких продуктов, в том числе при переработке молока и вторичного молочного сырья. Криоконцентрирование позволяет получать концентраты высокого качества. В работе были исследованы процессы разделительного вымораживания обезжиренного молока. Лабораторный емкостный криоконцентратор позволяет производить одновременно разделительное вымораживание обезжиренного молока в одном цилиндре и плавление вымороженной фракции в другом. Плавление водной фракции в одном цилиндре осуществляется за счет теплоты, отводимой от намораживаемого льда в другом цилиндре. Температура теплообменной поверхности емкости, в которой происходит разделительное вымораживание, поддерживается стабильной в диапазоне от минус 2 до минус 8 °С с точностью $\pm 0,2$ °С. Лед на теплообменной поверхности емкостного криоконцентратора намерзает в виде полого цилиндра, толщина стенки которого зависит от температуры теплообменной поверхности и продолжительности процесса разделительного вымораживания. Моделирование технологических процессов является важным этапом технологического проектирования пищевых производств. Математическое моделирование позволяет снизить материальные и временные затраты при проектировании технологических процессов и найти наиболее эффективные технологические решения. На основании классических уравнений тепломассопереноса была разработана математическая модель кристаллизации водной фракции обезжиренного молока на цилиндрической поверхности емкостного криоконцентратора. Исходными данными для нахождения зависимости толщины слоя вымороженного на цилиндрической поверхности льда от продолжительности процесса являются: температура поверхности криоконцентратора и криоскопическая температура концентрируемого продукта, а также геометрические параметры криоконцентратора. Полученные расчетные зависимости были сопоставлены с экспериментальными данными. Установлено соответствие расчетной модели разделительного вымораживания обезжиренного молока на цилиндрической поверхности реальному процессу разделительного вымораживания.

Обезжиренное молоко, криоконцентратор, разделительное вымораживание, математическое моделирование

Введение

Современное развитие пищевой промышленности как одной из наиболее важных и динамично развивающихся отраслей народного хозяйства, призванной работать для всестороннего удовлетворения потребностей населения, происходит с учетом последних достижений научно-технического прогресса. Это в полной мере относится и к молочной промышленности. Молоко является превосходным источником большинства витаминов и минералов, необходимых для нормального роста и развития организма, поэтому его относят к основным пищевым продуктам. Однако при хранении молока, его транспортировке и предварительной обработке могут происходить структурные изменения основных компонентов – белков и жира, а также могут изменяться его физико-химические, технологические и органолептические показатели. Очевидно, что решение вопросов по сохранению молочного сырья и готовых молочных продуктов в должном качестве для потребителей является одним из основных направлений в научных исследованиях.

Установлено, что изменение содержания свободной воды в молоке и молочном сырье оказывает существенное влияние на активность и состав микро-

флоры, а также ограничивает разрушительное действие ферментов и микроорганизмов на молочные продукты. Современные технологические и технические методы обезвоживания позволяют решить проблему сохранения должного качества молочных продуктов на достаточно длительный срок [1].

В настоящее время используют все известные на сегодняшний день способы удаления воды: в виде пара (выпаривание), в жидком виде (молекулярная фильтрация), а также в замороженном виде (криоконцентрирование). При этом обязательно учитывается, что при любом выбранном способе концентрирования молочных продуктов сгущение должно происходить без необратимых изменений свойств и состава исходного сырья.

Исследования способов концентрирования жидких продуктов, используемых в зарубежной и отечественной практике, показывают, что метод криоконцентрирования (концентрирования вымораживанием) является одним из наиболее эффективных технологических процессов, основным преимуществом которого является низкотемпературная обработка продуктов, обеспечивающая максимально полное сохранение их исходных свойств, ценных

термолабильных компонентов (витаминов, белков, углеводов), а также ароматических и вкусовых соединений [2].

В настоящее время наиболее широкое распространение получило концентрирование вымораживанием в два этапа. На первом этапе – кристаллизации получают суспензию, которая содержала бы пригодные для сепарирования крупные, примерно равные по размеру кристаллы льда с относительно малой удельной поверхностью. При кристаллизации происходит образование зародышей кристаллов и увеличение их размера. На втором этапе – сепарировании происходит механическое разделение кристаллов от остального раствора. Второй этап является значительно более сложным процессом по сравнению с кристаллизацией на первом этапе.

Получение суспензии кристаллов льда в концентрате – термодинамически достаточно эффективный процесс. Однако последующее механическое разделение требует сложного аппаратного оформления и дополнительных энергетических затрат, к тому же из-за явления смачивания на поверхности кристаллов удерживается большое количество жидкого концентрата даже после отделения кристаллов от раствора. Это явление сопровождается значительными потерями растворенных веществ и уменьшением эффективности процесса разделения.

Намораживание массива льда на теплообменной поверхности в емкостных кристаллизаторах значительно увеличивает продолжительность первой стадии – кристаллизации, однако позволяет исключить стадию сепарирования, и за счет значительной меньшей площади контакта твердой и жидкой фаз продуктов разделения значительно уменьшаются потери растворенных веществ. Соответственно повышается эффективность процесса разделения [3].

В настоящее время моделирование технологических процессов является важным, а часто и необходимым этапом технологического проектирования пищевых производств, который позволяет значительно снизить материальные и временные затраты при проектировании технологий, а также позволяет найти наиболее эффективные технологические решения, позволяющие повысить эффективность производства в целом.

Моделирование процесса кристаллизации льда на теплообменной поверхности емкостного кристаллизатора позволяет значительно упростить проектирование технологий разделительного вымораживания молока, подобрать температурные режимы разделительного вымораживания, определить конечную толщину льда, позволяющую производить разделительное вымораживание с наименьшими энергетическими затратами [4, 5].

Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования проводились на базе НОЦ «Холодильная, криогенная техника и технологии» ФГБОУ ВО «КемТИПП (университет)».

Для проведения экспериментальных исследований использовалось молоко производства ООО «Анжерское молоко» (Кемеровская область). Перед

началом криоконцентрирования исходное молоко предварительно охлаждалось до $3,5^{\circ}\text{C}$.

Концентрирование молока осуществлялось в двухцилиндровой разделительной вымораживающей установке с емкостью цилиндров 3,5 л. Схема и общий вид установки для разделительного вымораживания представлены на рис. 1 [6].

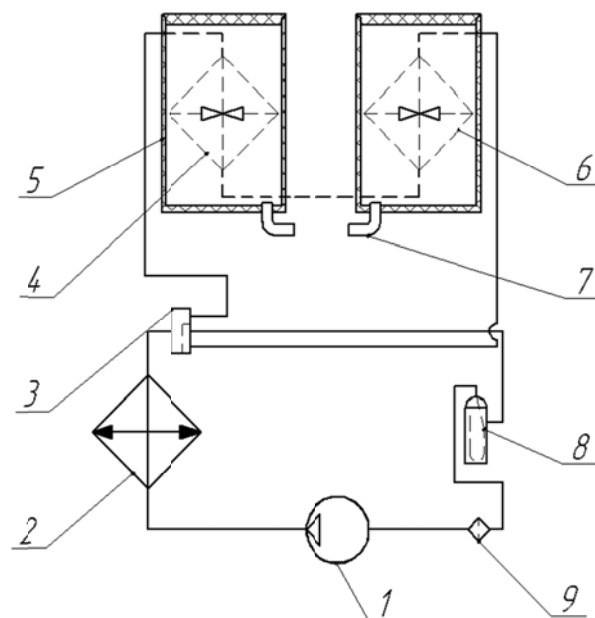


Рис. 1. Схема и общий вид двухцилиндровой разделительной вымораживающей установки с емкостью цилиндров 3,5 л: 1 – компрессор; 2 – предконденсатор; 3 – четырехходовый клапан; 4 – испаритель-концентратор (в отключенном состоянии клапана 3 выполняет роль конденсатора); 5 – цилиндрическая теплоизоляционная емкость; 6 – испаритель-концентратор (в отключенном состоянии клапана 3 выполняет роль испарителя); 7 – сливной трубопровод; 8 – отделитель жидкости; 9 – фильтр-осушитель

При разделительном вымораживании обезжиренного молока в вымораживающей установке вода вымерзает на цилиндрической стенке испарителя-концентратора 4 или 5. После достижения заданной толщины льда на теплообменной поверхности емкости, выполняющей роль испарителя, производится удаление молочного концентрата через сливной патрубок 7. Затем происходит переключение четырехходового клапана 3. Емкости, которые выполняли роль испарителя и конденсатора, меняются местами, в теплообменник, в емкости которого происходило намораживание льда, подается хладагент после предконденсатора 2. За счет теплоты конденсации происходит плавление намороженного льда, а емкость, которая до этого выполняла роль конденсатора, заполняется молоком для разделительного вымораживания. Таким образом, плавление намороженного льда в предыдущем цикле льда производится за счет теплоты, отводимой от намораживаемого льда в текущем цикле.

Температура теплообменной поверхности емкости, в которой происходит разделительное вымораживание, поддерживается стабильной в диапазоне от минус 2 до минус 8°C с точностью $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Лед на теплообменной поверхности намерзает в виде полого цилиндра, толщина стенки которого зависит от температуры теплообменной поверхности и продолжительности процесса низкотемпературной обработки [7, 8].

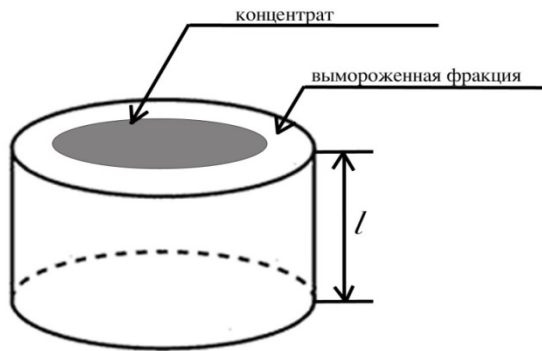


Рис. 2. Схематичное изображение слоя вымороженной фракции в цилиндрическом емкостном криоконцентраторе: l — высота полого цилиндра вымороженной фракции; R_2 — внешний радиус цилиндрического слоя вымороженной фракции; R_3 — внутренний радиус цилиндрического слоя вымороженной фракции; δ_2 — толщина слоя вымороженной фракции обезжиренного молока

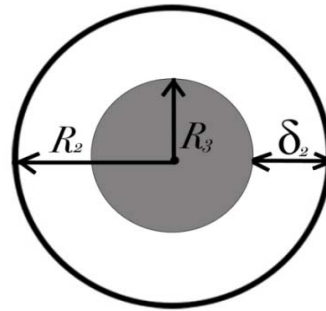
Результаты и их обсуждение

Основой расчета является предположение о том, что вся теплота, отводимая от молока, вследствие разности температур между вымораживаемым продуктом и хладагентом, кипящим в испарителе, идет на льдообразование водной фракции на теплообменной поверхности криоконцентратора. Весь процесс кристаллизации разбит на равные временные интервалы — единичные интервалы времени. В течение единичного временного интервала льдообразование условно не происходит. Определяется количество теплоты, которое будет отведено от молока в течение единичного интервала времени при заданной разности температур между продуктом и теплообменной поверхностью кристаллизатора и образовавшегося до начала временного интервала слоя льда. В соответствии с количеством теплоты, отведенной от вымораживаемого молока, определяется количество образующейся ледяной фракции на теплообменной поверхности. По окончании временного интервала к слою вымерзшей фракции добавляется лед, образовавшийся за единичный интервал времени.

Использование классических уравнений тепло-массопереноса позволяет рассчитать процесс намораживания льда на цилиндрической поверхности криоконцентратора [9].

На рис. 3 схематично показан процесс льдообразования при разделительном вымораживании

На рис. 2 схематично изображена вымерзшая фракция, которая образуется на стенках цилиндрической емкости криоконцентратора.



молока на внутренней поверхности криоконцентратора цилиндрического типа.

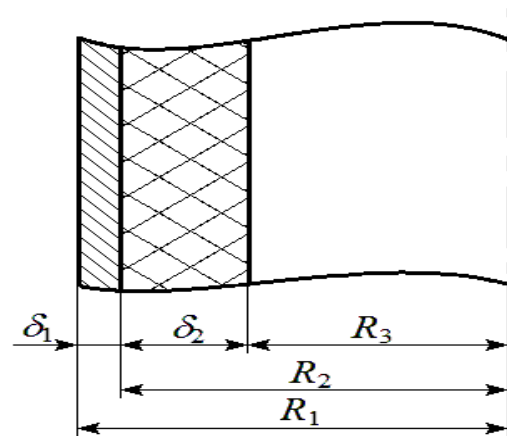


Рис. 3. Схематичное изображение слоя вымороженной фракции при разделительном вымораживании в цилиндрическом емкостном криоконцентраторе

На схеме обозначены: δ_1 — толщина стенки (нержавеющая сталь) $\approx 0,5$ мм; δ_2 — толщина вымороженной фракции в текущий момент времени τ . В начальный момент времени при $\tau = 0$ имеем толщину вымороженной фракции $\delta_2 = 0$.

Тепловой поток через цилиндрическую стенку криоконцентратора определялся по формуле

$$Q = \frac{2\pi l(t_3 - t_1)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{R_1}{R_2} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{R_2}{R_3}} = \frac{2\pi l(t_3 - t_1)}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{R_1}{R_2} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{R_3 + \delta_2}{R_3}}, \quad (1)$$

где l — высота цилиндра (до уровня молока); t_1 ; t_3 — температура на радиусах R_1 и R_3 ; λ_1 ; λ_2 — коэффициенты теплопроводности соответственно нержавеющей стали и льда.

Удельный тепловой поток q рассчитывается как отношение теплового потока к площади цилиндрической поверхности криоконцентратора:

$$q = Q/F_3, \quad (2)$$

где

$$F_3 = 2\pi R_3 l \quad (3)$$

– площадь боковой поверхности цилиндра на радиусе R_3 .

Удельный тепловой поток через стенку радиусом R_3 с учетом выражений (1-3) рассчитывается по формуле

$$q = \frac{t_3 - t_1}{\left(\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{R_1}{R_2} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{R_3 + \delta_2}{R_3} \right) R_3}. \quad (4)$$

Обозначим ΔR – изменение радиуса за единицу времени $\Delta \tau$. Рассчитаем количество теплоты, идущей на образование льда.

Объем льда, образующийся в единицу времени $\Delta \tau$:

$$V = \pi \Delta R (2R_3 - \Delta R). \quad (5)$$

Масса образующегося льда:

$$m = \pi \Delta R (2R_3 - \Delta R) \rho, \quad (6)$$

где ρ – плотность водного льда.

Количество теплоты, идущей на образование льда:

$$Q = \frac{r_{nl} \pi \Delta R (2R_3 - \Delta R) \rho}{\Delta \tau}, \quad (7)$$

где r_{nl} – удельная теплота кристаллизации воды.

Удельный тепловой поток от кристаллизации льда через поверхность R_3 :

$$q = \frac{r_{nl} \Delta R (2R_3 - \Delta R) \rho}{2R_3 \Delta \tau}. \quad (8)$$

Таким образом, со стороны испарителя от раствора через двухслойную (сталь и лед) цилиндрическую стенку отводится удельный тепловой поток, рассчитываемый по формуле (4). С другой стороны, кристаллизующийся лед выделяет теплоту, рассчитываемую по формуле (8). Из полученной системы из двух уравнений в каждом следующем друг за другом единичном интервале времени $\Delta \tau$ однозначно определяется ΔR , которое прибавляется к R_3 по истечении каждого единичного интервала времени $\Delta \tau$.

Задав реальные геометрическими параметрами криоконцентратора, а также температурой теплообменной поверхности $t_1 = -4^\circ \text{C}$ и криоскопической температурой $t_3 = -0,55^\circ \text{C}$, был произведен расчет процесса намораживания льда на цилиндрической поверхности при различных величинах единичного интервала времени $\Delta \tau$. Результаты расчета представлены на рис. 4.

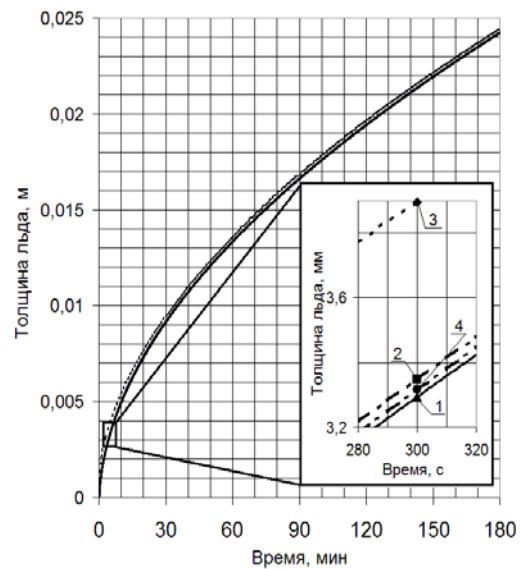


Рис. 4. Графическая зависимость толщины слоя льда на цилиндрической поверхности криоконцентратора от продолжительности намораживания: 1 – $\Delta \tau = 1$ с; 2 – $\Delta \tau = 10$ с; 3 – $\Delta \tau = 1$ мин; 4 – $\Delta \tau = 10$ с (усредненное значение теплового потока в единичном временном интервале)

Рассчитывали толщину слоя льда на цилиндрической поверхности в процессе намораживания в течение 3 ч.

На рис. 4 представлены четыре кривые. Кривая 1 получена при значении единичного интервала времени $\Delta \tau = 1$ с, кривая 2 при $\Delta \tau = 10$ с, кривая 3 при $\Delta \tau = 1$ мин. Поскольку кривые практически сливаются в одну, при значении времени $\tau = 5$ мин приведен увеличенный фрагмент графика. Видно, что толщина льда, приведенная на графике 1 и 2, отличается очень незначительно, отличие около 0,06 мм. Расчет с единичным интервалом времени $\Delta \tau = 1$ мин (график 3) дает уже существенное отличие (около 0,63 мм) от толщины льда, рассчитанной с использованием единичного интервала времени $\Delta \tau = 1$ с (график 1).

При расчете толщины льда в процессе разделительного вымораживания для получения кривых 1–3 (рис. 4) предполагалось, что значение теплового потока от теплообменной поверхности к продукту не меняется в течение единичного интервала времени и равняется тепловому потоку в начале единичного интервала времени. Кривая 4 (рис. 4) представляет результаты расчета со средним значением теплового потока в начале и в конце единичного интервала времени, величина которого принята $\Delta \tau = 10$ с. Таким образом, для расчета толщины слоя льда в зависимости от времени разделительного вымораживания достаточно использовать единичный временной интервал $\Delta \tau = 10$ с и усреднение теплового потока в начале и в конце временного интервала.

Для проверки адекватности предложенной модели расчета толщины слоя льда в процессе разделительного вымораживания производилось сравнение расчетных величин с данными натурного эксперимента разделительного вымораживания в криоконцентраторе, схема которого представлена

на рис. 1 и дано описание в работах [3, 4, 5]. Расчетные данные и экспериментальные значения в графическом виде представлены на рис. 5.

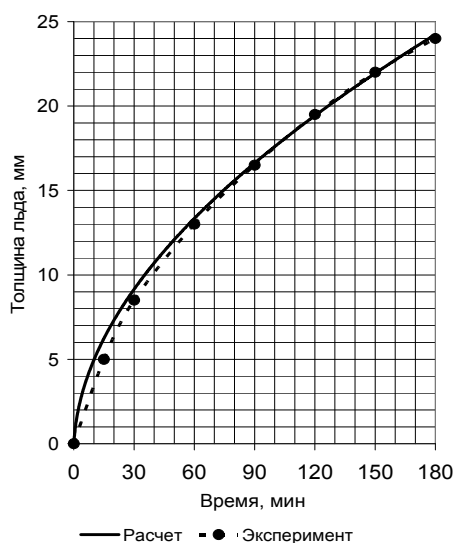


Рис. 5. Графическая зависимость толщины слоя льда на цилиндрической поверхности криоконцентратора от продолжительности намерзания

Рассмотрев систему двух случайных величин (X , Y), где X — значения толщины вымороженной фракции, полученные экспериментальным путем в течение заданных промежутков времени, Y — расчетные значения толщины льда, полученные из уравнения (4) и (8), рассчитали значение коэффициента корреляции r_{XY} . Полученное значение коэффициента корреляции составило $r_{XY} = 0,99886$, что говорит о тесной прямой связи между экспериментальными и расчетными величинами.

Рассматривая в качестве случайной величины Z разность между экспериментальными и расчетными значениями, получили, что все экспериментальные значения попадают в интервал отклонения от среднего значения на величину среднего квадратического отклонения. Следовательно, с доверительной вероятностью не менее 0,95 можно ожидать попадание значений случайных величин в интервал $(M_Z - \sigma, M_Z + \sigma)$.

Таким образом, предлагаемая расчетная модель разделительного вымораживания обезжиренного молока на цилиндрической поверхности адекватно описывает реальный процесс разделительного вымораживания.

Список литературы

1. Пап, Л. Концентрирование вымораживанием: пер. с венг. / Л. Пап; под ред. О.Г. Комякова. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 96 с.
2. Короткий, И.А. Технологии криоконцентрирования в пищевой промышленности / И.А. Короткий, Д.Е. Федоров, О.М. Мальцева // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2012». — Вып. 2. — Т. 1. — Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. — ЦИТ: 212-520. — С. 13-15.
3. Короткий, И.А. Исследование процессов очистки воды разделительным вымораживанием / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, А.В. Учайкин // Техника и технология пищевых производств. — 2015. — Т. 38. — № 3. — С. 89-94.
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. — С. 120-125.
5. Короткая, Е.В. Очистка воды вымораживанием в емкостном кристаллизаторе / Е.В. Короткая, И.А. Короткий, А.В. Учайкин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2015. — № 6. — С. 140-145.
6. Устройство для концентрирования жидких пищевых продуктов: пат. 2509514 Рос. Федерация: МПК А 23 L 3/00 / Короткий И.А., Гунько П.А., Мальцева О.М., Учайкин А.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО КемГИПП. — № 2013106559/13; заявл. 01.11.2012; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8.
7. Короткий, И.А. Разделительное вымораживание при переработке обезжиренного молока / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, О.М. Мальцева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2015. — № 10. — С. 115-121.
8. Мальцева, О.М. Влияние разделительного вымораживания на изменение плотности обезжиренного молока / О.М. Мальцева, Е.В. Короткая, И.А. Короткий // Современные тенденции развития науки и производства: сборник материалов III Междунар. науч.-практ. конф. / Западно-Сибирский научный центр; Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. — Кемерово, 2016. — С. 403-406.
9. Теоретические основы хладотехники. Тепломассообмен / С.Н. Богданов, Н.А. Бучко, Э.И. Гуйго [и др.]; под ред. Э.И. Гуйго. — М.: Агропромиздат, 1986. — 320 с.

MODELING OF ICE FORMATION ON CYLINDRICAL SURFACE OF CAPACITIVE CRYOCONCENTRATOR

O.M. Maltseva

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

e-mail: vm2@kemtipp.ru

Received: 18.06.2016

Accepted: 20.07.2016

Separating freeze-out (cryoconcentration) is widely used for liquid products concentration including milk and secondary dairy raw materials processing. This method allows us to obtain high quality concentrates. Separating freeze-out of nonfat milk have been investigated. The laboratory capacitive cryoconcentrator allows simultaneous separating freeze-out of nonfat milk in one cylinder and frozen fraction melting in another one. Water fraction melting in one cylinder is carried out due to the heat taken away from the ice formed in the other cylinder. The temperature of heat exchange surface of the container in which separating freeze-out takes place is kept stable (up to $\pm 0.2^\circ$) in the range of minus 2 to minus 8. The ice on the heat exchange surface of the capacitive cryoconcentrator is formed in the form of a hollow cylinder. Its wall thickness depends on the temperature of the heat exchange surface and separating freeze-out duration. Modeling of technological processes is an important stage in the technological design of food productions. Mathematical modeling makes it possible to lower material and time expenditures during the design of technological processes and to find the most effective technological solutions. Mathematical model for crystallization of nonfat milk water fraction on the cylindrical surface of the capacitive cryoconcentrator has been developed according to the classical equations of heat and mass transfer. Initial data for finding the dependence of the layer thickness of ice frozen out on the cylindrical surface on the process duration are the surface temperature of the cryoconcentrator and cryoscopic temperature of the concentrated product as well as geometrical parameters of the cryoconcentrator. The estimated dependences obtained were compared with experimental data. The compliance of the estimated model of nonfat milk separating freeze-out on the cylindrical surface to the real process of separating freeze-out has been established.

Nonfat milk, cryoconcentrator, separating freeze-out, mathematical modeling

References

1. Pap L. *Kontsentririvanie vymorazhivaniem* [Concentration by freezing]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1982. 96 p.
2. Korotkiy I.A., Fedorov D.E., Mal'tseva O.M. Tekhnologii kriokontsentririvaniya v pishchevoy promyshlennosti [Technologies of cryoconcoction in the food industry]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye innovatsii v nauke, obrazovanii, proizvodstve i transporte 2012»* [Proc. of the international scientific and practical conference "Perspective Innovations in Science, Education, Production and Transport' 2012"]. Odessa, 2012, iss. 2, vol. 1, pp. 13–15.
3. Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Uchaykin A.V. Issledovanie protsessov ochistki vody razdelitel'nym vymorazhivaniem [Investigation of the process of water purification using separation freezing]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, vol. 38, no. 3, pp. 89–94.
4. Korotkiy I.A., Fedorov D.E., Trizno N.A. Issledovanie raboty emkostnogo kristallizatora dlya razdelitel'nogo vymorazhivaniya zhidkikh pishchevykh produktov [Research work for the capacitance of the mold separation freezing liquid food]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2012, no. 4, pp. 120–125.
5. Korotkaya E.V., Korotkiy I.A., Uchaykin A.V. Ochistka vody vymorazhivaniem v emkostnom kristallizatore [Water purification by freezing in capacitive crystallizer]. *Vestnik krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2015, no. 6, pp. 140–144.
6. Korotkiy I.A., Gun'ko P.A., Mal'tseva O.M., Uchaykin A.V. *Ustroystvo dlya kontsentririvaniya zhidkikh pishchevykh produktov* [The device for concoction of liquid foodstuff]. Patent RF, no. 2509514, 2014.
7. Korotkiy I.A., Korotkaya E.V., Mal'tseva O.M. Razdelitel'noe vymorazhivanie pri pererabotke obezhirennogo moloka [Fractional freeze separation in the skimmed milk processing]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU]. 2015. №10. S. 115–121.
8. Mal'tseva O.M., Korotkaya E.V., Korotkiy I.A. Vliyanie razdelitel'nogo vymorazhivaniya na izmenenie plotnosti obezhirennogo moloka [Influence of a separation freezing on change of density of skim milk]. *Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i proizvodstva»* [Proc. of the III International scientific and practical conference "Current trends of development of science and production"]. Kemerovo, 2016, pp. 403–406.
9. Bogdanov S.N., Buchko N.A., Guygo E.I. (ed.), et al. *Teoreticheskie osnovy khladotekhniki. Teplomassoobmen* [Theoretical basis of hladotekhniki. Heat and Mass Transfer]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986. 320 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Мальцева, О.М. Моделирование процесса намораживания льда на цилиндрической поверхности емкостного криоконцентратора / О.М. Мальцева // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 118–124.

Maltseva O.M. Modeling of ice formation on cylindrical surface of capacitive cryoconcentrator. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 118–124. (in Russ.).

Мальцева Оксана Михайловна

старший преподаватель кафедры высшей математики, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-32

Oksana M. Maltseva

Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-32



ДЕЗОДОРАЦИЯ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ В РОТОРНОМ РАСПЫЛИТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ

Д.М. Попов*, А.В. Терещук

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

*e-mail: pdm2005@rambler.ru

Дата поступления в редакцию: 06.04.2016

Дата принятия в печать: 02.07.2016

Молочные продукты должны соответствовать ряду требований по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептическими показателями являются запах и вкус, так как они в основном влияют на спрос потребителей. Среди пороков сырья, влияющих на качество молочных продуктов, особенно при его хранении, наиболее распространенными являются пороки запаха и вкуса кормового происхождения. Причиной этого является использование кормов, содержащих специфические вещества, переходящие в молочные продукты. Молочные продукты, содержащие жир, абсорбируют из окружающей среды вещества, придающие посторонний запах и вкус. Поэтому, кроме кормовых пороков, молочные продукты могут приобрести и другие посторонние запахи и вкус. Для исправления пороков молочных продуктов используется дезодорация. Сущность процесса дезодорации заключается в обработке горячего молочного сырья в условиях разрежения. Большинство одорирующих веществ образуют с водяным паром азеотропные смеси. Температура кипения образующихся смесей ниже температуры кипения воды. Это позволяет проводить паровую дистилляцию из молочного сырья одорирующих веществ. Основным недостатком существующих дезодораторов – низкая производительность, отнесенная к объему аппарата. Предлагается использовать в качестве дезодоратора роторный распылительный аппарат, не имеющий данного недостатка и отличающийся многократной циркуляцией жидкости, которая сопровождается диспергированием и ударами капель о пленку жидкости на поверхности каплеотбойника и корпуса. Это позволяет увеличить производительность дезодоратора. Также путем подбора соответствующей кратности циркуляции возможно регулировать время дезодорации в широких пределах. Экспериментально исследована дезодорация молока в роторном распылительном аппарате. Использовалось молоко с воспроизведенными пороками запаха и вкуса. После дезодорации определялись физико-химические показатели и проводилась органолептическая оценка молока. Подготовка и проведение оценки запаха и вкуса проводились согласно нормативным документам. В результате были установлены рациональные параметры проведения процесса. Предложена схема производства пастеризованного молока с вакуум-дезодорацией сырья в роторном распылительном аппарате.

Молочное сырье, органолептические свойства, дефекты запаха и вкуса, дезодорация, роторный распылительный аппарат

Введение

Молоко и молочные продукты должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52054-2003 и ГОСТ 32922-2014. Требования этих нормативных документов предъявляются к органолептическим и физико-химическим показателям. Такие свойства молочных продуктов, как внешний вид, цвет, запах, вкус и аромат, относятся к органолептическим показателям. На спрос потребителей в основном влияют такие оценочные показатели, как запах, вкус и аромат. Поэтому эти показатели наиболее важны в общей оценке органолептических свойств молочных продуктов.

Несоблюдение условий содержания и кормления коров является наиболее частыми причинами возникновения пороков молока, ухудшающих органолептические показатели. Особенно это характерно в осенне-зимний и весенний периоды, и количество такого молока, принимаемого заводами, может достигать 70 % [1].

Пороки кормового происхождения являются наиболее распространенными среди дефектов сырого молока. Интенсивность пороков кормового происхождения зависит от вида и количества корма, концентрации вкусовых и ароматических ве-

ществ в нем и от времени, прошедшего с момента кормления до начала доения коров. Такие вкусовые и ароматические вещества, как эфиры, спирты, альдегиды, кетоны, могут присутствовать в кормах и без изменений попадать в молоко. Также из определенных веществ кормов при пищеварении могут синтезироваться другие вкусовые и ароматические вещества, которые затем через кровь попадают в молоко. Как правило, кормовой запах и вкус при хранении молока усиливаются и по этому признаку отличаются от других дефектов [1, 2].

Наиболее часто встречающиеся изменения запаха, вкуса и аромата молока вызывают грубые и сочные корма. В основном кормовой запах и вкус молоку придают такие химические соединения, как ацетон, бутанон, изопропанол, метилсульфид, пропанол и этанол и ряд других соединений [2, 7].

Альдегиды, кетоны, спирты и эфиры, образующиеся в процессе брожения силоса, вызывают силосный запах и вкус в молоке. Этот дефект является наиболее распространенным. Интенсивность силосного запаха и вкуса зависит от вида и качества силоса.

При использовании в качестве кормов травяного и зернового силоса, а также свежескошенной

травы в молоке повышается содержание летучих аминов, отчего молоко может приобретать кормовой, лекарственный, металлический, солодовый запах и вкус в зависимости от вида аминов.

Молочные продукты, содержащие жир, абсорбируют из окружающей среды вещества, придающие посторонний запах и вкус нефтепродуктов. Из кормов в молоко также переходят инсектициды, гербициды, хлорфенолы и другие химикаты, применяемые в сельском хозяйстве [1, 2, 3]. Молочные продукты, помимо пороков запаха и вкуса, присутствующих в исходном сырье, могут содержать неконденсирующиеся газы и иметь специфический вкус и запах, образующиеся в процессе производства [7, 8].

По органолептическим показателям стерилизованное молоко не должно в значительной мере отличаться от пастеризованного. При производстве сливочного масла, пастеризованного молока, стерилизованного молока и других молочных продуктов молочное сырье подвергается тепловой обработке. При этом температура пастеризации молочного сырья в зависимости от вида продукции составляет 75...95 °С, а при стерилизации с применением косвенного нагрева температура достигает 137...140 °С.

После тепловой обработки молочное сырье содержит около 400 летучих компонентов [1]. Качество молочных продуктов, не удовлетворяющих требованиям первого сорта, можно улучшить специальной обработкой [2, 3]. При производстве сливочного масла для исправления пороков сливок используется промывка [2, 3]. Промывка позволяет удалить многие привкусы (дрожжевой, кислый, кормовые, нечистый, старый), носителем которых

является плазма. Сливки промывают водой и обезжиренным молоком. Для этого их разбавляют водой с температурой 45...50 °С до жирности 5...8 %, размешивают и сепарируют. Полученные сливки вновь разбавляют доброкачественным обезжиренным молоком до жирности 5...8 % и повторно сепарируют [3, 4]. Промывка способствует значительным потерям жира при сепарировании, что является существенным недостатком этого способа. Также для промывки характерны дополнительные затраты труда и электроэнергии. Промытые сливки сбиваются быстрее, но в пахту отходит больше жира, вследствие чего его потери увеличиваются на 1,5...3 %. Промытые сливки нуждаются в немедленной пастеризации. Метод промывки используется на предприятиях, где нет возможности применить дезодорацию и вакреацию (тепловая обработка под вакуумом с подводом острого пара).

Объекты и методы исследований

Дезодорация молочного сырья заключается в его тепловой обработке в условиях разрежения в теплообменных аппаратах — дезодораторах. Дезодорация представляет собой паровую дистилляцию из молочного сырья пахнущих веществ, образующих с водяным паром азеотропные смеси, кипящие ниже температуры кипения воды. На рис. 1 показана вакуум-дезодорационная установка ОДУ-3, применяемая для дезодорации сливок. При разрежении 0,04...0,06 МПа сливки вскипают при температуре 65...70 °С. Режимы дезодорации устанавливаются в зависимости от качества сливок и массовой доли в них жира, вида вырабатываемого масла вне зависимости от метода производства.

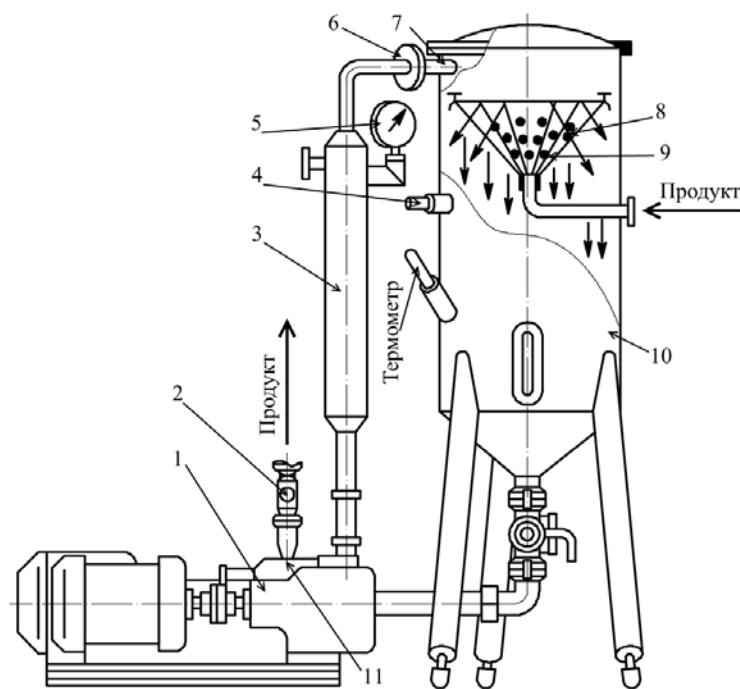


Рис. 1. Схема вакуум-дезодорационной установки ОДУ-3:

1 — вакуумный насос; 2 — обратный клапан; 3 — конденсатор; 4 — воздушный клапан; 5 — вакуумметр; 6 — плоский обратный клапан; 7 — штуцер для отвода газов; 8 — перфорированная камера; 9 — патрубок для подачи дезодорируемой жидкости; 10 — вакуум-дезодорационная камера; 11 — насос для продукта

При необходимости более полного удаления из сливок нежелательных пахнущих летучих веществ необходимо интенсифицировать процесс парообразования путем повышения температуры нагрева сливок или снизить остаточное давление в системе. Например, 92...95 °С при остаточном давлении 0,02...0,04 МПа в осенне-зимний период и 0,01...0,03 МПа в весенне-летний период.

При вакреации в условиях вакуума осуществляется паровая дистилляция из молочного сырья пахнущих веществ. Вакреация совмещает два процесса – введение острого водяного пара для нагрева жидкости и создание вакуума с целью испарения летучих веществ.

Дезодораторы и вакреаторы представляют собой вертикальные камеры, поверхность теплообмена в которых обычно создается струями и каплями [5]. Более эффективными являются аппараты, обеспечивающие течение турбулизованной пленки жидкости. Основным недостаток известных дезодораторов – низкая удельная производительность, оцениваемая отношением поверхности теплообмена к объему аппарата. Это препятствует созданию эффективного оборудования производительностью по жидкости больше 3 м³/ч. Использование роторного распылительного аппарата позволит устранить данный недостаток [5, 6]. Роторный распылительный аппарат отличается высокой интенсивностью теплообменных процессов. Поверхность теплообмена в роторном распылительном аппарате создается на двух стадиях: 1) распыливание жидкости в виде струй и капель вращающимся диспергиру-

щим устройством (перфорированный цилиндр); 2) ударное взаимодействие первичных капель факела с пленкой жидкости на поверхности пластинок пристенного каплеотбойника и стенке корпуса аппарата. Количество переданного вещества на второй стадии составляет около 50 % от общего количества [5].

Контактный элемент роторного распылительного аппарата показан на рис. 2. Основными конструктивными элементами аппарата являются диспергирующее устройство 1, пристенный каплеотбойник 4 и сливная тарелка 7. С помощью этих трех элементов и создается многократная циркуляция и диспергирование жидкости. Подача жидкости в диспергирующее устройство осуществляется заборным устройством 2. Жидкость поступает к заборному устройству по переточным трубам 6 из тарелки 7. Пристенный каплеотбойник представляет собой набор вертикальных металлических пластинок, установленных под углом к касательной диспергирующего устройства, и предназначен для снижения брызгоуноса [5, 6]. Заборное устройство состоит из двух коаксиальных цилиндров и расположенными между ними лопатками. Переливная труба 5 предназначена для стекания избытка жидкости с тарелки 7. Диспергирующее и заборное устройства размещены на валу 3, который приводит их во вращательное движение. Перетекание жидкости из периферийной части тарелки в центральную – питающую часть происходит по переточной трубе 6. Контактные элементы размещены вертикально в корпусе 8. Направляющие лопатки 9 обеспечивают закручивание парового потока.

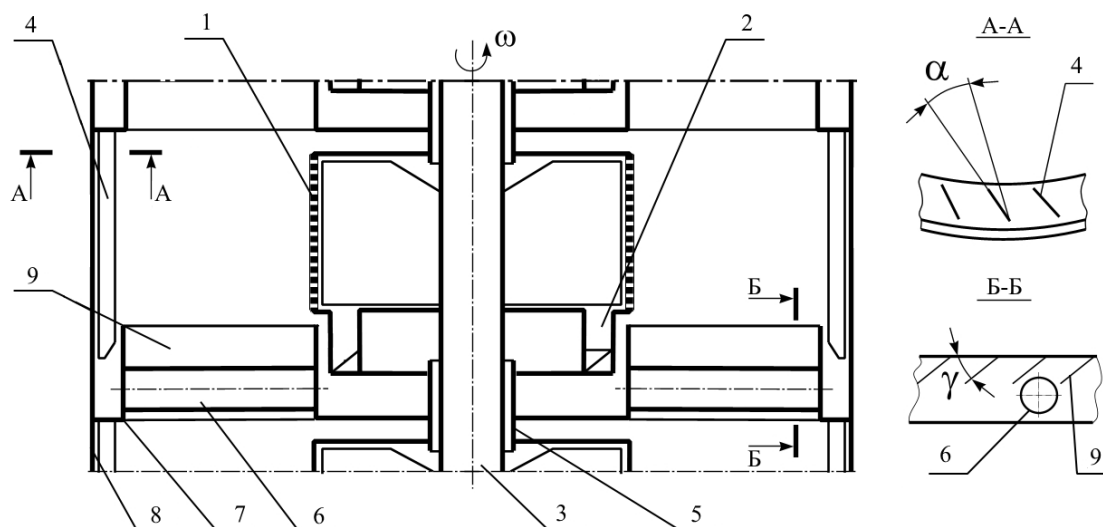


Рис. 2. Схема контактного элемента роторного распылительного аппарата:

1 – диспергирующее устройство; 2 – заборное устройство; 3 – вал; 4 – пристенный каплеотбойник; 5 – переливная труба; 6 – переточная труба; 7 – тарелка; 8 – корпус; 9 – направляющие лопатки

Работа контактного элемента осуществляется следующим образом. Жидкость из питающей части тарелки 7 захватывается заборным устройством 2 и подается в диспергирующее устройство 1. Под действием центробежных сил через перфорированный цилиндр диспергирующего устройства жидкость распыливается в свободное пространство. Первич-

ные капли факела распыла касательно ударяются о пластинки пристенного каплеотбойника, часть жидкости слетает с пластинок и ударяется по корпусу 8. Жидкость с пластинок каплеотбойника и корпуса стекает в периферийную часть тарелки 7, откуда по трубам 6 поступает в центральную (питающую) часть тарелки. Далее жидкость вновь за-

хватывается заборным устройством и подается на распыливание в диспергирующее устройство. Избыток жидкости в количестве, равном количеству свежепоступившей на контактный элемент, по переливной трубе 5 сливается непосредственно в распылитель нижерасположенного контактного элемента.

Отличительная особенность роторного распылительного аппарата – многократная циркуляция жидкости, которая сопровождается многократным диспергированием и ударами капель о пленку жидкости на обогреваемой поверхности. Это позволяет достичь требуемой эффективности процесса, а путем подбора соответствующей кратности циркуляции можно регулировать время дезодорации в широких пределах.

Гидравлическое сопротивление роторного распылительного аппарата невелико (10...30 Па на один контактный элемент) – это обеспечивает существенное преимущество при проведении процессов разделения жидких систем при разрежении. Предельная скорость паров и удаляемых газов составляет 4 м/с. Энергозатраты при работе аппарата невелики. Эффективность массоотдачи по Мерфи в условиях среднего вакуума 60...70 %. Все это позволяет использовать роторный распылительный аппарат для эффективного проведения процесса дезодорации.

Целью выполненных экспериментальных исследований является изучение эффективности дезодорации молока в роторном распылительном аппарате.

В исследованиях использовалось молоко коровье пастеризованное с воспроизведенными дефектами запаха и вкуса. Для воспроизведения дефектов применялся дистилляционный метод. Сено люцерны помещалось в колбу с водой. В пробку колбы вставлена стеклянная трубка, к которой присоединен резиновый шланг. Свободный конец шланга опускался в сосуд с молоком. При нагревании суспензии корма в воде летучие компоненты с водяным паром перегонялись в молоко.

Дезодорация молока проводилась на экспериментальной установке, основным элементом которой является роторный распылительный аппарат.

Предварительно нагретое до 65...75 °С исходное молоко подается в аппарат, где кипит за счет температурного перепада, обусловленного величиной вакуума в аппарате. Образующиеся в процессе кипения пары направляются в конденсатор. Дезодорированное молоко поступает в сборник готового продукта. Сборник готового продукта снабжен охлаждающей рубашкой для предотвращения вскипания молока. Разрежение в установке создавалось вакуум-насосом.

После дезодорации проводилась органолептическая оценка молока и определялись: титруемая кислотность, массовая доля жира, массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО).

Подготовка и проведение оценки запаха и вкуса дезодорированного молока проводились согласно требованиям ГОСТ 26809.1-2014. В табл. 1 представлена шкала балльной оценки запаха, вкуса и аромата свежего пастеризованного молока и молока с разной степенью выраженности пороков различного происхождения. Запах и вкус пастеризации не рассматривался как порок.

Таблица 1

Балльная оценка запаха и вкуса молока

Запах, вкус и аромат	Оценка, баллы
Чистые	5
Пустые, перепастеризованные (кислые)	4
Слабые кормовые, хлевные, нечистые, пригорелые, окисленные, липолизные	3
Кормовые, хлевные, пригорелые, окисленные, липолизные, слабые затхлые. Слабый горький вкус	2
Сильные кормовые, хлевные, пригорелые, затхлые, слабые прогорклые и другие посторонние	1
Прогорклые, гнилостные и др. посторонние	0

Результаты и их обсуждение

Дезодорация молока осуществлялась в роторном распылительном аппарате со следующими характеристиками. Внутренний диаметр аппарата – 150 мм. Аппарат содержит 6 контактных элементов. Параметры диспергирующего устройства: диаметр перфорированного цилиндра – 75 мм, его высота – 42 мм, диаметр распыливающих отверстий – 2 мм, количество рядов отверстий – 7, количество отверстий в одном ряду – 32, отверстия были расположены в шахматном порядке. Частота вращения ротора составляла 540 об/мин.

Результаты экспериментального исследования дезодорации молока приведены в табл. 2. Молоко с воспроизведенными пороками запаха и вкуса имело следующие свойства: кислотность – 19,5 °Т; массовую долю жира – 2,5 %; массовую долю сухих обезжиренных веществ молока (СОМО) – 7,7 %; средняя оценка запаха и вкуса – 2,6 балла.

Как видно из табл. 2, дезодорация в аппарате позволяет снизить кислотность молока на 1,5 °Т. Повысить оценку молока на 1...2 балла.

Количество испаренной влаги зависит от разности температур молока, подаваемого и отводимого из роторного распылительного аппарата. В среднем температурному перепаду в 3,6 °С соответствует 1 % испаряемой влаги. С увеличением температурного перепада балльная оценка молока повышается. Также с увеличением вакуума происходит повышение оценки молока. Но при вакууме 16 кПа молоко приобретает пустой вкус и оценка снижается.

Таблица 2

Свойства молока после вакуум-дезодорации в роторном распылительном аппарате

Давление в РРИ, кПа	Температура, °С		Кислотность, °Т	Массовая доля жира, %	СОМО, %	Количество испаренной влаги, %	Органолептическая оценка, баллы
	молока, подаваемого в РРИ	дезодорации					
16	65	55	18	3,3	9,8	2,88	3,8
20		60	19	3,0	8,8	1,64	3,6
20	70	60	18,5	3,2	9,5	2,50	4,8
26		65	18	3,0	8,6	1,45	4,4
20	75	60	18	3,5	10,4	3,72	4,2
31		70	19,5	2,9	8,7	1,42	3,6

На основании вышеизложенного были рассчитаны вакуум-дезодорационные установки, основным элементом которых является роторный распылительный аппарат, производительностью 3000, 5000 и 10 000 л/ч. Температура продукта, поступающего в роторный распылительный аппарата т, – 65...95 °С. Давление вакуума – 40...75 кПа. Основные характеристики рассчитанных вакуум-дезодорационных установок приведены в табл. 3. Отличие рассчитанных установок от

известных состоит в большей производительности и меньшем температурном перепаде и степени разрежения. Температурный перепад в аппарате составляет 3,6 °С на 1 % испаряемой влаги.

Использование разработанного ряда дезодораторов (табл. 3) представляется перспективным для улучшения качества молочного сырья не только на крупных и средних предприятиях, но и на мелких молочных заводах.

Таблица 3

Характеристики дезодораторов

Производительность, м ³ /ч	Диаметр КЭ, м	Число КЭ	Объем аппарата, м ³	Частота вращения ротора, мин ⁻¹	Мощность привода, кВт	Габаритные размеры установки, 10 ³ м
3	0,3	3	0,035	1000	0,6	1000x900x1200
5	0,3	5	0,056	1000	0,8	1000x900x1400
10	0,5	5	0,180	800	0,8	1200x900x1500

Ниже рассмотрен вариант использования роторного распылительного аппарата в качестве дезодоратора для удаления кормового запаха и вкуса, кислорода и других газов, присутствующих в исходном сырье.

Предлагается схема установки для производства пастеризованного молока с вакуум-дезодорацией сырья в роторном распылительном аппарате (рис. 3). Работа установки осуществляется следующим образом. Молоко подается из молокохранильного отделения в уравнильный бак 1. Поплавковый регулятор уровня через клапан 15 поддерживает постоянный уровень в баке 1. В секцию рекуперации пластинчатого аппарата 4 молоко подается центробежным насосом 2. Ротаметрический регулятор 3 через клапан 16 обеспечивает постоянную производительность установки. Из первой секции рекуперации молоко, нагретое до температуры 45 °С, подается в сепаратор-молоко-очиститель 5. После очистки в сепараторе молоко поступает во вторую секцию рекуперации пластинчатого аппарата. Нагретое до температуры 70 °С молоко направляется в роторный распылительный аппарат 6. В аппа-

рате поддерживается остаточное давление 20 кПа. При данной температуре и давлении в аппарате осуществляется дистилляция веществ, придающих молоку кормовой запах и вкус. Разрежение в аппарате осуществляется вакуумной установкой, в которую входят эжектор 7, центробежный насос 9 и бак циркуляционной воды 8. Дезодорированное молоко при температуре 65 °С из аппарата поступает в одну из буферных емкостей 23, откуда откачивается центробежным насосом 10 в секцию пастеризации пластинчатого аппарата, где нагревается до температуры пастеризации 76...80 °С. После секции пастеризации молоко выдерживается в выдерживателе 11 и возвращается в пластинчатый аппарат, где предварительно охлаждается в секциях рекуперации. Окончательное охлаждение молока осуществляется в секциях водяного и рассольного охлаждения пластинчатого аппарата.

На выходе из пластинчатого теплообменника установлен клапан 18, через который молоко направляется на розлив или в уравнильный бак для повторной пастеризации при нарушении технологического режима.

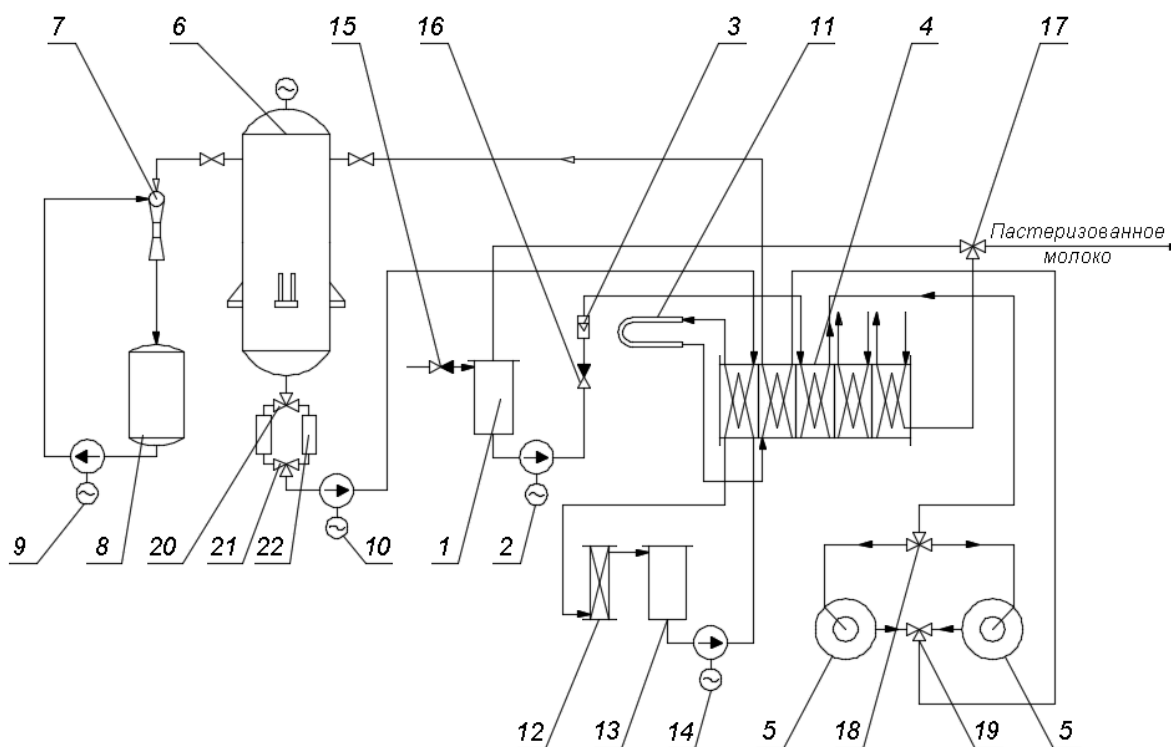


Рис. 3. Схема производства пастеризованного молока:

- 1 – уравнивающий бак; 2, 10 – центробежные насосы для молока; 3 – ротаметрический регулятор;
 4 – пластинчатый аппарат; 5 – сепараторы-молокоочистители; 6 – роторный распылительный аппарат;
 7 – конденсатор эжекторный; 8 – бак циркуляционной воды; 9, 14 – центробежные насосы для воды;
 11 – выдерживатель; 12 – пароконтактный нагреватель; 13 – бак горячей воды; 15, 16 – регулирующие проходные клапаны;
 17–21 – регулируемые трехходовые клапаны; 22 – буферные емкости

Горячая вода для нагревания молока подается в секцию пастеризации насосом 14. Из этой секции охлажденная вода, после того как она отдаст тепло молоку, возвращается в бак 13 через пароконтактный нагреватель 12, где нагревается до

температуры 78...82 °С. Тепловая и вакуумная обработка молочного сырья при правильно выбранных технологических режимах позволяет полностью устранить или существенно ослабить пороки вкуса и запаха.

Список литературы

1. Шидловская, В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: справочник. – М.: КолосС, 2004. – 360 с.
2. Голубева, Л.В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 9: Консервирование и сушка молока. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 272 с.
3. Вышемирский, Ф.А. Маслоделие в России (история, состояние, перспективы). – Углич, 1998. – 589 с.
4. Вышемирский, Ф.А. Производство масла из коровьего молока в России. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 288 с.
5. Нечаева, Е.С. Исследование дисперсного состава пыли и факела распыла жидкости в роторном распылительном пылеуловителе / Е.С. Нечаева, Д.М. Попов // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 93–96.
6. Сорокопуд, А.Ф. О перспективах использования роторного распылительного аппарата для дезодорации молока / А.Ф. Сорокопуд, Д.М. Попов // Естественные и технические науки. – 2003. – № 1. – С. 148–149.
7. Терещук, Л.В. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования: монография / Л.В. Терещук, М.С. Уманский; КемТИПП. – Кемерово, 2006. – 209 с.
8. Milk Processing and Quality Management. Edited by Adnan Y. Tamime. Blackwell Publishing Ltd. – 2009.

DEODORIZATION OF RAW MILK IN A ROTARY SPRAY APPARATUS

D.M. Popov*, L.V. Tereshchuk

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

*e-mail: pdm2005@rambler.ru

Received: 06.04.2016

Accepted: 02.07.2016

Dairy products must correspond to a number of organoleptic and physico-chemical requirements. Organoleptic characteristics are smell and taste because they primarily affect the demand of consumers. The most common defects of raw milk affecting the quality of dairy products particularly during the storage are smell and taste of feed origin. The reason for this is the use of feed containing specific substances passing into dairy products. Dairy products containing fat easily absorb substances that give foreign smell and taste from the environment. Therefore, apart from feed defects dairy products can acquire other foreign smells and tastes. To correct the defects of dairy products deodorization is used. The essence of the deodorization process is the processing of hot raw milk under vacuum conditions. Most odorizing substances form azeotropic mixtures with water vapor. The boiling point of the resulting mixture is below the boiling temperature of water. This enables to conduct the steam distillation of odorizing substances from raw milk. The main drawback of the existing deodorizers is low specific productivity of the apparatus volume. To eliminate this fault rotary spray device with high intensity of processes can be used. A distinctive feature of the rotary spray device is multiple fluid circulations accompanied by dispersing and strokes of drops on the liquid film on the surface of demister and housing. This enables to achieve the desired efficiency of the process, and by selecting the appropriate circulation frequency one can widely adjust deodorization time. The effectiveness of milk deodorization with reproduced defects of smell and taste has been studied and rational parameters of the process have been established. After deodorization the physico-chemical parameters have been determined and organoleptic evaluation of deodorized milk has been carried out. Preparation and conducting the smell and taste assessments were carried out according to regulatory documents. A layout of upgraded pasteurization and cooling unit for obtaining pasteurized milk with a vacuum deodorization of raw materials has been proposed.

Raw milk, organoleptic properties, smell and taste defects, deodorization, rotary spray apparatus

References

1. Shidlovskaya V.P. *Organolepticheskie svoystva moloka i molochnykh produktov. Spravochnik* [The organoleptic properties of milk and dairy products. Directory]. Moscow, KolosS Publ., 2004. 360 p.
2. Golubeva L.V. *Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva. Tekhnologiya i retseptury. Tom 9. Konservirovanie i sushka moloka* [Directory technologist milk production. The technology and formulation. Volume 9. Cohn-Serving and drying of milk]. St. Petersburg, GIOR Publ., 2005. 272 p.
3. Vyshemirskiy F.A. *Maslodelie v Rossii (istoriya, sostoyanie, perspektivy)* [Dairies in Russia (history, status and prospects)]. Uglich, 1998. 589 p.
4. Vyshemirskiy F.A. *Proizvodstvo masla iz korov'ego moloka v Rossii* [Oil production from cow's milk in Russia]. St. Petersburg, GIOR Publ., 2010. 288 p.
5. Nechaeva E.S., Popov D.M. Issledovanie dispersnogo sostava pyli i fakela raspyla zhidkosti v rotornom raspylitel'nom pileulovitele [Research disperse composition of dust and the spray liquid in the rotary races, spray-dust collector]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 2, pp. 93–96.
6. Sorokopud A.F., Popov D.M. O perspektivakh ispol'zovaniya rotornogo raspylitel'nogo apparata dlya dezodoratsii moloka [On the prospects of the use of a rotary spray apparatus for deodorization of milk]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and Technical Sciences]. Moscow, 2003, no. 1, pp. 148–149.
7. Tereshchuk L.V., Umanskiy M.S. *Molochno-zhirovye kompozitsii: aspekty konstruirovaniya i ispol'zovaniya* [Milk fat composition: aspects of the design and the use-tion]. Kemerovo, 2006. 209 p.
8. Adnan Y. Tamime (ed.) *Milk Processing and Quality Management*. Blackwell Publishing Ltd., 2009. 343 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Попов, Д.М. Дезодорация молочного сырья в роторном распылительном аппарате / Д.М. Попов, Л.В. Терещук // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 125–132.

Popov D.M., Tereshchuk L.V. Deodorization of raw milk in a rotary spray apparatus. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 125–132. (in Russ.).

Попов Дмитрий Михайлович

канд. техн. наук, доцент кафедры машин и аппаратов пищевых производств, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: pdm2005@rambler.ru

Терещук Любовь Васильевна

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

Dmitry M. Popov

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Food Production, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: pdm2005@rambler.ru

Lubov V. Terechuk

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



ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕМБРАННОГО АППАРАТА ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАНИИ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ

А.Е. Стефанкин

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

e-mail: stefankin91@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 05.07.2016

Дата принятия в печать: 25.08.2016

Разработка оборудования для производства продуктов питания, содержащих комплекс необходимых для жизнедеятельности организма компонентов (в частности, аминокислот), является достаточно актуальной задачей. Ряд незаменимых аминокислот содержится в молочных и сывороточных белках, которые, находясь в растворенном состоянии, легко усваиваются организмом. Поскольку белковые вещества термолабильны, для их концентрирования в настоящее время успешно применяется мембранная технология. Концентрирование смесей мембранными методами производится без фазовых превращений и обычно при температуре окружающей среды. Молочный белок в процессе концентрирования продукта не претерпевает изменений и сохраняет натуральную форму и, соответственно, полезные свойства, чего нельзя отнести к белковым концентратам, полученным стандартными методами. В ряде случаев мембранные методы оказываются не только более экономичными и менее энергоемкими по сравнению с другими методами, но часто позволяют полнее использовать сырье и энергию, т.е. существует возможность переработки вторичного сырья и отходов. Автором разработана конструкция мембранного аппарата, включающая вставку, на боковой поверхности которой расположены отверстия, в котором снижение толщины слоя задерживаемых веществ на мембране осуществляется гидродинамическим способом. Экспериментальные исследования мембранного аппарата при концентрировании молочной (творожной) сыворотки показали, что конструкция является работоспособной. Полученные регрессионные модели позволили определить рациональные значения конструктивных ($L = 2$ мм, $N = 13$ рядов, $D = 1$ мм) и технологических ($T = 60$ °C, $P = 0,18$ МПа) параметров, при которых достигается максимально возможная производительность, равная $8,8 \cdot 10^{-6}$ м³/(м²·с). В результате сравнительных экспериментальных исследований новой конструкции мембранного аппарата и прототипа установлено, что использование вставки в составе мембранного аппарата позволяет повысить его производительность по фильтрату в 1,4 раза.

Мембранный аппарат, концентрирование, молочная (творожная) сыворотка, технологические параметры, конструктивные параметры, регрессионный анализ

Введение

С позиции современных воззрений на безотходную переработку молочная сыворотка является полноценным молочным сырьем, которое можно поставить в один ряд с обезжиренным молоком, а в некоторых случаях – и с молоком. Столь стремительное восхождение сыворотки по шкале производственной значимости кроется в экологических проблемах сохранения окружающей среды, экономических аспектах дефицита молочного сырья и в создании нового направления – функционального (здорового) питания. Главенствующую роль при этом сыграли научные исследования в области глубокой переработки сыворотки [6, 7] и динамично развивающиеся мембранные методы фракционирования и концентрирования молочного сырья. Благодаря научным исследованиям и инновационным техническим разработкам нового поколения появилась возможность экономически рентабельной переработки молочной сыворотки с созданием промышленных технологий.

Сейчас аппаратурное оформление мембранных процессов характеризуется большим разнообразием [8, 9, 10]. Однако повышение производительности

мембранного оборудования остается актуальной научной задачей.

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

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является мембранный аппарат для переработки жидких пищевых сред (рис. 1), новизна которого защищена положительным решением о выдаче патента РФ на полезную модель [4]. Прототипом послужил классический мембранный аппарат [2, 3], который был реализован на базе исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО «КемТИПП» для исследования процесса концентрирования жидких пищевых сред. Прототип содержит корпус 1, выполненный в виде цилиндра. С одной стороны корпуса располагается патрубок 2 для подачи исходного потока среды, с другой – патрубок 3 для отвода конечного продукта в виде концентрата,

а также патрубок 4 для отвода фильтрата. Внутри корпуса располагается коаксиально полупроницаемая мембрана 5. Прототип характеризуется низкой производительностью по фильтрату, что обусловлено накоплением слоя задерживаемых веществ на поверхности мембраны. Новая конструкция мембранного аппарата отличается от прототипа тем, что в мембране располагается вставка 6. На боковой поверхности вставки расположены отверстия 7, равноудаленные друг от друга, для выхода исходного раствора в мембранный канал. Каждое отверстие создает направленный поток и увеличивает турбулизацию внутри мембранного канала, что способствует уменьшению слоя задерживаемых веществ на поверхности мембраны и интенсифицирует мембранный процесс.

Основными конструктивными параметрами являются диаметр отверстий перфорированной вставки (D , мм), расстояние между отверстиями (L , мм), количество рядов отверстий (N). К основным технологическим параметрам процесса концентрирования относят температуру перерабатываемой среды (T , °C), давление во внутреннем канале мембраны (P , МПа).

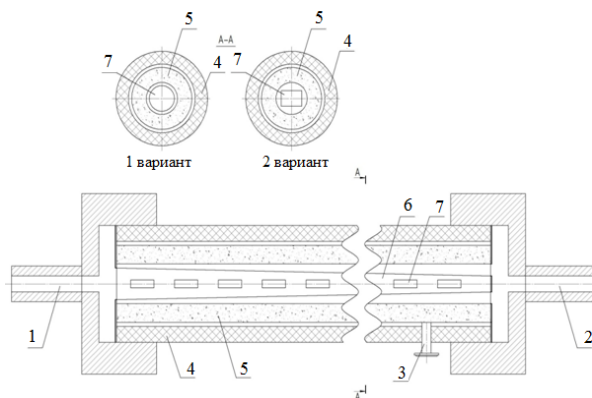


Рис. 1. Мембранный аппарат:

1 – ввод исходной среды; 2 – вывод концентрата продукта; 3 – вывод фильтрата; 4 – корпус; 5 – фильтрующий элемент (мембрана); 6 – перфорированная коническая вставка; 7 – отверстия

В качестве перерабатываемой среды выбрана молочная (творожная) сыворотка с концентрацией задерживаемых веществ $C = 6\%$ масс.

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе проведены исследования влияния расстояния между отверстиями перфорированной вставки (L , мм) на производительность мембраны по фильтрату (G , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$). При этом отверстия диаметром 1 мм располагались на конической поверхности вставки в 12 рядов. Исследования проводились при температуре творожной сыворотки 20 °C и давлении в канале мембраны 0,15 МПа. Результаты исследований приведены на рис. 2.

При увеличении расстояния между отверстиями вставки наблюдается снижение производительности мембраны по фильтрату. Поскольку каждое отверстие является областью очистки мембраны от слоя отложений, то увеличение расстояния между отвер-

ствиями и, соответственно, уменьшение количества отверстий приводит к сохранению этого слоя на поверхности мембраны.

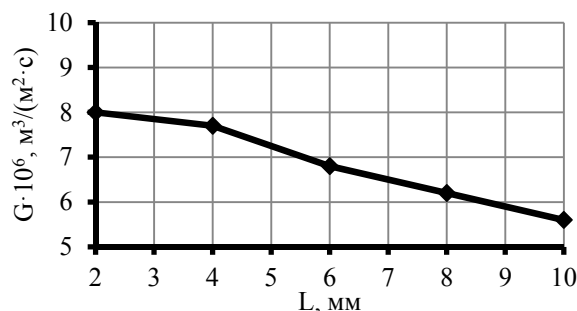


Рис. 2. Влияние расстояния между отверстиями конической перфорированной вставки (L) на производительность мембраны по фильтрату (G) при $T = 20\text{ °C}$; $P = 0,15\text{ МПа}$

На следующем этапе проведены исследования влияния количества рядов отверстий на боковой поверхности вставки (N) на производительность мембраны по фильтрату (G , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$). При этом отверстия диаметром 1 мм располагались на конической поверхности вставки на расстоянии 2 мм.

Исследования проводились при температуре творожной сыворотки 20 °C и давлении в канале мембраны 0,15 МПа. Результаты исследований приведены на рис. 3.

Максимальная производительность мембраны по фильтрату наблюдается при значении $N = 12$. При меньшем количестве рядов отверстий на боковой поверхности вставки снижается и количество областей очистки поверхности мембраны от накопившегося слоя. Поэтому производительность падает. При количестве рядов, большем 12, падение производительности может объясняться следующим. При достаточном количестве областей очистки падает энергия отдельной струи, выходящей из отверстия, соответственно, слой задерживаемых веществ с поверхности мембраны смывается частично и препятствует образованию фильтрата.

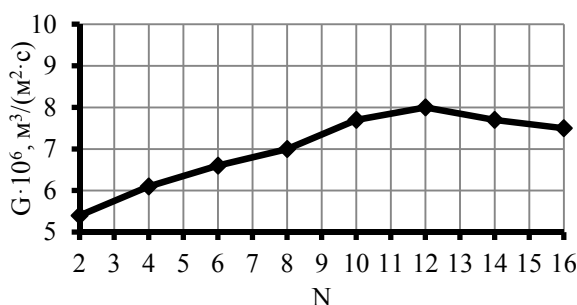


Рис. 3. Влияние количества рядов отверстий на боковой поверхности вставки (N) на производительность мембраны по фильтрату (G) при $T = 20\text{ °C}$; $P = 0,15\text{ МПа}$

На следующем этапе проведены исследования влияния диаметра отверстий перфорированной вставки (D , мм) на производительность мембраны по фильтрату (G , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$). При этом отверстия рас-

полагались на конической поверхности вставки в 12 рядов на расстоянии 2 мм. Исследования проводились при температуре творожной сыворотки 20 °C и давлении в канале мембраны 0,15 МПа. Результаты исследований приведены на рис. 4.

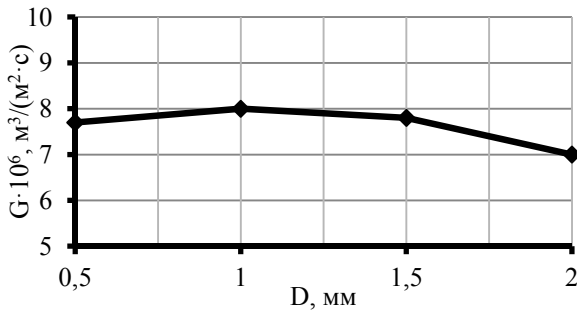


Рис. 4. Влияние диаметра отверстий (D) на производительность мембраны по фильтрату (G) при T = 20 °C; P = 0,15 МПа

Максимальная производительность мембраны по фильтрату наблюдается при диаметре отверстий 1 мм. При меньшем диаметре производительность падает незначительно, что может быть обусловлено большими значениями затрат энергии истечения жидкости из отверстия. При диаметрах отверстий, больших 1 мм, создается недостаточный напор, т.е. энергия струи падает и воздействие на слой осадка на мембране ослабляется.

Для оценки совокупного воздействия конструктивных параметров аппарата на производительность мембраны по фильтрату получено уравнение регрессии в форме полинома второго порядка:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot X_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{uj} \cdot X_u \cdot X_j + \sum_{j=1}^k b_{jj} \cdot X_j^2 \quad (1)$$

Таблица 1

Матрица планирования ортогонального плана второго порядка

№ опыта	Факторы			Производительность $G \cdot 10^6, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
	L, мм	N	D, мм	
1	2	3	0,5	5,513
2	10	3	0,5	3,194
3	2	15	0,5	7,655
4	10	15	0,5	5,336
5	2	3	2	4,928
6	10	3	2	2,609
7	2	15	2	7,070
8	10	15	2	4,751
9	0,6	9	1,25	7,654
10	11,4	9	1,25	4,516
11	6	1	1,25	3,750
12	6	17	1,25	6,648
13	6	9	0,25	6,205
14	6	9	2,25	5,412
15	6	9	1,25	6,583
16	6	9	1,25	6,585
17	6	9	1,25	6,585

Для построения регрессионной модели проведен активный эксперимент на основе матрицы планирования центрального композиционного ортогонального двухуровневого трехфакторного плана (табл. 1), составленного в соответствии со стандартной методикой [1, 5]. Результаты параметрической идентификации и статистической оценки параметров уравнения регрессии приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты параметрической идентификации и статистической оценки параметров уравнения регрессии

Параметр		Значение параметра
Безразмерные коэффициенты	b_0	6,584
	b_1	-1,159
	b_2	1,071
	b_3	-0,292
	b_{12}	0
	b_{13}	0
	b_{23}	0
	b_{11}	-0,272
	b_{22}	-0,756
	b_{33}	-0,423
Дисперсия воспроизводимости	$S^2_{\text{восп}}$	0,00000046
	$f_{\text{восп}}$	2
Расчетный критерий Стьюдента	t_0	39799
	t_1	5805
	t_2	5361
	t_3	1465
	t_{12}	0
	t_{13}	0
	t_{23}	0
	t_{11}	876
	t_{22}	2434
	t_{33}	1363
Критический критерий Стьюдента	$t_{\text{кр}}$	4,3
Дисперсия адекватности	$S^2_{\text{ад}}$	0,00000012
	$f_{\text{ад}}$	10
Критерий Фишера	$F_{\text{расч}}$	4,04
	$F_{\text{кр}}$	4,1

Статистически установлено, что коэффициенты уравнения b_{12} , b_{13} , b_{23} являются незначимыми, поэтому исключаются. Регрессионная модель адекватна экспериментальным данным, что подтверждается оценкой по критерию Фишера ($F_{\text{крит}} = 4,3$; $F_{\text{расч}} = 4,04$; $F_{\text{крит}} > F_{\text{расч}}$). Уравнение регрессии в натуральном масштабе имеет вид:

$$G \cdot 10^6 = 3,715 - 0,086 \cdot L + 0,557 \cdot N + 1,492 \cdot D - 0,0017 \cdot L^2 - 0,0021 \cdot N^2 - 0,7531 \cdot D^2 \quad (2)$$

Анализ регрессионной модели (2) в диапазоне варьирования параметров $L \in [2; 10]$, $N \in [2; 16]$ и $D \in [0,5; 2]$ показал, что рациональными значениями являются $L = 2$ мм, $N = 13$ рядов, $D = 1$ мм, при это наблюдается максимальная производительность аппарата, составляющая $7,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

На следующем этапе проведены исследования влияния температуры концентрируемой молочной (творожной) сыворотки (T, °C) на производительность мембраны по фильтрату (G , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$). При

этом использовались рациональные значения конструктивных параметров $L = 2$ мм, $N = 13$ рядов, $D = 1$ мм. Результаты экспериментального исследования представлены на рис. 5.

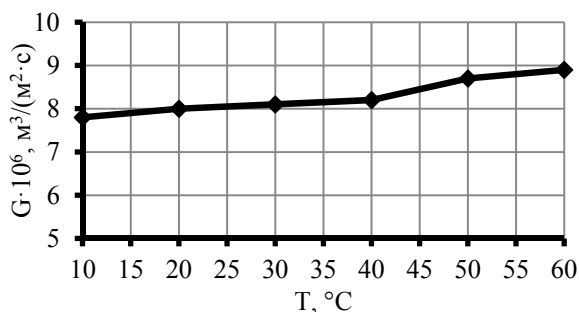


Рис. 5. Влияние температуры перерабатываемой сыворотки (T) на производительность мембраны по фильтрату (G) при $P = 0,15$ МПа

При увеличении температуры концентрируемой молочной (творожной) сыворотки производительность мембраны по фильтрату возрастает. Это связано с уменьшением вязкости сыворотки и, соответственно, со снижением плотности слоя задерживаемых веществ на мембране, т.е. сопротивление слоя с увеличением температуры падает. При температуре выше 60 °C происходит денатурация сывороточных белков. Поэтому исследования при данных температурах не проводились.

В качестве рационального значения температуры следует выбрать $T = 20$ °C, поскольку данная температура не требует дополнительных энергозатрат на охлаждение или нагревание сыворотки, так как совпадает с температурой производственных помещений.

На следующем этапе проведены исследования влияния давления в канале мембраны (P , МПа) на производительность мембраны по фильтрату (G , м³/(м² · с)). При этом также использовались рациональные значения конструктивных параметров $L = 2$ мм, $N = 13$ рядов, $D = 1$ мм. Результаты экспериментального исследования представлены на рис. 6.

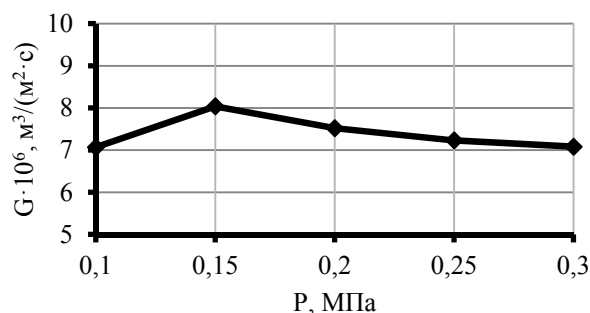


Рис. 6. Влияние давления в канале мембраны (P) на производительность мембраны по фильтрату (G) при $T = 20$ °C

Максимальная производительность наблюдается при $P = 0,15$ МПа. При меньших значениях создается меньшая движущая сила процесса (разность давлений внутри и снаружи мембраны), поэтому ско-

рость образования фильтрата невелика. При больших значениях слой задерживаемых веществ на мембране уплотняется, что создает препятствие образованию фильтрата. Поэтому производительность процесса падает.

Для оценки совокупного воздействия технологических параметров процесса концентрирования на производительность мембраны по фильтрату получено уравнение регрессии в форме полинома второго порядка (1).

Для построения регрессионной модели проведен активный эксперимент на основе матрицы планирования центрального композиционного ортогонального двухуровневого двухфакторного плана (табл. 3), составленного в соответствии со стандартной методикой [1]. Результаты параметрической идентификации и статистической оценки параметров уравнения регрессии приведены в табл. 4.

Таблица 3

Матрица планирования ортогонального плана второго порядка

№ опыта	Факторы		Производительность $G \cdot 10^6, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
	T, °C	P, МПа	
1	20	0,15	7,80135
2	50	0,15	8,59335
3	20	0,25	7,54045
4	50	0,25	8,33245
5	17	0,2	7,772
6	53	0,2	8,7224
7	35	0,14	8,144108
8	35	0,26	7,831028
9	35	0,2	8,294
10	35	0,2	8,2472
11	35	0,2	8,156

Таблица 4

Результаты параметрической идентификации и статистической оценки параметров уравнения регрессии

Параметр		Значение параметра
Безразмерные коэффициенты	b_0	8,23064
	b_1	0,40318
	b_2	-0,13281
	b_{12}	$4,44 \cdot 10^{-16}$
	b_{11}	0,0155
	b_{22}	-0,1817
Дисперсия воспроизводимости	$S^2_{\text{восп}}$	0,00493
	$f_{\text{восп}}$	2
Расчетный критерий Стьюдента	t_0	384,23
	t_1	14,79
	t_2	4,87
	t_{12}	$1,26 \cdot 10^{-14}$
	t_{11}	0,36
	t_{22}	4,28
Критический критерий Стьюдента	$t_{\text{кр}}$	4,3
Дисперсия адекватности	$S^2_{\text{ад}}$	0,02071
	$f_{\text{ад}}$	7
Критерий Фишера	$F_{\text{расч}}$	4,2049
	$F_{\text{кр}}$	4,7

Статистически установлено, что коэффициенты уравнения b_{12} , b_{11} являются незначимыми, поэтому исключаются. Регрессионная модель адекватна экспериментальным данным, что подтверждается оценкой по критерию Фишера ($F_{\text{крит}} = 4,7$; $F_{\text{расч}} = 4,2049$; $F_{\text{крит}} > F_{\text{расч}}$).

Уравнение регрессии в натуральном масштабе имеет вид:

$$G \cdot 10^6 = 4,7114 + 0,0268 \cdot T - 75,32 \cdot P^2 + 27,472 \cdot P. \quad (3)$$

Анализ регрессионной модели (3) в диапазоне варьирования параметров $T \in [20; 60]$ и $P \in [0,1; 0,3]$ показал, что рациональными значениями являются $T = 60^\circ\text{C}$, $P = 0,18$ МПа, при этом наблюдается максимальная производительность аппарата, составляющая $8,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Экспериментально установлена максимально возможная производительность прототипа при концентрировании молочной (творожной) сыворотки, которая составляет в среднем $5,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

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

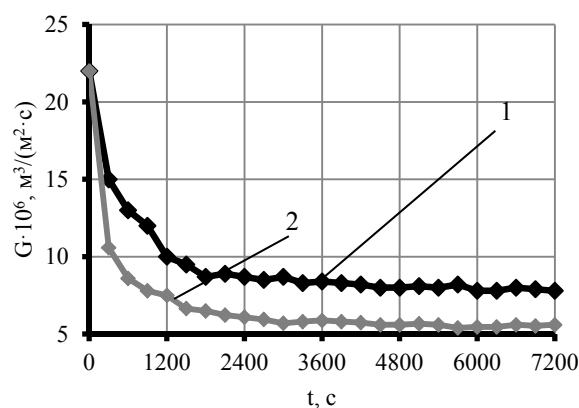


Рис. 7. Производительность разработанной конструкции (1) и прототипа (2) при переработке молочной (творожной) сыворотки при $L = 2$ мм, $N = 13$ рядов, $D = 1$ мм, $T = 20^\circ\text{C}$, $P = 0,18$ МПа

Таким образом, использование перфорированной вставки в составе мембранного аппарата позволило повысить его производительность в 1,4 раза. Это можно объяснить тем, что направленный поток раствора, проходящий через отверстия вставки, увеличивает турбулизацию внутри мембранного канала, что способствует снижению толщины слоя осадка, образованию фильтрата и интенсификации мембранного процесса.

Список литературы

1. Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 296 с.
2. Дытнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2 ч. Ч. 2: Массообменные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. – 368 с.
3. Котляров, Р.В. Моделирование процесса мембранного концентрирования молочных сред и разработка аппаратурных схем установок: дис. канд. техн. наук: 05.18.12 / Котляров Роман Витальевич. – Кемерово, 2009. – 161 с.
4. Патент РФ на полезную модель № 152198, МПК B01D 63/06 от 21.01.2014. Аппарат для мембранной фильтрации / А.Е. Стефанкин, Р.В. Котляров; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)». – заявл. 24.01.2014. – М.: Роспатент, 2014.
5. Хачатрян, Л.Р. Исследование технологических режимов работы мембранного аппарата при концентрировании крахмального молока / Л.Р. Хачатрян, Р.В. Котляров, Б.А. Лобасенко // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 2(37). – С. 61–66.
6. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
7. Anil K. Pabby, Syed S.H. Rizvi, Ana Maria Sastre Requena / Handbook of Membrane Separations: Chemical, Pharmaceutical, Food, and Biotechnological Applications - CRC Press, 2008. – 1184 p.
8. Hinkova, A. Potentials of separation membranes in the sugar industry / A. Hinkova, Z. Bubnik, P. Kadlec, J. Pridal // Separation and Purification Technology, 2002. – № 1 (26). – P. 101–110.
9. Nath Kaushik / Membrane Separation Processes - PHI, 2008. – 589 p.
10. Chota, Y. Advanced reverse osmosis process with automatic sponge ball cleaning for the reclamation of municipal sewage / Y. Chota, M. Kenji // Water life: Proc. Int. Congr. Desalin. and Water Re-Use K. C. Channalasappa Mem. – 1980. – V. 3. – P. 391–398.

RESEARCH ON CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF MEMBRANE APPARATUS FOR COTTAGE CHEESE WHEY CONCENTRATION

A.E. Stefankin

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

e-mail: stefankin91@mail.ru

Received: 05.07.2016

Accepted: 25.08.2016

The development of equipment for food production containing a set of necessary components for the life of the body (amino acids, in particular) is quite an urgent problem. Milk and whey proteins contain a number of essential amino acids which the body easily assimilates when they are in the dissolved state. As proteins are thermolabile, membrane technology is successfully applied for their concentration now. Mixture concentration by membrane methods is performed without phase transformations and usually at ambient temperature. During concentration of a product, milk protein undergoes no changes and keeps its natural form and its useful properties, respectively. This cannot be related to the protein concentrates obtained by standard methods. Moreover, in some cases, membrane methods are not only economic and less power-intensive in comparison with other methods, but they often allow using more raw materials and energy to be used, i.e. there is a possibility of secondary raw materials and waste processing. The construction of membrane apparatus including a cylindrical element with holes on the side surface has been developed, in which the decrease of layer thickness of the detained substances on the membrane is carried out in the hydrodynamic way. Experimental studies on the membrane apparatus used for the cottage cheese whey concentration showed the efficiency of the new construction. The created regression models allowed us to define the rational values of constructive ($L = 2$ mm, $N = 13$ rows, $D = 1$ mm) and technological ($T = 60^\circ\text{C}$, $P = 0.18$ MPa) parameters of the membrane apparatus, at which the greatest possible productivity ($8.8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$) is observed. It is experimentally determined that the productivity of the developed membrane apparatus is 1.4^{th} more than that of the prototype.

Membrane apparatus, concentration, cottage cheese whey, constructive parameters, technological parameters, regression analysis

References

1. Grachev Yu.P., Plaksin Yu.M. *Matematicheskie metody planirovaniya eksperimentov* [Mathematical methods of planning of experiments]. Moscow, DeLi Print Publ., 2005. 296 p.
2. Dytnerskiy Yu.I. *Protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii. V 2 ch. Ch. 2. Massoobmennyye protsessy i apparaty* [Processes and apparatus of chemical technology. In 2 part. Part 2. Mass transfer processes and apparatus]. Moscow, Khimiya Publ., 1995. 368 p.
3. Kotlyarov R.V. Modelirovanie protsessa membrannogo kontsentrirvaniya molochnykh sred i razrabotka apparatnykh skhem ustanovok. Diss. kand. tekhn. nauk [Modeling of process of membrane concentration of dairy and development of apparatus schemes of equipment. Cand. eng. sci. diss.]. Kemerovo, 2009. 161 p.
4. Stefankin A.E., Kotlyarov R.V. *Apparat dlya membrannoy fil'tratsii* [The apparatus for membrane filtration]. Patent RF no. 152198, 2014.
5. Khachatryan L.R., Kotlyarov R.V., Lobasenko B.A. Issledovanie tekhnologicheskikh rezhimov raboty membrannogo aparata pri kontsentrirvanii krakhmal'nogo moloka [Research on technological modes of operating of membrane apparatus for starch milk concentration]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, vol. 37, no. 2, pp. 61–66.
6. Khrantsov A.G., Nesterenko P.G. *Tekhnologiya produktov iz molochnoy syvorotki* [Technology of whey products]. Moscow, DeLi Print Publ., 2004. 587 p.
7. Anil K. Pabby, Syed S.H. Rizvi, Ana Maria Sastre Requena. *Handbook of Membrane Separations: Chemical, Pharmaceutical, Food, and Biotechnological Applications*. CRC Press, 2008. 1184 p.
8. Hinkova A., Bubnik Z., Kadlec P., Pridal J. Potentials of separation membranes in the sugar industry. *Separation and Purification Technology*, 2002, no. 1 (26), pp. 101–110.
9. Kaushik N. *Membrane Separation Processes*. PHI, 2008. 589 p.
10. Chota Y., Kenji M. Advanced reverse osmosis process with automatic sponge ball cleaning for the reclamation of municipal sewage. *Water life: Proc. Int. Congr. Desalin. and Water Re-Use K. C. Channalassappa Mem.*, 1980, vol. 3, pp. 391–398.

Дополнительная информация / Additional Information

Стефанкин, А.Е. Исследование конструктивных и технологических параметров мембранного аппарата при концентрировании творожной сыворотки / А.Е. Стефанкин // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 133–139.

Stefankin A.E. Research on constructive and technological parameters of membrane apparatus for cottage cheese whey concentration. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 133–139. (in Russ.).

Стефанкин Антон Евгеньевич

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

Anton E. Stefankin

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



УДК 664.655.11

ИЗУЧЕНИЕ ГИПОГЛИКЕМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ БЕЗДРОЖЖЕВОГО БЕСКОРКОВОГО ХЛЕБА

С.Ю. Солодников*, Г.А. Люшина, В.В. Маслова

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

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

Дата поступления в редакцию: 04.03.2016

Дата принятия в печать: 30.05.2016

Заболевание сахарным диабетом 2-го типа во всем мире имеет устойчивую тенденцию к росту. Сбалансированное питание является основой успешного повышения качества жизни больных сахарным диабетом. Ограничение в рационе питания больных сахарным диабетом доли таких продуктов, как хлеб, требует поиска рецептур и технологий приготовления хлеба, который минимально повышает уровень глюкозы в крови, сохраняя в хлебе оптимальное количество аминокислот и витаминов. Одним из путей получения хлеба с низким гликемическим индексом является технология производства бескоркового хлеба электроконтактным методом, при использовании которого не образуется хлебная корка, а температура и время выпечки являются минимально возможными в настоящее время. Было изучено влияние «Хлеба ржаного бездрожжевого бескоркового», произведенного электроконтактным методом (ИП Гончарова), в сравнении с «Хлебom ржаным диетическим», произведенным по традиционной технологии – радиационно-конвективным способом (ОАО «Покровский хлеб»), на уровень глюкозы в крови белых крыс при однократном и системном употреблении. Установлено, что при однократном применении хлеба гипогликемического эффекта не наблюдается в обоих случаях. При системном употреблении в течение 7 дней «Хлеба ржаного бездрожжевого бескоркового» установлено более раннее начало снижения концентрации глюкозы в крови по сравнению с таковой у животных, получавших «Хлеб ржаной диетический», что позволяет рекомендовать «Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый» как диетический продукт питания для людей, больных СД, и людей, ведущих здоровый образ жизни.

Хлеб, электроконтактная технология выпечки, сахарный диабет 2-го типа

Введение

Сахарный диабет 2-го типа (СД2Т) представляет собой хроническое заболевание, характеризующееся уменьшенным производством инсулина β -клетками островков Лангерганса поджелудочной железы и/или пониженной чувствительностью тканей организма к инсулину, что приводит к хронической гипергликемии и множественным осложнениям [1, 2]. СД2Т, часто связанный с ожирением, превратился в глобальную эпидемию, которая, согласно последним оценкам, охватывает 382 млн человек во всем мире, что возложило значительное социально-экономическое бремя на мировую экономику. В 2013 году, по оценкам специалистов Международной федерации диабета, около 5,1 млн человек в мире умерли от последствий диабета [3].

В России по разным оценкам распространение СД2Т составляет 5–8 % от всего населения и за последние 15 лет наблюдений имеет устойчивую тенденцию к росту. Также быстро растет и процент заболеваемости среди молодежи, что отрицательно сказывается на ожидаемой продолжительности жизни граждан РФ и вызывает рост стоимости медицинского обслуживания населения, требуя увеличения бюджетных расходов на профилактику и лечение СД2Т и его осложнений [3].

Этиология СД2Т не установлена, заболевание является хроническим, неизлечимым, поэтому терапия и диета направлены на поддержание уровня глюкозы в крови, близкой к физиологическим значениям, с целью профилактики развития осложнений. Таким образом, сахарный диабет 2-го типа входит в число заболеваний, имеющих прямую связь с питанием. Одной из основных предпосылок его прогрессирования является избыточная масса тела, а также злоупотребление пищей, содержащей большое количество легкоусвояемых углеводов [4].

Правильное питание при диабете 2-го типа способствует снижению уровня сахара крови, препятствует развитию отдаленных осложнений этого заболевания и позволяет снизить дозу лекарственных препаратов или на время отказаться от них.

Традиционно часть населения использует хлеб как основной продукт питания, потребляя его каждый день, поэтому создание хлеба с низким гликемическим индексом является актуальной задачей. В настоящее время современные технологии позволяют выпекать хлеб с повышенным содержанием витаминов, белков, аминокислот и низким гликемическим индексом. Все известные способы выпечки можно классифицировать следующим образом [5]:

– способы, при которых тепло к выпекаемому тесту-хлебу подводится извне:

1) радиационно-конвективная (РК) выпечка в обычных хлебопекарных печах;

2) выпечка в печах с генераторами инфракрасного (ИК) коротковолнового излучения;

3) выпечка в замкнутых камерах в атмосфере пара;

– способы, при которых тепло выделяется в массе прогреваемой тестовой заготовки:

1) выпечка с применением электроконтактного прогрева (ЭК-выпечка);

2) выпечка в электрическом поле токов высокой и сверхвысокой частоты (ВЧ и СВЧ-выпечка);

– способы выпечки с комбинированным прогревом выпекаемого теста-хлеба:

1) выпечка в хлебопекарных печах с одновременным ВЧ и ИК прогревом тестовой заготовки;

2) выпечка с последовательным прогревом – сначала ВЧ и затем ИК-способами;

3) выпечка с одновременным ЭК и ИК прогревом;

4) выпечка с последовательным нагревом – сначала ЭК и затем ИК способами.

Одним из наиболее перспективных методов получения хлеба с заданными характеристиками является метод выпечки с использованием электроконтактного энергоподвода [6].

Целью данной работы являлось изучение влияния потребления «Хлеба ржаного бездрожжевого бескоркового», произведенного по технологии электроконтактной выпечки, на уровень глюкозы в крови в эксперименте на белых крысах в сравнении с «Хлебом ржаным диетическим», произведенным по традиционной технологии – радиационно-конвективным способом.

Объекты и методы исследования

В эксперименте использовался «Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый» производства ИП Гончарова О.Н. и «Хлеб ржаной диетический» производства ОАО «Покровский хлеб».

Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый произведен в печи с помощью электроконтактного способа выпечки. Сущность ЭК-способа выпечки состоит в том, что готовое тесто после расстойки помещают между двумя пластинчатыми электродами, включенными в сеть переменного тока промышленной частоты. При действии электрического поля в тестовой заготовке за счет тангенса диэлектрических потерь выделяется тепло и формируется мякиш без образования традиционной корки [7].

Состав «Хлеба ржаного бездрожжевого бескоркового»: зерно ржаное продовольственное пророщенное, мука ржаная обойная хлебопекарная, мука пшеничная хлебопекарная первый сорт, закваска ржаная «Натураль» (вода, исходная закваска), солод ржаной, экстракт ячменного солода, вода, соль поваренная пищевая. Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый выпекается в соответствии с СТО 0168939487-001-2010 «Изделия хлебобулочные. Стандарт организации», регистрационный номер

декларации о соответствии ТС № RU Д- RU.АЯ41.В.01298. Тесто готовится традиционным способом на густой закваске в три стадии (закваска, опара, тесто), расстается в форме, выпекается при температуре 96 °С, продолжительность ЭК-выпечки 3,5 мин. Хлеб в перспективе может быть рекомендован для диетического питания, так как технология выпечки позволяет максимально сберечь биологически активные вещества, а при проведенных ранее исследованиях установлено уменьшение средних привесов по сравнению с традиционным вариантом питания в эксперименте у крыс на 10+2,0 г за период кормления [7].

Состав «Хлеба ржаного диетического»: мука ржаная хлебопекарная обдирная, мука пшеничная хлебопекарная первый сорт, вода питьевая, солод ржаной сухой ферментированный, соль поваренная пищевая. Выпекается радиационно-конвективным способом в обычных хлебопекарных печах при 200–250 °С, продолжительность выпечки составляет 35–40 мин [6].

Изучение гипогликемического действия продукта проводилось на базе Научно-образовательного центра прикладных химических и биологических исследований Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Опыты проводились на крысах линии Wistar, полученных из питомника «Пушино». Возраст животных – четыре месяца на момент начала эксперимента. Использовались животные обоего пола по 12 особей в группе. Животные содержались в стандартных лабораторных условиях на подстилке RENOFIX, Германия, в поликарбонатных клетках площадью 2150 см² по 6 животных на клетку. Температура 20–22 °С, влажность 45–60 %.

Схема эксперимента

Первый этап. В день эксперимента после 18–20 ч голодания все группы животных получали по 12 г хлеба на крысу. Животные первой группы в качестве контроля получали «Хлеб ржаной диетический», вторая группа (опытная) получала «Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый». Через 30 мин остатки хлеба были изъяты. Контроль уровня глюкозы проводился с помощью глюкометра One Touch, кровь брали из хвоста. Измерение глюкозы в крови животных проводилось через 15, 30, 60, 90 и 120 мин после изъятия остатков хлеба [8]. Вода в экспериментах была в свободном доступе.

Второй вариант/этап. Животные вместо корма в течение недели получали «Хлеб ржаной диетический» и «Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый» из расчета 12 г хлеба на крысу. Вода также была в свободном доступе. На 8-й день эксперимента после 18–20 ч голодания одна группа животных получала в качестве контроля по 12 г на крысу «Хлеб ржаной диетический», вторая группа получала «Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый» в том же количестве. Через 30 мин остатки хлеба были изъяты. Измерение глюкозы в крови животных проводилось через

15, 30, 60, 90, 120 и 180 мин после изъятия остатков хлеба.

Эксперименты на животных проводили в соответствии с утвержденным протоколом, с соблюдением правил гуманного обращения с животными.

Статистическую обработку результатов эксперимента проводили с использованием про-

граммы GraphPad Prism 6 методом «multiply t test», результаты считались достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Первый этап. Результаты исследования представлены на рис. 1.

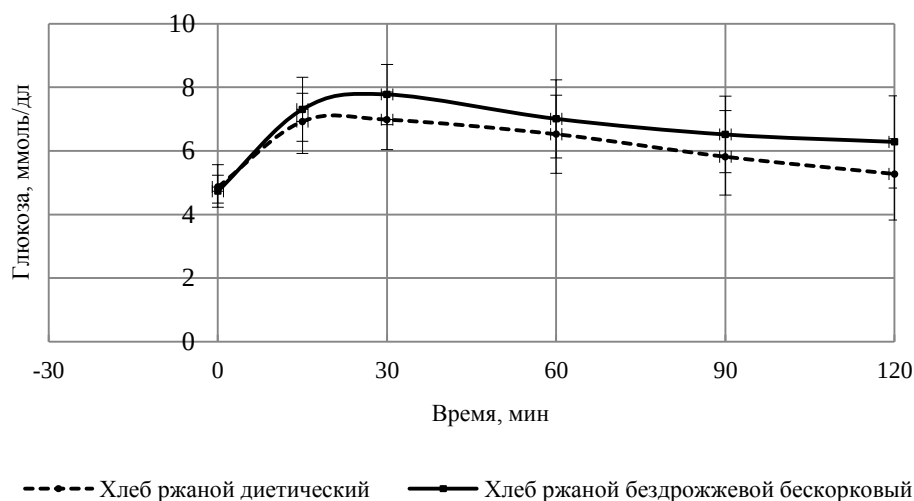


Рис. 1. Уровень глюкозы в крови животных, однократно получавших хлеб

Установлено, что спустя 30 мин после кормления уровень глюкозы в крови животных опытной группы был выше уровня глюкозы в крови животных контрольной группы ($p \leq 0,05$).

При анализе уровня глюкозы животных всех групп было обнаружено, что статистически достоверная разница достигается за счет высокого уровня глюкозы в крови самок (рис. 2.). Различия в

уровне глюкозы в крови самцов не обнаружено.

В дальнейшем статистически достоверной разницы в уровнях глюкозы контрольной и опытной групп не наблюдалось. В обеих группах уровень глюкозы по сравнению с исходным пришел в норму через 2 ч после начала эксперимента.

Второй этап. Результаты исследования представлены на рис. 3.

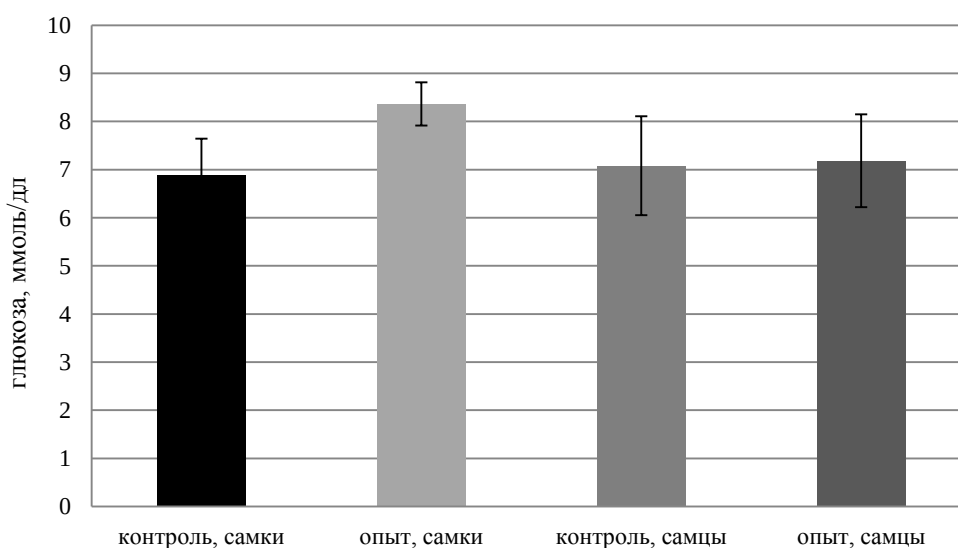


Рис. 2. Уровень глюкозы в крови животных на 30-й мин эксперимента

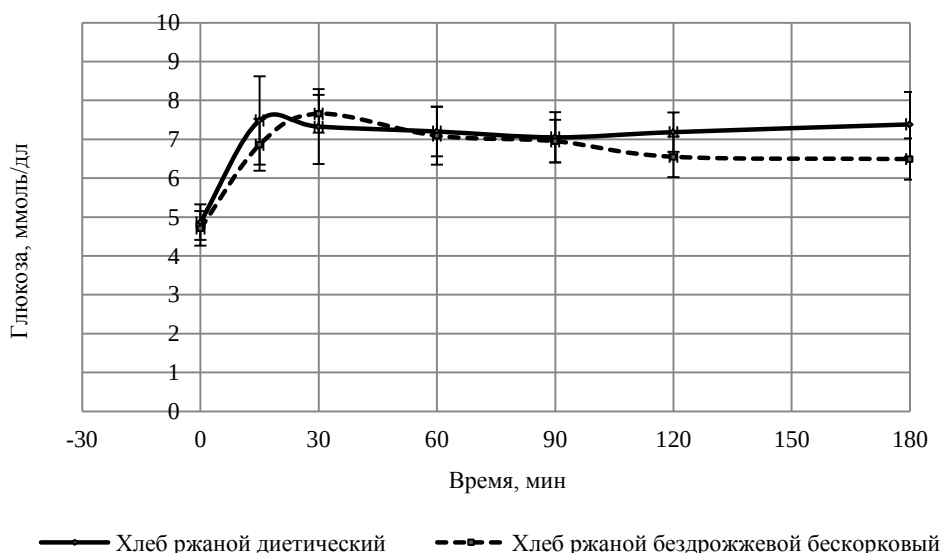


Рис. 3. Уровень глюкозы в крови животных, систематически получавших хлеб в течение 8 дней

Наблюдалось статистически достоверное снижение уровня глюкозы на 120 и 180-й мин у опытной группы по сравнению с контрольной группой. Однако полного восстановления физиологически нормального уровня глюкозы в крови в обеих группах не наблюдалось, что, возможно, связано с переводом животных на длительное углеводное питание. Различий в уровне глюкозы в крови самцов и самок не наблюдалось.

При системном потреблении «Хлеба ржаного бездрожжевого бескоркового» увеличивалась скорость снижения уровня глюкозы в крови, что, по-видимому, связано с составом данного продукта, обусловленным технологией его производства. Существенное снижение времени и температуры выпечки предотвращает образование хлебной корки, характерной для традиционного метода выпечки. Образование хлебной корки связано с процессами клейстеризации и декстринизации [9], которые повышают биодоступность крахмала, что обеспечивает повышение уровня глюкозы в крови животных в первые 30 мин наблюдения. «Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый» содержит меньше продуктов декстринизации крахмала, что приводит к снижению концентрации глюкозы в крови спустя 120 и более минут наблюдения. Содержание белков и крахмала в бескорковом хлебе

несколько выше, а содержание декстринов и сахаров ниже, чем в хлебе, выпеченном радиационно-конвективным способом [7]. Однако для уточнения причины снижения уровня глюкозы в крови при потреблении «Хлеба ржаного бездрожжевого бескоркового» требуется проведение дополнительных исследований.

Выводы

1. Технология электроконтактного способа выпечки хлеба позволяет получить хлеб с отсутствием хлебной корки, что оказывает влияние на соотношение в готовом продукте количества крахмала и продуктов декстринизации.
2. Системное употребление «Хлеба ржаного бездрожжевого бескоркового» укорачивает время утилизации глюкозы по сравнению с «Хлебом ржаным диетическим».
3. «Хлеб ржаной бездрожжевой бескорковый» является перспективным для включения в рацион питания людей, страдающих СД2Т, людей, подверженных риску развития данного заболевания, а также для людей, ведущих здоровый образ жизни.
4. ЭК выпечка является перспективным способом выпечки «антидиабетических» сортов хлеба со сниженной скоростью расщепления углеводов хлеба.

Список литературы

1. DeFronzo R. A. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus / Med. Clin. N. Am. – 2004. – Vol. 88, Iss. 4. – pp. 787-835.
2. Stumvoll M. Type 2 diabetes: Principles of pathogenesis and therapy / M. Stumvoll, B. J. Goldstein, T. W. Van Haeften // Lancet – 2005. – Vol. 365, Iss. 9467. – pp. 1333-1346.
3. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 6th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.idf.org/diabetesatlas>.
4. Могилянская, Н.А. Роль отдельных микронутриентов в питании диабетиков // Пищевая наука и технология. – 2012. – № 2(19). – С. 5–9.
5. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 415 с.
6. Электроконтактный энергоподвод при выпечке хлеба / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Г.Б. Зинюхин, Д.И. Ялалетдинова, А.Г. Зинюхина // Вестник ОГУ. – 2012. – № 1 (137). – С. 214–221.

7. Сидоренко, Г.А. Исследование особенностей выпечки бескоркового хлеба на основе системного подхода / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, В.Л. Касперович // Вестник ОГУ. – 1999. – № 1. – С. 81–86.
8. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А.Н. Миронов, Н.Д. Бунатян [и др.]. – М.: Гриф и К, 2012. – 944 с.
9. Процессы, происходящие в хлебе при его выпечке [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lola-hleb.ucoz.ru/publ/52-1-0-130>.

THE STUDY ON HYPOGLYCEMIC EFFECT OF UNLEAVENED CRUSTLESS BREAD

S.Yu. Solodnikov*, G.A. Lyushina, V.V. Maslova

Perm National Research Polytechnic University,
29, Komsomolsky Ave, Perm, 614990, Russia

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

Received: 23.05.2016

Accepted: 10.07.2016

Type 2 diabetes has a steady tendency to increase all over the world. A balanced diet is the foundation of success in improvement of life quality of patients suffering from diabetes. The restriction of consumption of such foods as bread requires the development of formulations and techniques for baking bread, which will minimally raise blood glucose level and preserve the optimal amount of amino acids and vitamins in bread. One way to obtain bread with a low glycemic index is a crustless bread production technology with electrocontact method, while using it the crust of bread is not formed, and the temperature and baking time are minimal now. The effects of “Rye unleavened crustless bread” that was produced with electrocontact method (SP “Goncharova O.N.”) in comparison with “Rye diet bread”, that was produced with the traditional technology – radiation-convective method (JSC “Pokrovsky bread”) on the blood glucose level of white rats at unitary and systemic intake has been studied. It was found that a hypoglycemic effect was not observed under one-time intake of bread in both cases. It was established that blood glucose level started to lower earlier in animals systematically treated with the “Rye unleavened crustless bread” as compared to animals treated with “Rye diet bread”. This allows us to recommend “Rye unleavened crustless bread” as a dietary food for people with diabetes and people living a healthy lifestyle.

Bread, electrocontact-baking technology, type 2 diabetes

References

1. DeFronzo R. A. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *Med. Clin. N. Am.*, 2004, vol. 88, iss. 4, pp. 787–835.
2. Stumvoll M., Goldstein B.J., Van Haefen T.W. Type 2 diabetes: Principles of pathogenesis and therapy. *Lancet*, 2005, vol. 365, iss. 9467, pp. 1333–1346.
3. *International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 6th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2013.* Available at: <http://www.idf.org/diabetesatlas>.
4. Mogilyanskaya N.A. Rol' otde'nykh mikronutrientov v pitanii diabetikov [The role of certain micronutrients in the diet of diabetics]. *Pishchевaya nauka i tekhnologiya* [Food science and technology], 2012, no. 2(19), pp. 5–9.
5. Auerman L.Ya. *Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva* [The technology of baking production]. Moscow, Legkaya i pishchевaya promyshlennost' Publ., 1984. 415 p.
6. Sidorenko G.A., Popov V.P., Zinyukhin G.B., Yalaletdinova D.I., Zinyukhina A.G. *Elektrokontaktnyy energopodvod pri vypechke khleba* [Electrocontact energy input in baking bread]. *Vestnik OGU* [Vestnik of the Orenburg State University], 2012, no. 1(137), pp. 214–221.
7. Sidorenko G.A., Popov V.P., Kasperovich V.L. Issledovanie osobennostey vypechki beskorkovogo khleba na osnove sistemnogo podkhoda [The study of features hamless baking bread on the basis of a systematic approach]. *Vestnik OGU* [Vestnik of the Orenburg State University], 1999, no. 1, pp. 81–86.
8. Mironov A.N., Bunatyan N.D., et al. *Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskikh issledovaniy lekarstvennykh sredstv* [Guidelines for preclinical drugs studies]. Moscow, Grief and K, 2012. 944 p.
9. *Protsessy, proiskhodyashchie v khlebe pri ego vypechke* [The processes taking place in the bread when it is baked]. Available at: <http://lola-hleb.ucoz.ru/publ/52-1-0-130>.

Дополнительная информация / Additional Information

Солодников, С.Ю. Изучение гипогликемического действия бездрожжевого бескоркового хлеба / С.Ю. Солодников, Г.А. Люшина, В.В. Маслова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 140–145.

Solodnikov S.Yu., Lyushina G.A., Maslova V.V. The study on hypoglycemic effect of unleavened crustless bread. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 140–145. (in Russ.).

Солодников Сергей Юрьевич

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

Люшина Галина Андреевна

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

Маслова Вера Владимировна

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

Sergey Yu. Solodnikov

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

Galina A. Lyushina

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

Vera V. Maslova

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



УДК 613.3:005

**ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ
В ПРОИЗВОДСТВЕ СТОЙКИХ К ПОМУТНЕНИЯМ НАПИТКОВ****И.Ю. Сергеева*, А.В. Пермякова***ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47***e-mail: sergeeva.76@list.ru**Дата поступления в редакцию: 23.05.2016**Дата принятия в печать: 15.07.2016*

На современных предприятиях пищевой промышленности для выпуска продукции высокого качества необходимо установление таких эффективных систем качества и безопасности, как ХАССП. В работе представлен краткий обзор современных систем управления качеством продуктов питания. Данные исследования посвящены рассмотрению особенностей системы менеджмента безопасности пищевой продукции в производстве стойких к помутнениям напитков. Совершенствование данной системы рассмотрено в рамках реализации одного из принципов концепции формирования качества напитков, склонных к помутнениям. Реализация осуществляется путем дополнения внедренных систем менеджмента безопасности производственного процесса аддитивными критическими контрольными точками. Контроль производится в отношении количественного содержания компонентов помутнений напитков с обозначением критических пределов их концентрации и собственно вспомогательного средства по ходу технологической цепочки. Установлена необходимость аддитивной контрольной критической точки на стадии дображивания пива. Разработан рабочий лист ХАССП производства стойкого пива. В отношении хранения и подготовки хитозана предложена производственная программа обязательных предварительных мероприятий в производстве стойкого пива с использованием хитозана.

Система менеджмента безопасности, контрольная критическая точка, качество, пиво, хитозан

Введение

При изучении вопроса формирования качества напитков, склонных к помутнениям, необходимо более глубоко рассматривать все возможные элементы опасностей производства. Вектор следует направить на содержание потенциальных мутеобразующих компонентов в объектах технологического потока – полуфабрикатах и готовых напитках до розлива в тару, а также на контроль остаточного содержания технологических вспомогательных средств. Данные элементы обуславливают состояние дисперсной системы напитка и предопределяют его важные качественные показатели – внешний вид, прозрачность и сохранность готового пищевого продукта.

Системы менеджмента безопасности пищевой продукции (СМБПП) могут быть достаточно разными. Руководство предприятия должно четко определить, что необходимо для полноценного обеспечения качества и безопасности производимой продукции. На каких-то стадиях производства будет достаточно внедрения обычных санитарных правил и норм. Традиционный контроль качества, в основу которого заложен теххимический контроль или проверка соответствия объекта контроля техническим требованиям, до настоящего времени широко используется отечественными предприятиями отрасли [1, 2].

Однако на основном производстве и на особо критичных стадиях чаще всего необходимо установление

таких эффективных систем, как ХАССП. В настоящее время данная система успешно применяется во многих странах мира, и ее наличие с использованием национальных стандартов является обязательным элементом деятельности предприятия [3, 4, 5].

За рубежом ведутся активные разработки эффективных систем управления качеством продуктов питания. Современное предприятие, занимающееся изготовлением напитков, должно быстро, гибко и экономично реагировать на изменения рынка. Ежедневный бизнес в индустрии напитков характеризуется изменчивостью цен на сырье и желаниями потребителей. Поэтому в организацию производства активно внедряются различные системы на основе программного регулирования качества напитков и технологического процесса в целом [6], системы контроля технологического оборудования и соблюдения параметров производства, например Line MET (Германия) [7].

В пивоваренной промышленности Германии внедрена также система контроля качества пива VLB-Quality Checks [8, 9, 10], которая включает анализ исходных веществ и сырья, стадий производства и готовой продукции. В данной системе проведению контроля предшествует составление подробного плана производственного контроля с указанием объема и места отбора проб, лиц, производящих отбор проб, определяемых параметров и применяемых для контроля приборов.

В европейских странах микробиологический контроль пищевых производств относится к установкам и является стандартной задачей предприятия пищевой промышленности по обеспечению качества продукции и защите потребителя. Так, например, в работе М. Хатцлера [11] представлена система отбора проб, которая легко приспосабливается к различным отраслям промышленности и установкам. При циклическом осуществлении отбора проб в установленных местах система помогает быстро и эффективно установить улучшение или ухудшение микробиологического состояния или гигиенического статуса.

Система управления качеством и безопасностью на основе принципов ХАССП направлена на установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества и безопасности при разработке, изготовлении, обращении и потреблении выпускаемой продукции.

Любая организация планирует и разрабатывает процессы, необходимые для производства безопасной продукции. При этом организация должна внедрить и применить запланированные виды деятельности, а также любые изменения, вносимые в них, и обеспечить их эффективность.

План ХАССП – основной документ системы, который регламентирует систему: контроля факторов, устраняющих или снижающих вероятность проявления опасностей (рисков); корректирующих и предупреждающих действий; проверок эффективности функционирования системы.

План ХАССП включает следующие компоненты:

- диаграмму технологического процесса;
- проведение анализа опасностей;
- определение критических контрольных точек;
- установление критических пределов;
- определение корректирующих и предупреждающих действий;
- мероприятия по мониторингу;
- осуществление внутренних проверок.

В этом плане выделяют два необходимых документа: диаграмму технологического процесса и рабочий лист ХАССП.

Реализация одного из принципов концепции формирования качества напитков, склонных к помутнениям, осуществляется путем дополнения внедренных систем менеджмента безопасности производственного процесса аддитивными критическими контрольными точками (ККТ). Контроль производится в отношении количественного содержания компонентов помутнений напитков с обозначением критических пределов их концентрации и собственно вспомогательного средства по ходу технологической цепочки [12].

Данная работа посвящена рассмотрению особенностей системы СМБПП в производстве стойких к помутнениям напитков.

Объект и методы исследований

В качестве объекта исследования выбрана технологическая линия пива, при выработке которого на стадии дображивания используется хитозан как технологическое вспомогательное средство (ТВС).

Производимый продукт – пиво светлое, с экстрактивностью начального сусла 11 %, фильтрованное, пастеризованное.

В работе использовали теоретические методы – анализа и селекции, систематизации и обобщения информационных данных.

Результаты и их обсуждение

Проведенными ранее экспериментальными исследованиями подтверждена необходимость контроля количественного содержания потенциальных мутеобразующих веществ (высокобелковых и полифенольных соединений), которые вследствие своей высокой реакционной способности определяют состояние устойчивости дисперсной системы напитка к возникновению помутнения [13, 14, 15].

Контроль остаточного содержания ТВС (хитозана) в готовом пиве необходимо осуществлять в рамках соблюдения требований ТР ТС 029/20102 к вспомогательным средствам об отсутствии ТВС в готовом напитке.

При разработке системы СМБПП, в том числе и ХАССП, необходимо провести ряд предварительных мероприятий (ИСО 22000 п. 7.3). Основная цель этих мероприятий – сбор информации, позволяющей провести анализ опасностей. От полноты проведения этого этапа будет зависеть эффективность системы.

Все материалы, входящие в контакт с пищевой продукцией, должны быть установлены в документах в той мере, насколько это необходимо для проведения анализа опасностей. Информация об используемом вспомогательном средстве (хитозане) представлена в табл. 1.

В данном примере принимаем условие, что поступившее на предприятие ТВС по всем критериям безопасности отвечает требованиям действующей нормативно-технической документации.

Уточненная блок-схема технологического процесса производства пива с использованием хитозана представлена на рис. 1, 2. При этом доставка, приемка, хранение и подготовка хитозана выделены в отдельный модуль М1 (рис. 1).

При оценке риска возникновения опасности и тяжести последствий вредного влияния на здоровье людей принимают во внимание следующие источники информации: требования законодательных актов; государственные и международные стандарты, директивы ЕС; знания и опыт собственных сотрудников предприятия; передовой опыт других предприятий; научную и техническую литературу; консультации специалистов; информацию от поставщиков и подрядчиков, в том числе из сети Интернет; информацию по отзывам и жалобам потребителей и др. [16, 17, 18]. Если информация о приемлемом риске отсутствует, группа ХАССП устанавливает его экспертным путем.

Следуя алгоритму оценки вероятности возникновения опасного фактора, а также при помощи качественной диаграммы анализа рисков составляем таблицу выявленных опасностей (табл. 2).

Таблица 1

Хитозан пищевой ТУ 9283-174-00472012-08

Наименование	Хитозан пищевой		
1. Важные характеристики сырья:	Наименование показателя	Требования ТУ	Требования ТР ТС 021/2011
внешний вид	-	Желтоватый (не совсем белый) порошок	-
физические	Наличие нерастворимых веществ	Не более 1,0 %	-
химические	Степень деацетилирования	Не менее 90 %	-
	Влажность	Не более 10 %	-
	pH	7–9	-
	Содержание свинца, мг/кг	Не более 1,0	Не более 1,0
микробиологические	Содержание мышьяка, мг/кг	Не более 0,2	Не более 0,2
	КМАФАМ, КОЕ/г	Не более 1×10^3	Не более 5×10^4
	E. coli, не допускаются в массе продукта, г	Отсутствуют	1,0
	Патогенные, не допускаются в массе продукта, г	Отсутствуют	1,0
2. Рецептурный состав	Хитозан – 99,0 %		
3. Способ производства	Деацетилирование хитина		
4. Способ упаковки и доставки	Полиэтиленовые мешки массой нетто 1 кг. Автотранспорт		
5. Условия и срок хранения	Хранение в упаковке на складе при температуре не более 40 °С, относительной влажности воздуха не более 70 %. Срок годности при соблюдении условий хранения – 2 года		
6. Подготовка и/или переработка перед применением	Вскрытие упаковки и взвешивание		
7. Критерии приемки	Внешний вид, влажность, pH		

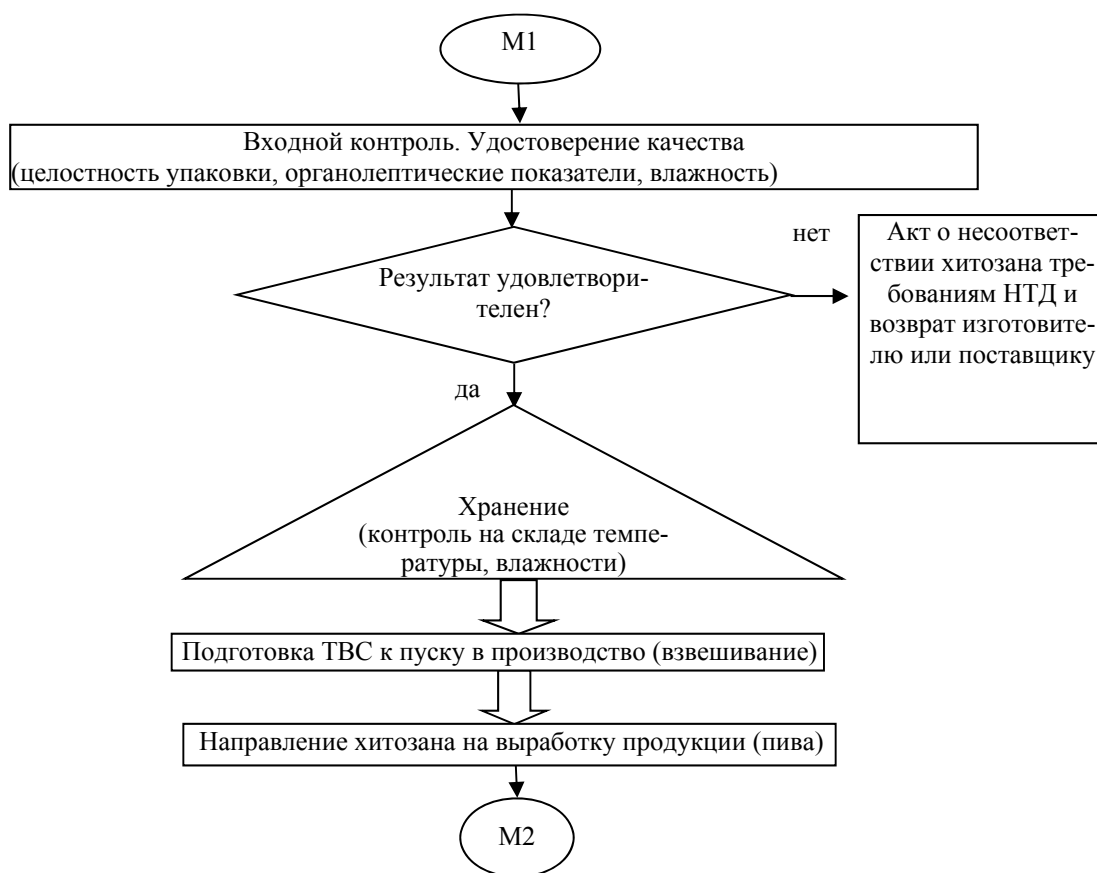


Рис. 1. Блок-схема М1. Приемка, входной контроль и подготовка к производству ТВС (хитозана)

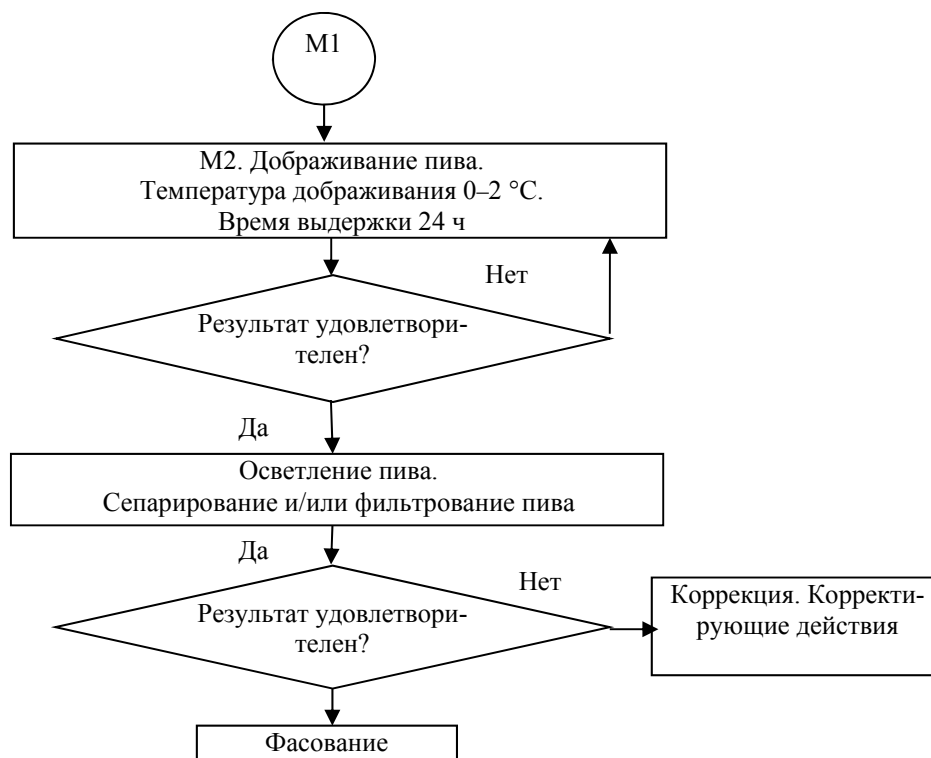


Рис. 2. Блок-схема M2. Дображивание пива

Таблица 2

Анкета анализа уточненных опасных факторов

№ п/п	Ингредиент или этап (стадия) процесса	Наименование опасного фактора	Краткая характеристика	Оценка тяжести последствий	Оценка вероятности возникновения опасного фактора	Необходимость учета фактора (+/- или да/нет)
M1	Хитозан хранение	Ф	Обрывки упаковки (могут попасть при нарушении целостности упаковки и взвешивании), окружающая среда, персонал	1	4	+
		М	Вносимые с хитозаном микроорганизмы (при нарушении температуры и относительной влажности воздуха)	1	4	+
	Хитозан взвешивание и внесение в пиво	Ф	Обрывки упаковки (могут попасть при нарушении целостности упаковки и взвешивании), окружающая среда, персонал	1	4	+
M2	Дображивание пива	Ф	Дрожжи, хитозан	1	4	+
		М	Дрожжи и посторонние микроорганизмы и вносимые с хитозаном микроорганизмы	1	4	+
		Х	Повышенное содержание в полуфабрикate высокобелковых и фенольных веществ; хитозан	1	4	+

В данной работе анализ рисков проводили по методике, указанной в ГОСТ Р 51705.1-2001 (п. 4.3.2), с использованием диаграммы, представляющей график зависимости вероятности возникновения опасного фактора от тяжести последствий от его реализации. Независимо от результатов оценки обязательно учитываем опасные факторы для продовольственного сырья, приведенные в ТР ТС 021/2011.

Из четырех возможных вариантов оценивали тяжесть последствий от реализации опасного фактора (легкая – 1, средней тяжести – 2, тяжелая – 3, критическая – 4) и частоту его появления (практически равна нулю – 1, незначительная – 2, значительная – 3, высокая – 4).

Согласно ГОСТ Р 51705.1-2001 к факторам химической опасности (Х) относятся вещества, влияющие на безопасность продукта (токсичные эле-

менты; пестициды и пр.). В данном примере к этому фактору отнесено также содержание в полуфабрикате (пиве на стадии дображивания) высокобелковых и фенольных веществ. Физическая опасность (Ф) – это примеси или иные включения, непреднамеренно добавляемые в пищевую продукцию (вещества, образующиеся при разрушении хрупких материалов, применяемых для изготовления оборудования и средств для производства пищевой продукции; инструменты; конструктивные элементы оборудования; защитная одежда персонала, защитное оборудование и пр.). Под биологической (микробиологической) опасностью (М) понимают микроорганизмы посторонние (патогенные, мезофильные аэробные и факультативно анаэробные, бактерии группы кишечной палочки, дрожжи и плесени).

Исходя из характеристики хитозана (табл. 1) он может быть потенциальным источником всех групп опасностей. Дрожжи в данном примере рассматриваются не только как биологическая, но и одновременно как физическая опасность (механическое загрязнение продукта). За этапом выявления и оценки опасностей следует этап разработки комплекса мероприятий по управлению этими опасностями.

Мероприятия по управлению – это любой фактор или деятельность, применяемые в процессе, для того чтобы предотвратить, устранить или снизить опасности до приемлемого уровня. Эти меры по контролю согласно ИСО 22000-2005, ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009 являются частью так называемой производственной программы обязательных предварительных мероприятий (ППОПМ).

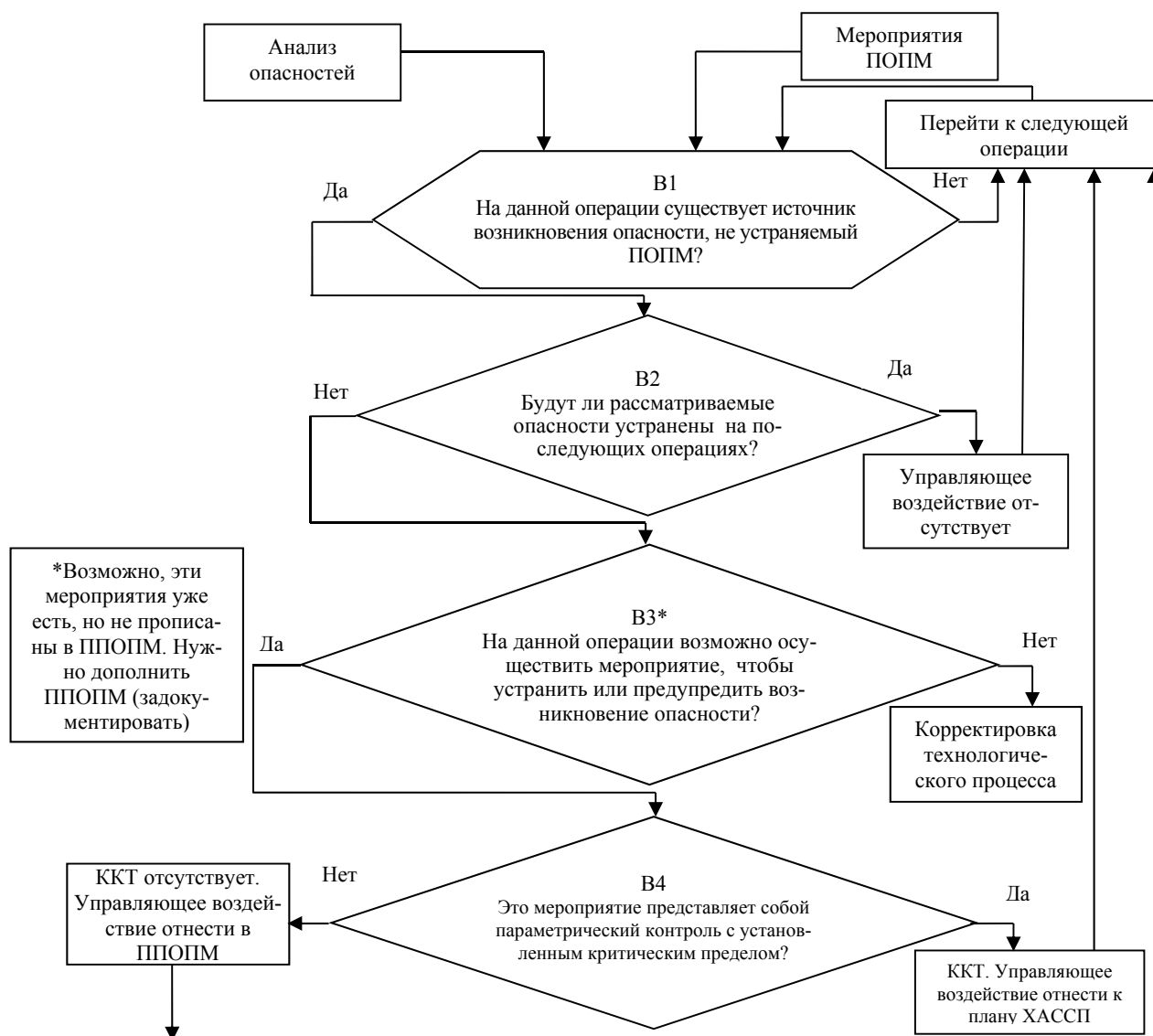


Рис. 3. Алгоритм выбора и классификация мероприятий по управлению (модификация)

Для точного определения ККТ используют такой инструмент, как «дерево принятия решений» (рис. 3). Это диаграмма, которая описывает ход рассуждений при изучении опасности на каждом этапе производственного процесса. Отвечая последовательно на вопросы «дерева принятия решений», принимается ре-

шение о целесообразности установления ККТ на данном этапе, а также осуществляется выбор мероприятий по управлению данной ККТ. Мероприятие может быть отнесено либо к производственной программе обязательных предварительных мероприятий (ППОПМ), либо к плану ХАССП (табл. 3).

Анализ процесса дображивания пива и выбор мероприятий по управлению

Наименование стадии (операции)	Опасные факторы	Вопросы алгоритма				Выбранные мероприятия по управлению	ППОПМ ХАССП
		B1	B2	B3	B4		
Хитозан хранение, взвешивание и внесение	Ф	да	нет	да	нет	Осмотр целостности упаковки, программа по борьбе с вредителями, программа личной гигиены	ППОПМ
	М	да	нет	да	нет	Жесткое соблюдение параметров хранения (температуры, относительной влажности) в помещении для хранения; соблюдение сроков хранения	ППОПМ
Дображивание пива	Ф	да	нет	да	да	Внесение флокулянта (хитозана); жесткое соблюдение дозы внесения ТВС, фильтрация пива	ККТ № 1
	М	да	нет	да	да		
	Х	да	нет	да	да		

Рабочий лист ХАССП и программа ППОПМ в производстве стойкого пива с использованием хитозана представлены в табл. 4, 5.

Зачастую на предприятиях смешивают программы обязательных предварительных мероприятий и систему ХАССП. При этом четких «стандартов» ППОПМ не существует.

Имеется разница между контрольной точкой и критической контрольной точкой. Контрольная точка – это любой этап, на котором может осуществляться контроль физических, химических и биологических рисков.

Контроль рисков посредством ККТ или производственных программ обязательных предварительных мероприятий зависит от значимости рисков. Вероятность возникновения рисков могут ми-

нимизировать правильные производственные практики, но они не могут заменить ККТ.

В то же время использование дополнительных ККТ можно допустить как временную меру, пока разрабатываются или уточняются ППОПМ.

Выводы

Внедрение аддитивных контрольных критических точек или дополнения ППОПМ в отношении количественного содержания компонентов помутнений напитков с обозначением критических пределов их концентрации и собственно вспомогательного средства по ходу технологической цепочки позволит обеспечить необходимый уровень безопасности готового напитка и одновременно способствовать повышению его органолептических и физико-химических показателей.

Список литературы

1. Галиуллина, Л.Р. Системы качества на предприятии пищевой промышленности / Л.Р. Галиуллина, Н.В. Камельских // Пищевые технологии и биотехнологии: материалы 10 междунар. конф. молодых ученых. – Казань, 2009. – С. 558.
2. Косенко, И.С. Качество продукции – залог ее безопасности / И.С. Косенко, Б.Н. Квашнин // Материалы 49 отчетной научной конференции за 2010 год Воронежской государственной технологической академии. – Воронеж, 2011. – Ч. 1. – С. 48.
3. Машинец, Е.В. К вопросу об использовании НАССР в производстве продуктов биотехнологическим путем / Е.В. Машинец // Пищевые технологии и биотехнологии: материалы 10 междунар. конф. молодых ученых. – Казань, 2009. – С. 470.
4. Позняковский, В.М. Безопасность продовольственных товаров (с основами нутрициологии): учебник. – М.: ИН-ФРА-М, 2014. – 271 с.
5. Maillard, R. Lebensmittelsicherheit in Europa / R. Maillard // Fleischwirtschaft. – 2011. - № 4. – P. 61-63.
6. Brinkmann, J. Prozess leit systeme in der Getränkebranche / J. Brinkmann // Getränkeindustrie. – 2011. - № 4. – P. 18-20.
7. Flad, S. Anlagenverlusten auf der spur / S. Flad // Brauindustrie. – 2012. - № 5. – P. 10-13.
8. Salger, S. Exzellent operieren / S. Salger, M. Vlijmen // Brauindustrie. – 2011. - № 6. – P. 12-14.
9. Salger, S. Operational excellence in der Getränkeindustrie / S. Salger, M. Vlijmen // Getränkeindustrie. – 2011. – № 6. – P. 33-35.
10. Uhde, Ch. Immer einen Schritt voraus sein / Ch. Uhde, R. Folz // Brauindustrie. – 2011. - № 10. – P. 60-64.
11. Hatzler, M. Sauberkeit kontrollieren / M. Hatler, J. Koob, R. Riedl, F. Jacob // Getränkeindustrie. – 2012. – № 5. – P. 12-15.
12. Сергеева, И.Ю. Концептуальные аспекты производства напитков, устойчивых к помутнениям при хранении / И.Ю. Сергеева // Пищевая промышленность. – 2015. – № 1. – С. 48-51.
13. Sergeeva, I.Yu. Formation of beer quality and stability using natural supportive substances / I.Yu. Sergeeva, V.A. Pomozova, A.L. Syrovatko // XII scientific conference with international participation «Commodity science – traditions and relevance». – Varna, 24th-25th October 2013. – P. 161-170.
14. Стабилизация напитков с использованием хитозана / И.Ю. Сергеева, В.А. Помозова, А.Л. Сыроватко, Е.А. Вечтомова, В.И. Брагинский // Пиво и напитки. – 2009. – № 5. – С. 29-34.
15. Сергеева, И.Ю. Применение хитозана для стабилизации коллоидной системы напитков / И.Ю. Сергеева // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32). – С. 84-89.
16. Окрепилова, И.Г. Практикум по внедрению принципов ХАССП на пищевом предприятии / И.Г. Окрепилова, Л.Г. Чипурина. – СПб., 2014. – 92 с.
17. Никитченко, В.Е. Система обеспечения безопасности пищевой продукции на основе принципов НАССР / В.Е. Никитченко, И.Г. Серёгин, Д.В. Никитченко. – М.: РУДН, 2010. – 205 с.
18. Небалуева, Л.А. Система менеджмента безопасности: технология разработки / Л.А. Небалуева // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 8. – С. 23-25.

Таблица 4

Рабочий лист ХАССП производства стойкого пива ККТ № 1: дображивание пива. Дополнение. Опасные факторы: физические, микробиологические и химические

Объект контроля			Способы мониторинга				Коррекция и корректирующие действия			
Наименование продукта	Контролируемый параметр	Предельное (или критическое) значение	Процедура	Периодичность	Ответственный	Документ, где фиксируется	Процедура	Ответственный	Документ, где фиксируется	Процедура оценки эффективности мониторинга
Пиво на стадии дображивания после обработки ТВС	Количество дрожжевых клеток	Не более 0,5 млн/см ³	Микроскопирование (прямой подсчет)	Каждый аппарат	Заведующий лабораторией	Записи в соответствующем журнале	Если выше или ниже – изменение продолжительности выдержки (К); изменение дозы внесения (КД)	Технолог, заведующий лабораторией	Записи в соответствующем журнале	При внутренних проверках
	Содержание высокобелковых веществ	Остаточное количество не более 80 % от начального в молодом пиве	Определение танинового показателя	Каждый аппарат	Заведующий лабораторией	Записи в соответствующем журнале	Если выше или ниже – изменение продолжительности выдержки (К); изменение дозы внесения (КД)	Технолог, заведующий лабораторией	Записи в соответствующем журнале	При внутренних проверках
	Содержание полифенольных веществ	Остаточное количество не более 75 % от начального в молодом пиве	Определение полифенолов	Каждый аппарат	Заведующий лабораторией	Записи в соответствующем журнале	Если выше или ниже – изменение продолжительности выдержки (К); изменение дозы внесения (КД)	Технолог, заведующий лабораторией	Записи в соответствующем журнале	При внутренних проверках
	Содержание хитозана	Отсутствие	Колориметрическая реакция с йодом	Каждый аппарат	Заведующий лабораторией	Записи в соответствующем журнале	При наличии остатков – повторная фильтрация пива (К), изменение дозы внесения и продолжительности обработки (КД)	Технолог	Записи в соответствующем журнале	При внутренних проверках

Таблица 5

Производственная программа обязательных предварительных мероприятий в производстве стойкого пива с использованием хитозана. Дополнение. Хранение, подготовка хитозана. Опасные факторы: физические, микробиологические

№	Наименование программы	Опасные факторы	Мероприятия по управлению	Процедуры мониторинга (метод)	Регистрационная учетная документация	Коррекция и корректирующие действия	Ответственный
М1 Хитозан хранение	Хранение вспомогательных материалов; программа по борьбе с вредителями	Ф	Периодический осмотр, замер температуры и относительной влажности воздуха, соблюдение сроков хранения	Визуально, термометр, гигрометр	Журнал поступления ТВС	(К) – регулировка температуры, влажности воздуха; (КД) – замена приборов, изменение режимов вентиляции	Заведующий складом
		М					
М1 Хитозан взвешивание и внесение	Программа очистки и санитарной обработки, личной гигиены персонала	Ф	Соблюдение режимов очистки и санитарной обработки, правил личной гигиены и поведения персонала	Визуально	Журнал записей по подготовке хитозана к процессу	(К) – проведение инструктажа; (КД) – повторная очистка и санитарная обработка	Технолог

PECULIARITIES OF FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM WHEN PRODUCING TURBIDITY STABLE BEVERAGES

I.Yu. Sergeeva*, L.V. Permyakova

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

*e-mail: sergeeva.76@list.ru

Received: 23.05.2016

Accepted: 15.07.2016

To produce high quality products at modern enterprises of food industry it is necessary to establish effective systems of quality and safety such as HACCP. The paper presents a brief review of modern quality management systems of food products. This study deals with peculiarities of food safety management system when producing beverages stable to turbidity. Improvement of the system is considered in the framework of one of the principles of the concept of quality of beverages prone to turbidity. Implementation is performed by augmenting the implemented safety management system of the production process with additive critical control points. The quantitative content of the turbidity components of beverages is controlled with the designation of critical limits of their concentration and, actually, a processing aid in the technological chain. The necessity of additive critical control points at the stage of beer fermentation has been established. The HACCP worksheet for stable beer has been developed. Regarding the storage and preparation of chitosan the production program of mandatory preliminary actions when producing stable beer using chitosan has been proposed.

Safety management system, critical control point, quality, beer, chitosan

References

1. Galiullina L.R., Kamel'skih N.V. Sistemy kachestva na predpriyatii pishchevoy promyshlennosti [Quality system for a food processing company], *Materialy 10 mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh «Pishchevye tekhnologii i biotekhnologii»* [Proc. of the 10 International Conference of Young Scientists "Food Technology and Biotechnology"]. Kazan', 2009, p. 558.
2. Kosenko I.S., Kvashnin B.N. Kachestvo produktsii – zalog ee bezopasnosti [Quality products – the key to its security]. *Materialy 49 otchetnoy nauchnoy konferentsii za 2010 god Voronezhskoy gosudarstvennoy tekhnologicheskoy akademii* [Proc. Of the 49 reporting a scientific conference in 2010, Voronezh State Technological Academy]. Voronezh, 2011, part 1, p. 48
3. Mashinets E.V. K voprosu ob ispol'zovanii KhASSP v proizvodstve produktov biotekhnologicheskim putem [To a question on the use of HACCP in the production of biotechnological products through]. *Materialy 10 mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh «Pishchevye tekhnologii i biotekhnologii»* [Proc. of the 10 International Conference of Young Scientists "Food Technology and Biotechnology"]. Kazan', 2009, p. 470.
4. Poznyakovskiy V.M. *Bezopasnost' prodovol'stvennykh tovarov* (s osnovami nutritsiologii) [Safety of food products (with the basics of Nutrition)]. Moscow, INFRA-M Publ., 2014. 271 p.
5. Maillard R. Lebensmittelsicherheit in Europa. *Fleischwirtschaft*, 2011, vol. 4, pp. 61–63.
6. Brinkmann J. Prozess leit systeme in der Getränkebranche. *Getränkeindustrie*, 2011, vol. 4, pp. 18–20.
7. Flad S. Anlagenverlusten auf der spur. *Brauindustrie*, 2012, vol. 5, pp. 10–13.
8. Salger S., Vlijmen M. Exzellent operieren. *Brauindustrie*, 2011, vol. 6, pp. 12–14.
9. Salger S., Vlijmen M. Operational excellence in der Getränkeindustrie. *Getränkeindustrie*, 2011, vol. 6, pp. 33–35.
10. Uhde Ch., Folz R. Immer einen Schritt voraus sein. *Brauindustrie*, 2011, vol. 10, pp. 60–64.
11. Hatzler M., Koob J., Riedl R., Jacob F. Sauberkeit kontrollieren. *Getränkeindustrie*, 2012, vol. 5, pp. 12–15.
12. Sergeeva I.Yu. Kontseptual'nye aspekty proizvodstva napitkov, ustoychivyyh k pomutneniyam pri khranении [Conceptual aspects of beverage production, is resistant to clouding during storage]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food processing industry], 2015, vol. 1, pp. 48–51.
13. Sergeeva I.Yu., Pomozova V.A., Syrovatko A.L. Formation of beer quality and stability using natural supportive substances. *XII scientific conference with international participation "Commodity science – traditions and relevance"*. Varna, 2013, pp. 161–170.
14. Sergeeva I.Yu., Pomozova V.A., Syrovatko A.L., Vechtomova E.A., Braginskiy V.I. Stabilizatsiya napitkov s ispol'zovaniem khitozana [Stabilization of drinks using chitosan]. *Pivo i napitki* [Beer and drinks], 2009, vol. 5, pp. 29–34.
15. Sergeeva I.Yu. Primenenie khitozana dlya stabilizatsii kolloidnoy sistemy napitkov [Use of chitosan to stabilize colloidal system of beverages]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, vol. 32, no. 1, pp. 84–89.
16. Okrepilova I.G., Chipurina L.G. *Praktikum po vnedreniyu printsipov KhASSP na pishchevom predpriyatii* [Workshop on implementation of HACCP principles in the food industry]. St. Petersburg, 2014. 92 p.
17. Nikitchenko V.E., Seregin I.G., Nikitchenko D.V. *Sistema obespecheniya bezopasnosti pishchevoy produktsii na osnove printsipov KhASSP* [System for ensuring food safety based on HACCP principles]. Moscow, RUDN Publ., 2010. 205 p.
18. Nebalueva L.A. Sistema menedzhmenta bezopasnosti: tekhnologiya razrabotki [The safety management system: development technology]. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of Quality Management], 2005, no. 8, pp. 23–25.

Дополнительная информация / Additional Information

Сергеева, И.Ю. Особенности системы менеджмента безопасности в производстве стойких к помутнениям напитков / И.Ю. Сергеева, Л.В. Пермякова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 146–154.

Sergeeva I.Yu., Permyakova L.V. Peculiarities of food safety management system when producing turbidity stable beverages. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 146–154. (in Russ.).

Сергеева Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: sergeeva.76@list.ru

Пермякова Лариса Викторовна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии бродильных производств и консервирования, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: delf-5@yandex.ru

Irina Yu. Sergeeva

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Zymurgy and Food Preservation Technology, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: sergeeva.76@list.ru

Larisa V. Permyakova

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



УДК 338.43:338.242

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, АГРОЭКОНОМИКА И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ДВА ШАГА ВПЕРЕД, ШАГ НАЗАД**В.В. Копейн*, Е.А. Филимонова**

Кемеровский институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова»,
650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39

*e-mail: valkem2@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 04.05.2016

Дата принятия в печать: 05.07.2016

В условиях мирового кризиса, «войны санкций» и ограничения доступа к финансовым ресурсам импортозамещение практически во всех отраслях народного хозяйства России не имеет альтернативы. Эта стратегия носит скорее вынужденный, чем плановый характер с научно проработанной основой. Процесс импортозамещения в российском сельскохозяйственном производстве идет неоднозначно, сопровождается сложностями, связанными с имеющимися технологическим и техническим отставаниями, ограничениями импорта технологий и финансовых ресурсов. Существенное влияние оказывает реализуемая экономическая политика, основанная на рентной модели. Анализ процесса импортозамещения показал, что первые экспертные оценки его возможностей и сроков реализации оказались излишне оптимистичными. Выявлено, что создание и развитие собственного сельскохозяйственного производства тормозится ввиду целого ряда причин, в числе которых недостаток финансовых ресурсов, длительные сроки реализации проектов и другие. Отмечается, что девальвация национальной валюты не оказала существенного влияния на ускорение создания собственного производства, а рост цен на продовольствие стал ключевым признаком импортозамещения. По итогам анализа делается вывод, что новые тенденции развития сельскохозяйственной отрасли и агроэкономики формируют новые требования к системе оценки продовольственной безопасности как составляющей экономической безопасности. Ставится задача учета новых факторов, влияющих на основные блоки оценки продовольственной безопасности, а именно: экономическая и физическая доступность продуктов питания, рацион питания, качество продовольствия. Для ускорения импортозамещения в сельском хозяйстве предлагается разделение АО «Россельхозбанк» на две структуры, одна из которых будет заниматься финансированием инвестиционных проектов сельскохозяйственного производства и поддержкой сельского хозяйства, другая – исполнять функции коммерческого банка. Этот подход позволит отделить риски классической банковской деятельности от инвестиционных рисков вложений в сельское хозяйство, которые будет регулировать специализированная структура.

Экономическая безопасность, продовольственная безопасность, агропромышленный комплекс, санкции, импортозамещение

Введение

В нестабильной экономической ситуации, воздействия негативных внешних факторов, ослабления российского рубля тема импортозамещения стала центральной в экономической и политической жизни. Вопросы импортозамещения для России не новы, в разные исторические периоды они проявлялись в тех или иных формах [1, 2]. Импортозамещение применялось в зарубежной экономической практике, а глобализация экономики обострила дискуссию о соотношении импорта-экспорта. Глобализация мировой экономики активно вовлекла российские предприятия в широкие и многоплановые экономические связи. Это стало объективной реальностью, игнорировать которую невозможно [2, 3]. В этих условиях в отдельно взятой стране, регионе, области достигнуть полной автономии во всех сферах деятельности при сохранении качества, объемов поставок и ассортимента продукции крайне проблематично [4, 5]. Тем не менее на политической арене постоянно обсуждаются вопросы максимальной независимости госу-

дарства в отдельных направлениях экономики. В этих дискуссиях ключевым аргументом является ослабление национальной, экономической безопасности, политика все чаще определяет вектор экономического развития [6]. Возрастающий объем исследований, научных работ о положении в экономике демонстрирует повышенное внимание политиков и экономистов к вопросам безопасности. Большинство суждений, экспертных оценок сходится в том, что объем и уровень угроз для страны, экономики и населения неуклонно увеличиваются. Следует отметить присутствующий субъективизм в оценках и мнениях, но общий вывод заключений соотносится с высоким уровнем нестабильности, свойственной кризисному периоду, что определяет и снижение экономической безопасности. Формируются новые угрозы, а существующие риски для экономики, ранее незначительные и не требующие к себе пристального внимания, становятся весомыми [2, 7, 8]. Обеспечение продовольственной безопасности и снабжение населения продовольствием являются важнейшими целями любого государства.

Для России этот вопрос был и остается первоочередной задачей [9, 10]. Экономические войны актуализировали ее и ввели новые дополнительные условия. Политика импортозамещения, выбранная Правительством Российской Федерации в виде приоритетных направлений экономического развития, несомненно, верный, но, скорее, вынужденный курс. Произошедшие в России рыночные преобразования изменили экономический облик, сформировался институт частной собственности, свободное предпринимательство стало реальной движущей силой. Но экспорт сырья, энергоресурсов остался основным источником бюджета. Малый бизнес, сфера услуг, средний класс пока не стали основой экономики [6, 11, 12]. Производство предметов потребления, отечественного продовольствия и продукции для удовлетворения внутреннего спроса осталось неразвитым. Такая экономика, выстроенная на административно-командной основе советского типа, но с рыночными элементами, легко уязвима при различных потрясениях. Поэтому падение спроса на сырье и энергоресурсы вызвало своеобразное экономическое «землетрясение» в России. Сытые годы для России прошли, период российской экономики как клона экономики советского периода уходит в прошлое. Необходимость создания новой модели признана большинством политиков, менеджеров, ученых. Это касается многих отраслей, в том числе в сфере снабжения продовольствием, в которой развитие собственного производства стало реальной необходимостью. Замещение импорта за счет собственного производства должно проводиться с эффективным использованием всех внутренних резервов и быть жизненной, а не бумажной стратегией для сельского хозяйства России [3, 13, 14]. Импортозамещение во многом связано с безопасностью государства, а продовольственная безопасность во многом определяется реализацией политики импортозамещения в сельском хозяйстве и агропромышленном комплексе. Эти аспекты сформировали основные цели данной работы – провести анализ ситуации в агропромышленном комплексе России, выявить тенденции в развитии сельского хозяйства с учетом реализации импортозамещения, изложить оценку перспектив развития ситуации и продовольственной безопасности.

Импортозамещение в сельском хозяйстве: процесс пошел?

Не является откровением, что при определении импортозамещения как стратегической линии в экономической политике задача полной замены импортных товаров и продукции отечественными не ставилась изначально. Цель импортозамещения иная – создание условий для развития собственного конкурентоспособного производства, повышения эффективности использования собственных ресурсов. Это объективное следствие эволюции экономики, а также специфики и особенностей технологических укладов в стране, дифференциации регионов по уровню социально-экономического разви-

тия [5, 12, 15]. Современная цивилизация характеризуется высокими научно-техническими достижениями, экономика развитых стран базируется на технологических укладах высоких уровней – генной инженерии, нанотехнологиях, атомной энергетике. Эти технологические уровни капиталоемки, но они в какой-то степени определяют своеобразный «порог вхождения» на рынок, минимальную финансовую планку при выпуске любой продукции или товара. Достижение этого уровня требует, как правило, серьезных финансовых затрат и организационных усилий. Поэтому создание с нуля и в сжатые сроки эффективного производства в любой отрасли народного хозяйства, ориентированного на выпуск современной продукции в ценовых диапазонах платежеспособного спроса, крайне сложно. Не является исключением агропромышленное производство, в котором за последние годы произошли существенные изменения в технологии, логистике и экономике.

Присутствие импорта в различных отраслях экономики России остается пока значимым: в нефтегазовом секторе и тяжелом машиностроении импорт комплектующих изделий достигает 70 %, в энергетике – до 50 %. В сельскохозяйственном машиностроении в зависимости от категории оборудования доля импортных комплектующих и запчастей колеблется от 50 до 90 %. В структуре российского импорта на долю продовольственной продукции и сельскохозяйственного сырья приходится около 13 %. В настоящее время импорт продовольствия в стоимостных показателях оценивается в 42 млрд долл., экспорт – 17 млрд долл. Импорт тракторов и сельскохозяйственной техники – порядка 4 млрд долл., а в целом расходы на обеспечение продовольствием составляют 29 млрд долл. Получается, что затраты на импорт продовольствия сравнимы со стоимостью экспорта российского сырья и энергоресурсов. В 2014 г. стоимость экспортного газа из России была около 55 млрд долл., а нефти – 154 млрд долл. [16]. Столь серьезные объемы и структура импорта-экспорта не позволяют говорить о скоротечности процесса импортозамещения. Об этом говорил и Председатель Правительства России Д.А. Медведев, предупреждая, чтобы импортозамещение не стало простым лозунгом.

Главное, чтобы были разработаны практические меры по стимулированию научно-технической модернизации производства, мобилизации экономических субъектов на движение в этом направлении, внедрению инноваций. Эта задача может быть решена при обеспечении прежде всего активизации инвестиционных вложений в развитие собственного производства. А эти инвестиционные вложения должны стать следствием комплекса мер по повышению привлекательности рыночного сегмента агропромышленного комплекса в части перспектив, окупаемости вложений, а также защищенности бизнеса от внешних и внутренних рисков. При этом развитии финансово-экономической системы, способной реализовывать масштабные финансовые вложения, не должно снижать и финансовую безопасность страны и регионов [9, 17, 18].

Процесс импортозамещения в сельском хозяйстве и агропромышленном комплексе, как и в других отраслях экономики России, оформлен законодательно-нормативными материалами. Определены организационные мероприятия, намечены меры по финансовой поддержке сельского хозяйства, что не отличает российский подход от зарубежной практики. Объем расходов федерального бюджета на поддержку отечественного сельского хозяйства увеличивался год от года. В 2008 г. объем расходов федерального бюджета на поддержку сельского хозяйства составил около 38 млрд руб. В 2011 г. расходы федерального бюджета достигли 140 млрд руб., а расходы консолидированного бюджета и бюджетов государственных внебюджетных фондов на сельское хозяйство – 276,5 млрд руб. [1]. Тем не менее эти расходы были существенно меньше, чем расходы на импорт продовольствия (до 750 млрд руб. в год).

Втягивание России в «экономические войны» и ограничение доступа к внешним заимствованиям повысили потребность сельского хозяйства в финансовых вложениях. Несмотря на положительную динамику роста финансовых вложений в сельское хозяйство, в его производственных показателях такого прогресса не наблюдалось. Еще больше обострилась потребность в финансовых вложениях в условиях санкций. В 2015 г. в реализацию 460 проектов по импортозамещению в сельском хозяйстве из федерального бюджета было произведено расходов около 265 млрд руб. Ранее же Министерство сельского хозяйства Российской Федерации оценивало объем необходимых компенсаций сельхозпроизводителям в связи с введением санкций на уровне 100 млрд руб. [19]. По нашему мнению, с большой вероятностью в последующие 2017–2020 гг. потребуются гораздо большие суммы. При дефиците федерального бюджета возможности вложений в проекты импортозамещения будут ограничиваться необходимостью исполнения социальных обязательств бюджета.

Продуктовое эмбарго, девальвация национальной валюты создали основу для стимулирования внутреннего производства, но требуются внутренние источники и инвесторы [20, 21]. Проблема активизации инвестиционных вложений остается пока не решенной. Но если доступ к внешним источникам ограничен, ресурсы приходится искать на внутреннем рынке. Для малого и среднего бизнеса новая рыночная ниша продовольственного рынка России привлекательна и перспективна, но в настоящее время этот слой бизнеса немногочислен и финансово истощен, что охлаждает его энтузиазм. Потенциальным инвестором, скорее, может стать крупный бизнес, сельскохозяйственные организации, холдинги. Однако финансовые результаты деятельности предприятий практически всех отраслей скромны [12]. Количество убыточных предприятий продолжает возрастать, на 200 тыс. ед. в год сокращается количество организаций малого и среднего бизнеса.

Таким образом, наиболее вероятным источником финансовых ресурсов является банковская си-

стема России, которая может стать основным кредитором импортозамещения. В России в практике государственной поддержки сельхозпроизводителей механизм кредитования с субсидированием процентной ставки по кредитам применяется достаточно объемно. Главным проводником этой практики является АО «Россельхозбанк». С одной стороны, участие этого банка в государственной программе поддержки сельского хозяйства предоставляет банку доступ к значительным финансовым ресурсам как своеобразная плата за «обязанность» работать с сельским хозяйством. С другой стороны, кредитование сельскохозяйственного производства имеет высокий риск, что отражается на результатах финансово-хозяйственной деятельности банка. По итогам 2014 г. убытки банка составили 7,5 млрд руб. В 2015 г. «Россельхозбанк» получил убыток в 72,6 млрд руб., при этом почти половину убытка составили начисленные резервы на возможные потери по ссудам. К числу причин такой ситуации эксперты относят включение его в санкционный список США и европейских стран и другие причины, среди которых выделяется его особая роль в поддержке отечественного сельского хозяйства. В период 2009–2015 гг. в капитал банка из федерального бюджета было вложено около 250 млрд руб., что стало реальной опосредованной поддержкой сельского хозяйства [22, 23].

Для сельского хозяйства «Россельхозбанк» является системообразующим банком, в объемах кредитов, выданных всей отечественной банковской системой на поддержку сельского хозяйства, почти 60 % приходится на «Россельхозбанк». АО «Россельхозбанк» входит в число крупнейших банков России, 100 % акций банка находятся в собственности государства. Средства физических лиц в пассивах банка на 01.03.2016 достигли 504 млрд руб., что составляет 18 % в пассивах. По объему вкладов физических лиц банк занимает 5-е место среди российских банков. Финансовое положение его заемщиков, состояние кредитного портфеля привели к росту просроченной задолженности, которая достигала 15 %. Это не очень хорошо характеризует текущую ситуацию в банке, так как просроченная задолженность вынуждает наращивать резервы под возможные потери под ссуды и влияет на прибыль. Но банк остается одной из ведущих кредитных организаций на финансовом рынке, на 01.03.2016 чистая прибыль банка составила почти 2 млрд руб.

Необходимо отметить, что в настоящее время банковская система как источник инвестиционных ресурсов процесса импортозамещения в сельском хозяйстве несколько ограничена. Финансовый результат работы российского банковского сектора снижается, по состоянию на 01.01.2015 общая прибыль кредитных организаций уменьшилась на 41 % по сравнению с результатами на 01.01.2014, а на 01.01.2016 – на 67 % по отношению к результату 2015 г. [24]. Примечательно, что за первый квартал 2016 г. прибыль кредитных организаций составила 107 млрд руб., что почти в 20 раз больше, чем в аналогичный период 2015 г. (6 млрд руб.). Рентабельность активов-нетто в среднем остается невысокой.

К тенденциям в активах банковской системы остается умеренный рост (на 13,6 %) кредитов предприятиям и организациям реального сектора экономики при снижении объемов кредитов, выданных населению (на 6,3 %). Экономическая нестабильность, падение объемов производства, снижение потребительского спроса привели к ухудшению качества заемщиков. За январь-февраль 2016 г. просроченная задолженность юридических лиц по кредитам нарастает значительно быстрее (на 42 % с 1 января 2016 г.), чем просроченная задолженность физических лиц (на 25 %) [24].

Банковская система России за периоды нескольких кризисов новейшей российской истории приобрела некоторый запас прочности. По данным Банка России, на 01.01.2016 российские банки обладают запасом свободного капитала в 1,7 трлн руб., который позволяет наращивать кредитование экономики. Это приводит к снижению у банков спроса на средства Центрального банка, которые в пассивах коммерческих банков снизились вдвое – с 10,2 % (январь-март 2015 г.) до 5,1 %. Капитал российских банков за январь-февраль 2016 г. вырос на 0,9 % – до 9,1 трлн руб. Незначительно увеличились суммарные активы банковской системы. Можно сделать вывод, что банковская система адаптировалась к работе в условиях финансового стресса, имеет свободные ресурсы, способные перейти в инвестиции. Но прибыль банковской системы по результатам года снижается, растет просроченная задолженность [1, 24]. Индикативным сигналом является снижение спроса у коммерческих банков на ресурсы как Банка России, так и организаций и населения. С одной стороны, хорошая сторона этого сигнала – денежные средства дешевеют, соответственно должна снижаться стоимость кредитов реальному сектору экономики. С другой стороны, это косвенно отражает тенденцию снижения спроса на кредиты.

В итоге складывается ситуация, что возможности банковской системы по кредитованию имеются, хотя они и ограничены. При этом платежеспособный спрос на кредиты существует, но объем этого спроса не растет. Кредитоспособность потенциальных заемщиков, по нашим оценкам, не улучшается, в условиях экономической нестабильности банки вынуждены предъявлять к ним более жесткие требования для минимизации своих кредитных рисков.

Настороженность банковской системы к потенциальным заемщикам в целом обоснована и понятна. В кризисное время финансовое положение заемщиков неустойчиво, кредитный риск возрастает [11, 24]. Поэтому банк стремится максимально точно оценить заемщика, повышая требования. Особенно «смутного» времени является и то, что на финансовом рынке появляются заемщики, изначально ставящие цель не возвращать взятые кредиты. Это явление свойственно текущей обстановке, когда происходит своеобразное сжатие банковской системы и снижение количества кредитных организаций (банкротство, слияние, ликвидация). С начала 2016 г. Банк России отозвал лицензии у 26 банков, совокупный размер активов которых составлял почти

135 млрд руб. За 2014–2015 гг. около 200 банков лишились лицензий. Сжатие кредитного рынка, конкуренция вынуждают банки искать новые источники доходов. Некоторые банки сумели выработать оптимальную тактику и сохранить «рыночную живучесть» и приемлемый уровень доходности. По состоянию на 01.02.2016 число прибыльных кредитных организаций снизилось с 834 ед. (на 01.01.2014) до 480 (на 42 %). Этот показатель выглядит еще более значимым при учете того, что общее количество действующих кредитных организаций на 01.02.2016 уменьшилось до 728 (снижение на 195 ед. (на 21 %)) (рис. 1) [1, 15, 24].



Рис. 1. Динамика количества прибыльных и убыточных кредитных организаций (составлено авторами по данным Центрального банка Российской Федерации)

В настоящее время в потоке информации о ходе импортозамещения в России присутствуют различные взгляды и оценки, большинство из которых объективны, но нередко имеют окраску субъективности. В рамках нашего исследования рассматриваются значимые факты и заключения для повышения достоверности оценки ситуации.

Особенности, проблемы, перспективы импортозамещения

При введении Россией продуктового эмбарго высказывались мнения, что доля импортного продовольствия, требующего компенсации за счет собственного производства, невелика: мяса крупного рогатого скота – 3 %, свинины – 12 %, молока и молочных продуктов – 1 %, фруктов – 15 %, рыбы – 14 %, мяса птицы – 8 %, овощей – 3 %. Поэтому эти объемы могут быть достаточно быстро «закрыты» собственным производством. Соответственно, в тот период оснований для роста цен на продовольствие не усматривалось. Но вопросы о необходимости финансовой поддержки предприятий сельского хозяйства необходимо было решать уже тогда [7, 9, 12]. Сегодня сложилась иная ситуация. После почти двух лет с момента введения продуктового антисанкций, что стало стартом для стратегии импортозамещения в сельском хозяйстве, оценки экспертов начали склоняться в сторону отсутствия прогрессивных тенденций в импортоза-

мещении: «нет ни импорта, ни замещения». Есть и другие оценки хода импортозамещения, которые отмечают активизацию развития собственного производства. В 2015 г. собственное производство мяса крупного рогатого скота выросло на 9 %, домашней птицы – на 10,6 %, производство свинины увеличилось на 13,5 %. В январе-августе 2015 г. по сравнению с соответствующим периодом 2014 г. производство молочной продукции увеличилось на 2,7 %, производство сыра и сырных продуктов – на 25,1 %, масла сливочного – на 6,2 % [9, 25].

На Первом Всероссийском форуме продовольственной безопасности Председатель Правительства Д.А. Медведев отмечал, что по основным продуктам питания, которые указываются в Доктрине продовольственной безопасности, в 2014 г. достигнут высокий уровень собственного производства [26]. По зерну, сахару, растительному маслу и картофелю фактические уровни продовольственной безопасности выше предусмотренных значений (по зерну – 98,9 % при целевом показателе – 95 %), по молоку – 77,4 % (в Доктрине целевой показатель – 90 %); по мясу – 82,3 % (целевой показатель – 85 %); по рыбе – 79,4 % (целевой показатель – 80 %); по пищевой соли – 54,7 % (целевой показатель – 85 %) [1, 24].

В оценке Банка России [27] предварительных итогов импортозамещения отмечается, что к 2016 г. по большинству категорий товаров рост действительно произошел. Выпуск говядины собственного производства и картофеля увеличился на 25 %, свинины – на 18 %, сыра и творога – на 15 %, мяса птицы – на 11 %, сливочного масла – на 6 %, овощей – на 3 %. Снизились только производство рыбы (на 5 %) и колбасных изделий (на 4 %).

Выйти на уровень самодостаточности удалось по мясу птицы, свинине, картофелю. В 2000–2012 гг. отечественное производство мяса птицы увеличилось в 4,7 раза, экспорт увеличился в 6,7 раза, импорт сократился на 25 %. По прогнозу к 2021 г. импорт мяса птицы может вообще прекратиться. Мясо птицы – одна из позиций (зерно, картофель, яйцо, мясо птицы), по которой достигнут высокий уровень самообеспечения [16]. Отмечается, что, несмотря на рост объемов собственного производства, восполнить образовавшийся дефицит предложения продовольствия пока не удалось на большинстве рынков продовольствия. Заметно (на 6–19 %) эта доля выросла на рынках рыбных продуктов (рыбного филе, ракообразных, свежей и мороженой рыбы), свежих и замороженных овощей, продуктов переработки молока (сыра, сливочного масла), свинины, замороженной говядины. Самообеспеченность по рыбе оказалась самой низкой – 69 %.

Повышение доли отечественных товаров (не более 5 %) произошло в предложении свежей и охлажденной говядины, яблок, цельномолочных и кисломолочных продуктов, колбасных изделий. На отдельных сегментах рост внутреннего производства не только заместил недостающий импорт (что обусловило изменение структуры рынка в пользу российских товаров), но и обеспечил прирост суммарного предложения. В частности, процесс им-

портозамещения в сельскохозяйственном производстве сопровождался существенным (на 6–19 %) увеличением объема рынка мяса птицы, свинины и картофеля.

Прирост объема предложения (до 5 %) за счет расширения внутреннего производства зафиксирован на рынках мороженой, копченой и соленой рыбы. На рынке сыра за счет наращивания выпуска отечественной продукции удалось практически полностью восстановить сократившийся объем рынка. В числе лидеров по приросту предложения находится также молочная сыворотка (прирост на 11 %), являющаяся побочным продуктом переработки молока (в том числе на производство сыра) [27].

О достижениях или провалах импортозамещения можно судить по соотношению импорта и экспорта. Из-за ослабления рубля цена на российское мясо стала одной из самых низких в мире. Совокупность этих факторов делает экспорт российского мяса очень привлекательным. Крупнейший производитель свинины в России – Агропромышленный холдинг «Мираторг» в настоящее время поставляет мясную продукцию в Иран, Гонконг, ОАЭ. Холдинг рассматривает условия поставок мяса на рынок Китая, Японии, Южной Кореи, Вьетнама.

В 2015 г. заметно вырос экспорт мяса и мясных субпродуктов (на 11,7 % больше, чем в 2014 г.). Всего было экспортировано мяса и полуфабрикатов на сумму 117 млн долл. Наибольший вклад в этот рост внесли экспортные поставки мяса домашней птицы – продажи увеличились на 16,9 % (до 75 млн долл.). Один из крупнейших производителей мяса птицы, свинины в России – ПАО «Группа «Черкизово» рассчитывает довести экспорт куриного мяса до 15–20 % от общих объемов своих продаж в Объединенные Арабские Эмираты, Египет, Иран и Ирак. В 2015 г. компания начала инвестиционный проект стоимостью 19 млрд руб. по производству свинины в Липецке и Воронеже.

При повышении конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции и превышении объемов самодостаточности увеличение экспорта становится логичным процессом, однако это пока не стало устойчивой тенденцией.

Заккрытие импорта в Россию из ряда стран сделало овощеводство в России популярным направлением, особенно для агропромышленных предприятий. Сельскохозяйственная и продовольственная компания ООО «Группа Компаний «Русагро» начала строительство 300 га теплиц по выращиванию огурцов, помидоров и салатов в центральных регионах России.

В России в структуре производства основных продуктов растениеводства значительную долю занимают хозяйства населения, например, картофель – 80–81 %, овощи 69–71 % [28]. На долю крупных организаций в производстве картофеля приходится 12–13 %, овощей – 17–18 %. Доля крестьянских (фермерских) хозяйств в структуре этих видов сельскохозяйственных культур также невысока – 6–8 % и 10–15 % соответственно. Наиболее высокая доля сельскохозяйственных организаций

приходится на производство зерна (до 75 %), сахарной свеклы (до 90 %), подсолнечника (до 70 %). Поэтому мелкий бизнес, фермерские хозяйства будут стремиться захватить внутренний рынок, но фактор высокой стоимости проектов импортозамещения будет тормозить это движение.

С большой вероятностью эту нишу будут занимать крупные предприятия. Один из крупных заемщиков АО «Россельхозбанк» – ООО «Парус Агро Групп» начинает строительство мощного тепличного комплекса в Красноярском крае. Другая крупная компания – Группа «Черкизово» рассматривает овощеводство как одно из перспективных направлений бизнеса и разрабатывает инвестиционные проекты в агропромышленном комплексе.

Крупные финансовые компании и промышленные холдинги не остались в стороне от этой темы и стремятся диверсифицировать свой бизнес. К примеру, крупная российская финансово-промышленная группа ОАО АФК «Система» приобрела крупнейший в России агрокомбинат «Южный» по выращиванию огурцов и помидоров в Карачаево-Черкесской Республике площадью 144 га.

В Кемеровской области компания «Ариант», входящая в холдинг Уральско-Сибирской металлургической компании (владелец ОАО «Кузнецкие ферросплавы»), в 2015 г. начала строительство в Новокузнецком районе крупного животноводческого холдинга стоимостью около 1 млрд руб. Эта металлургическая компания уже имеет опыт реализации не свойственного ее профилю сельскохозяйственного проекта на Урале.

Разнообразие оценок результатов импортозамещения вызывает определенные сомнения в достоверности. Но складывается общий положительный фон, поэтому можно говорить о формировании импортозамещения как тенденции. Ситуация не совсем однозначна, необходимость в развитии собственного сельскохозяйственного производства объективна. Продовольственное эмбарго подготовило почву для развития отечественных производителей, это отмечается большинством экспертов, но к 2016 г. возможности реализации его преимуществ задействованы не были [9, 14, 17]. Следует отметить, что изложенные положения свойственны большинству отраслей реального сектора экономики, в которых проводится импортозамещение.

Отдельным вопросом становится проблема качества продовольствия. Не секрет, что в отдельных развитых зарубежных странах значительный объем сельскохозяйственной продукции приходится на продукцию с генно-модифицированной структурой, что определяет необходимость ежегодной закупки нового материала. Российское сельское хозяйство остается зависимым от зарубежных поставок сельскохозяйственного сырья, материалов и компонентов. Замещение составляющих и сырья потребует научных и финансовых вложений в разработку этих компонентов с достижением соответствующего уровня качества. Немаловажным фактором становится стоимость проектов, которая с большой долей вероятности будет достаточно высока, в любом случае выше стоимости действующих

производств. Здесь получается финансовая развилка: с одной стороны, импортозамещение открывает возможности для занятия рыночных ниш предприятиями малого, среднего бизнеса, которые будут стремиться расширить свой бизнес. Однако массовый прорыв предприятий такого уровня на рынок маловероятен.

Вопросы импортозамещения в сельском хозяйстве тесно связаны с уровнем продовольственной безопасности. Но методология определения этого уровня, как и уровней других составляющих экономической безопасности, в настоящее время приобретает все больше элементов неопределенности [29, 30]. Утвержденный Правительством Российской Федерации перечень содержит несколько десятков показателей, анализ которых позволяет оценивать состояние продовольственной безопасности [31]. Несмотря на обилие показателей, остается самое важное и трудное – методологическое обобщение, анализ этих показателей в совокупности, а также составление научно обоснованного заключения о ситуации и дальнейших ее перспективах. Как правило, органы управления руководствуются ограниченным набором показателей, усредняя их значения и сравнивая с установленными пороговыми значениями. Использование такого подхода несколько нивелирует результаты, в какой-то степени отрывает следствия от истинных причин. В условиях ограниченности временных, финансовых ресурсов такой анализ допустим, но при этом следует как можно тщательнее описать ограничения и приближения [32, 33]. Использование абстрагирования как метода научного изучения продовольственной безопасности имеет преимущества, но нередко вследствие отсутствия учета отдельных параметров может быть снижена научная достоверность, а оценки уровня продовольственной безопасности будут иметь скорее качественную, чем количественную форму, что понижает ценность исследования [30, 34].

По результатам исследования Н. Шагайда, В. Узуна, в 2013 г. продовольственная независимость в России была достигнута по продуктам: зерно, картофель, сахар, растительное масло [35]. Этот вывод соотносится с рассмотренными ранее оценками, но показатель «мясо птицы», в котором другие эксперты видели явный успех импортозамещения, в приведенных исследованиях отсутствует.

Рыночные реформы ранее нанесли серьезный удар отечественному сельскому хозяйству: материально-техническая база агропромышленного комплекса фактически развалилась, сократились посевные площади. К 1990 г. поголовье крупного рогатого скота сократилось на 51 %, птицы – на 46 %. Импорт продовольствия составлял 51 % всего потребления, при этом порог утраты продовольственной независимости по оценкам экспертов оценивается в 25 % [1].

В системе мониторинга продовольственной безопасности учитываются следующие показатели: структура потребления продовольствия, рацион питания, физическая и экономическая доступность, качество и безопасность продуктов питания. На этих ключевых критериях базируется большинство методик оценки [4, 18, 20, 24, 30].

Экономический кризис 2012–2014 гг. отрицательно отразился на доходах населения России, что сказалось и на расходах на питание. В 2015 г. рост реального дохода снизился на 7–9 %. По данным официальной статистики, в первом квартале 2016 г. доля населения, не имеющего сбережений, достигла 41 %, а численность населения с доходами ниже прожиточного минимума превысила 20 млн человек. Потребительские цены на продовольствие как индикатор спроса на продовольствие растут. В среднем цены на продовольствие выросли на 22 %, в том числе на плодоовощную продукцию – на 32 %, мясо и мясопродукты – на 17,7 %, молоко и молокопродукты – на 14,4 %. Цены растут и на независимые от импорта товары: на крупы и бобовые – на 46 %, сахар-песок – на 44 %. В итоге доля затрат на продукты питания в потребительских расходах населения увеличилась с 27,7 % в 2013 г. до 29,8 % [9]. Рост цен отрицательно отражается на экономической доступности продовольствия, что определяет понижательную тенденцию продовольственной безопасности. Отмечается, что в настоящее время анализ экономической доступности продовольствия по городским и сельским жителям не проводится, что является важным в связи с возрастающей дифференциацией населения по уровню доходов [35].

Как мы установили, в России сложилась уникальная ситуация в отношении стимулирования развития агропромышленного комплекса. В настоящее время схемы финансирования проектов импортозамещения не укладываются в обычные классические схемы кредитования. Присутствует и классическое кредитование, и кредитование с компенсацией процентной ставки, и финансирование банка через участие государства в его капитале, сезонные способы, а также другие формы поддержки. Для повышения эффективности использования финансовых средств целесообразно создание института, который будет специализироваться на финансировании инвестиционных проектов в сельском хозяйстве. В России основным кредитором сельского хозяйства и агропромышленного комплекса является, как мы отметили ранее, «Россельхозбанк». Его основные активы размещены в сельскохозяйственной отрасли, этот банк несет все риски взаимодействия с заемщиками. Целесообразно разделить банковский бизнес «Россельхозбанк» на две части, одна структура будет специализироваться исключительно на финансировании сельского хозяйства с применением различных вариантов. Другая структура будет работать как коммерческий банк, использующий пассивы, сформированные из средств физических лиц и юридических лиц, преимущественно сельскохозяйственной отрасли. Использование различных финансовых организаций на различные цели позволит разделить и минимизировать рыночные и кредитные риски. Финансовая организация, использующая различные ресурсы на поддержку сельского хозяйства, регулирует другие риски, не затрагивая средства населения. В качестве финансовых источников могут выступать векселя с целевым финансированием определенных проектов импортозамещения и длительным сроком погаше-

ния, средства бюджетов различных уровней, средства целевых федеральных программ. В этом случае организация будет выступать как организация венчурного типа.

Заключение

В стратегии национальной безопасности определены приоритеты экономического развития, в числе которых обеспечение продовольствием занимает важное место. В связи с этим от комплекса мер в организации, законодательном оформлении, стимулировании и государственной поддержке импортозамещения в сельскохозяйственном производстве в значительной степени будет зависеть уровень продовольственной безопасности. Достижение полного обеспечения продовольствием собственного производства по всему спектру продовольственных товаров вряд ли возможно, но преобладание объема производства основных видов продукции, в том числе по социально важным типам продовольствия, – задача реальная и решаемая.

Импортозамещение имеет целью не запрет импорта вообще, а создание собственных производств, повышая таким образом продовольственную независимость страны. Это положение является ключевым в системе установок, характеризующих стратегию импортозамещения. Учитывая сегодняшний уровень сельского хозяйства и агропромышленного комплекса, процесс импортозамещения в российском сельскохозяйственном производстве будет обладать двумя важными характеристиками: более высокой по сравнению с существующим уровнем стоимостью и длительностью реализации.

Высокая стоимость в большей степени обусловлена технологическим отставанием производства в сельском хозяйстве от передовых зарубежных аналогов. Кроме этого, создание полного цикла сельскохозяйственного производства предполагает замену всех элементов производства: исходного сырья, семян, ветеринарных препаратов, средств защиты растений и т.д. Сегодня же в этой «сфере сельскохозяйственного сервиса» доля импорта остается высокой (до 80 %). Создание же смежных производств, научной базы потребует дополнительных инвестиций и удлинит сроки реализации проектов.

Экономика России приобретает черты экономики мобилизационного типа, когда реальность внешних и внутренних угроз вынуждает искать условия для ускоренного развития, решать первоочередные вопросы безопасности – вопросы обороны, обеспечения продовольствием. Импортозамещение как стратегия переходит в стадию реализации, есть первые результаты, но пока они имеют точечный, позиционный характер. Агропромышленный комплекс России имеет шанс выйти на уровень эффективного, значимого элемента экономики. По данным статистики, в 2015 г. эффект импортозамещения не сработал: рост сельскохозяйственного сектора составил всего 3,1 % по отношению к 2014 г. и его доля в ВВП сохраняется на уровне 3,5 %, что близко к 3,2 % в 2011–2014 гг. (в фиксированных ценах 2011 г.).

Проведенный анализ реализации импортозамещения в сельском хозяйстве показал, что в настоящее время формируется тенденция роста собственного производства, несмотря на имеющиеся недоработки, по ряду продовольственных позиций (зерно, мясо птицы, картофель, свинина, яйцо) Россия вышла на уровень самодостаточности. Растут объемы экспортных поставок мяса птицы, свинины. В условиях экономической нестабильности финансовая поддержка сельского хозяйства со стороны государства остается объемной. Девальвация рубля не оказала существенного влияния на развитие собственного сельскохозяйственного производства, что вполне объяснимо отсутствием притока инвестиций. Свободную рыночную нишу собственного производства занимают крупные агропромышленные холдинги, а также промышленные и финансовые группы, диверсифицирующие свой бизнес. Мелкие, средние предприятия пока не стали активными участниками этого процесса. К основным проблемам импортозамещения относится прежде всего недостаток финансовых вложений. Банковская система в условиях падения доходности кредитного рынка предъявляет более жесткие условия к заемщикам. Для активизации финансирования

возможно использование специализированной финансовой организации, решающей эти вопросы при помощи различных схем финансирования инвестиционных проектов в сельском хозяйстве. Создание такой структуры на базе основного кредитора российского агропромышленного комплекса – АО «Россельхозбанк» позволит разделить риски, оставив кредитные на другой части банка, которая будет именно банком и будет оказывать классические банковские услуги.

Вопросы методологии изучения продовольственной безопасности как экономического явления расширяются. Устоявшиеся наборы показателей и индикаторов продовольственной безопасности, принятые научным сообществом и используемые органами власти, не раскрывают полностью всей сущности явлений [1, 8, 13, 21]. Экономическая нестабильность не стихает, поэтому разработка методических основ мониторинга продовольственной безопасности не утрачивает актуальности и становится отдельным исследовательским направлением. В настоящее время становится все сложнее измерять этот уровень, факторов влияния становится больше, что размывает принятые блоки определения безопасности.

Список литературы

1. Копеин, В.В. К вопросу продовольственной и экономической безопасности России в современных условиях / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 162–168.
2. Копеин, В.В. О влиянии кризиса экономической системы на региональную безопасность / В.В. Копеин // Кризис экономической системы как фактор нестабильности современного общества: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – 2014. – С. 100–103.
3. Копеин, В.В. К вопросу об экономической безопасности в новых экономических условиях / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова, А.В. Копеин // Перспективы развития экономики и менеджмента: сборник научных трудов по итогам междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 35–38.
4. Национальная экономика: обеспечение продовольственной безопасности в условиях интеграции и глобализации: монография / под ред. акад. Э.Н. Крылатых, проф. В.З. Мазлоева. – М.: Инфра-М, 2015. – С. 239.
5. Kopein, V.V., Filimonova E.A., 2015. Uneven development of Russia regions as economic security factor. European science review. 2015. No. 9-10. С. 157–159.
6. Копеин, В.В. Экономика или политика: что первично для экономической безопасности государства? / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова // European science review. – 2014. – № 5–6. – С. 200–203.
7. Копеин, В.В. Мировой экономический кризис, экономическая и продовольственная безопасность России / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 10-1 (41). – С. 36–38. doi: 10.18454/irg.2015.41.114.
8. Копеин, В.В. К проблеме глобализации и экономической безопасности региона / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова, А.В. Копеин // Тенденции развития экономики и менеджмента: Сборник научных трудов по итогам междунар. науч.-практ. конф. Инновационный центр развития образования и науки, 2014. – С. 28–30.
9. Копеин, В.В. Экономическая и продовольственная безопасность: новая реальность импортозамещения / В.В. Копеин // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 40. – № 1. – С. 126–134.
10. Фальцман, В. Продовольственная импортозависимость России // ЭКО. – 2015. – № 2. – С. 127–139.
11. Копеин, В.В. К вопросу влияния экономических санкций на экономическую и продовольственную безопасность / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова, А.В. Копеин // Вопросы современной экономики и менеджмента: свежий взгляд и новые решения: сборник научных трудов по итогам междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 35–37.
12. Копеин, В.В. Структурные проблемы в экономике как угроза экономической безопасности / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова, А.В. Копеин // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 10-2 (63-2). – С. 366–371.
13. Копеин, В.В. Импортозамещение как новый элемент в системе продовольственной и экономической безопасности / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова // Российское предпринимательство. – 2015. – Т. 16. – № 18. – С. 2947–2956. doi: 10.18334/rp.16.18.1942.
14. Голубев, А. Импортозамещение на агропромышленном рынке России: намерение и возможности // Вопросы экономики. – 2016. – № 3. – С. 46–62.
15. Копеин, В.В. Экономическая безопасность и оценка импортозамещения в агропромышленном комплексе России / В.В. Копеин // Экономическая безопасность: правовые, экономические, экологические аспекты: сборник научных трудов междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 57–59.
16. Фальцман, В. Диверсификация российской экономики // Вопросы экономики. – 2015. – № 5. – С. 48–62.
17. Фрумкин, Б. Агропромышленный комплекс России в условиях «войны санкций» // Вопросы экономики. – 2015. – № 12. – С. 147–153.

18. Филимонова, Е.А. Гносеолого-методологические аспекты идентификации финансовой безопасности как свойства финансово-экономической системы / Е.А. Филимонова // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 1-2 (66-2). – С. 853–858.
19. Российскому селу из-за санкций потребовалась компенсация в 100 млрд руб. РосБизнесКонсалтинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rbc.ru>, свободный. – Загл. с экрана (доступ 06.04.2016).
20. Копеин, В.В. Современные угрозы и экономическая безопасность: методологические аспекты / В.В. Копеин // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности: сборник научных трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф.: в 11 ч. – 2014. – С. 80–83.
21. Копеин, В.В. Импортзамещение в сельском хозяйстве: оценки, проблемы и экономическая безопасность / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 3-1 (45). – С. 31–34. doi: 10.18454/IRJ.2016.45.145
22. Локшина, Ю. Россельхозбанк санкционировал убыток / Ю. Локшина // Коммерсантъ. – 2016. – 26 янв. – С. 8.
23. Официальный сайт АО «Россельхозбанк» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rshb.ru>, свободный (доступ 11.04.2016).
24. Филимонова, Е.А. Методологические особенности учета неоднозначности социально-экономических процессов и оценки финансовой безопасности / Е.А. Филимонова, А.В. Копеин // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 3-1 (68-1). – С. 141–147.
25. Оперативный мониторинг социально-экономического развития России и субъектов РФ (январь-август 2015 года) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://reu-monitoring.ru/>, свободный (доступ 12.12.2015).
26. Первый Всероссийский форум продовольственной безопасности получил одобрение премьер-министра и тысяч участников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://форумпродбезопасность.рф/news/?ELEMENT_ID=96, свободный. – Загл. с экрана (доступ 05.03.2016).
27. Доклад о денежно-кредитной политике: информационно-аналитический сборник. – Банк России, декабрь 2015. – № 4.
28. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>, свободный (доступ 05.04.2016).
29. Копеин, В.В. К вопросу мониторинга экономической безопасности региона / В.В. Копеин // Вопросы и проблемы экономики и менеджмента в современном мире: сборник научных трудов по итогам междунар. науч.-практ. конф. – Инновационный центр развития образования и науки, Информационный партнер АНО ВПО «Омский экономический институт», 2014. – С. 173–175.
30. Копеин, В.В. Методология оценки экономической безопасности в условиях мирового кризиса / В.В. Копеин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 4–3 (23). – С. 26–29.
31. Распоряжение Правительства РФ от 18.11.2013 № 2138 «Об утверждении перечня показателей в сфере обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 25.11.2013. – № 47.
32. Копеин, В.В. Статичная неустойчивость как состояние экономической безопасности / В.В. Копеин // Новая наука: современное состояние и пути развития. – 2016. – № 3-1 (68). – С. 144–147.
33. Копеин, В.В. Теория и методология исследования структурных изменений объектов основных фондов в социально-экономических системах: эволюционный подход / В.В. Копеин, В.В. Михайлов // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 1-1 (66-1). – С. 737–742.
34. Копеин, В.В. Экономическая безопасность: кризис методологии или методология кризиса? / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова // Мировая наука и современное общество: актуальные вопросы экономики, социологии и права: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 62–65.
35. Шагайда, Н. Продовольственная безопасность: проблема оценки / Н. Шагайда, В. Узун // Вопросы экономики. – 2015. – № 5. – С. 63–78.

IMPORT SUBSTITUTION, AGRICULTURAL ECONOMICS AND FOOD SAFETY: TWO STEPS FORWARD, ONE STEP BACK

V.V. Kopein*, E.A. Filimonova

Kemerovo Institute (branch),
Plekhanov Russian University of Economics,
39, Kuznetskiy Ave., Kemerovo, 650992, Russia

*e-mail: valkem2@mail.ru

Received: 04.05.2016

Accepted: 05.07.2016

In the context of the global crisis, "the war of sanctions" and limited access to financial resources the import substitution in almost all sectors of Russian economy has no alternative. This strategy is of rather a forced than planned character with scientifically elaborated foundation. The process of import substitution in the Russian agricultural production is ambiguous, accompanied by difficulties with the existing technological and technical lags, import restrictions of technology and financial resources. The implemented economic policy has significant impact, based on the rental model. The analysis of the import substitution showed that the first expert assessments of its opportunities and implementation deadlines were overoptimistic. It has been revealed that the creation and development of the own agricultural production is hampered due to a number of reasons, including lack of financial resources, long

term projects and others. It has been noted that the devaluation of the national currency has not had great influence on the acceleration of the production establishment, but the growth of food prices has become a key feature of the import substitution. The analysis concludes that the new trends in the development of the agricultural sector and agricultural economics form new requirements for food safety assessment as a component of the economic safety. The aim is to take into account new factors affecting the basic blocks of food safety assessment, namely economic and physical availability of food products, nutrition, and food quality. To speed up the import substitution in agriculture it has been proposed to divide JSC "Rosselkhozbank" into two structures, one of which will deal with the financing of investment projects in the agricultural production and will support agriculture, the other will function as a commercial bank. This approach enables to separate classical banking risks from the investment risks in agriculture, which a specialized structure will regulate.

Economic safety, food safety, agriculture, sanctions, import substitution

References

1. Kopein V.V., Filimonova E.A. K voprosu prodovol'stvennoi i ekonomicheskoi bezopasnosti Rossii v sovremennykh usloviyakh [The issue the food and economic safety of Russia in modern conditions]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, v. 39, no. 4, pp. 162–168.
2. Kopein V.V. O vliyani krizisa ekonomicheskoy sistemy na regional'nyu bezopasnost' [On the impact of the economic crisis on regional security system]. *Materialy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Krizis ekonomicheskoy sistemy kak faktor nestabil'nosti sovremennogo obshchestva»* [Proc. of the III international scientific and practical conference "The crisis of the economic system as a factor of instability of the modern society"], 2014, pp. 100–103.
3. Kopein V.V., Filimonova E.A., Kopein A.V. K voprosu ob ekonomicheskoy bezopasnosti v novykh ekonomicheskikh usloviyakh [The issue of economic security under new economic conditions]. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivy razvitiya ekonomiki i menedzhmenta»* [Proc. of the International scientific and practical conference "Prospects of development economics and management"], Chelyabinsk, 2015, pp. 35–38.
4. Krylatykh E.N., Mazloev V.Z. (eds.). *Natsional'naya ekonomika: obespechenie prodovol'stvennoy bezopasnosti v usloviyakh integratsii i globalizatsii* [The national economy: achieving food security in the context of integration and globalization]. Moscow, Infra-M Publ., 2015. 239 p.
5. Kopein V.V., Filimonova E.A. Uneven development of Russia regions as economic security factor. *European science review*, 2015, no. 9–10, pp. 157–159.
6. Kopein V.V., Filimonova E.A. Ekonomika ili politika: chto pervichno dlia ekonomicheskoi bezopasnosti gosudarstva? [Economy and politics: what comes first for the economic security of the State?]. *European science review*, 2014, no. 5–6, pp. 200–203.
7. Kopein V.V., Filimonova E.A. Mirovoy ekonomicheskii krizis, ekonomicheskaya i prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii [The global economic crisis, economic and food security of Russia]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2015, no. 10–1 (41), pp. 36–38. doi: 10.18454/irg.2015.41.114.
8. Kopein V.V., Filimonova E.A. K probleme globalizatsii i ekonomicheskoy bezopasnosti regiona [The problem of globalization and economic security of the region]. *Sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tendentsii razvitiia ekonomiki i menedzhmenta»* [Proc. of the international scientific and practical conference "Trends of Development of Economics and Management"], 2014, pp. 28–30.
9. Kopein V.V. Ekonomicheskaya i prodovol'stvennaya bezopasnost': novaya real'nost' importozameshcheniya [Economic and food security: new reality of import substitution]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2016, vol. 40, no. 1, pp. 126–134.
10. Fal'tsman V. Prodovol'stvennaya importonezavisimost' Rossii [Food Import independence]. *EKO* [ECO], 2015, no. 2, pp. 127–139.
11. Kopein V.V., Filimonova E.A. Kopein, A.V. K voprosu vliyaniya ekonomicheskikh sanktsiy na ekonomicheskuyu i prodovol'stvennuyu bezopasnost' [To the question of the impact of economic sanctions on the economic and food security]. *Sbornik nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Voprosy sovremennoy ekonomike i menedzhmenta: svezhiy vzglyad i novye resheniya»* [Collection of scientific papers of the international scientific and practical conference "Issues modern economy and management: a fresh look and new solutions"], 2016, pp. 35–37.
12. Kopein V.V., Filimonova E.A., Kopein A.V. Strukturnye problemy v ekonomike kak ugroza ekonomicheskoy bezopasnosti [Structural problems in the economy as a threat to economic security]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Journal of Economy and entrepreneurship], 2015, no. 10-2 (63-2), pp. 366–371.
13. Kopein V.V., Filimonova E.A. Importozameshchenie kak novyi element v sisteme prodovol'stvennoi i ekonomicheskoi bezopasnosti [Import substitution as a new element in the system of the food and economic security]. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo* [Journal of Russian Entrepreneurship], 2015, vol. 16, no. 18, pp. 2947–2956. doi: 10.18334/rp.16.18.1942.
14. Golubev A. Importozameshchenie na agropromyshlennom rynke Rossii: namerenie i vozmozhnosti [Import substitution in the Russian agri-food market: Expectations and capabilities]. *Voprosy Ekonomiki*, 2016, no. 3, pp. 46–62.
15. Kopein V.V. Ekonomicheskaya bezopasnost' i otsenka importozameshcheniya v agropromyshlennom komplekse Rossii [Economic security and evaluation of import substitution in the agro-industrial complex of Russia]. *Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ekonomicheskaya bezopasnost': pravovye, ekonomicheskie, ekologicheskie aspekty»* [Collection of scientific papers of the international scientific and practical conference "Economic security: legal, economic, and environmental aspects"], 2016, pp. 57–59.
16. Fal'tsman V.K. Diversifikatsiya rossiyskoy ekonomiki [Russia's Economy Diversification]. *Voprosy Ekonomiki*, 2015, no. 5, pp. 48–62.
17. Frumkin B. Agropromyshlennyy kompleks Rossii v usloviyakh «voyny sanktsiy» [Russian Agricultural Sector in the "War of Sanctions"]. *Voprosy Ekonomiki*, 2015, no. 12, pp. 147–153.

18. Filimonova E.A. Gnoseologo-metodologicheskie aspekty identifikatsii finansovoy bezopasnosti kak svoystva finansovo-ekonomicheskoy sistemy [Gnosiology-methodological aspects of identification of financial security as properties of the financial and economic system]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Journal of Economy and entrepreneurship], 2016, no. 1–2 (66–2), pp. 853–858.
19. Rossiyskomu selu iz-za sanktsiy potrebovalas' kompensatsiya v 100 mlrd. rub. [The Russian village of sanctions required compensation for 100 billion rubles]. *RosBiznesKonsalting* [RosBusinessConsult]. Available at: <http://www.rbc.ru> (accessed 6 April 2016).
20. Kopein V.V. Sovremennye ugrozy i ekonomicheskaya bezopasnost': metodologicheskie aspekty [Modern threats and economic security: methodological aspects]. *Sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye voprosy v nauchnoy rabote i obrazovatel'noy deyatel'nosti»* [Collection of scientific papers based on the materials of the international scientific and practical conference “Current topics in research and educational activities”], 2014, pp. 80–83.
21. Kopein V.V., Filimonova E.A. Importozameshchenie v sel'skom khozyaystve: otsenki, problemy i ekonomicheskaya bezopasnost' [Import substitution in agriculture: assessment, challenges and economic security]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International research journal], 2016, no. 3–1 (45), pp. 31–34. doi: 10.18454/IRJ.2016.45.145.
22. Lokshina Yu. Rosel'khozbank sanktsioniroval ubyток [Russian Agricultural Bank authorized the loss]. *Kommersant*, 2016, Jan 26, p. 8.
23. *Ofitsial'nyy sayt AO «Rossel'khozbank»* [Official site Russian of Agricultural Bank]. Available at: <http://www.rshb.ru> (accessed 11 April 2016).
24. Filimonova E.A., Kopein A.V. Metodologicheskie osobennosti ucheta neodnoznachnosti sotsial'no-ekonomicheskikh protsessov i otsenki finansovoy bezopasnosti [Methodological features of accounting ambiguity of socio-economic processes and evaluation of financial security]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Journal of Economy and entrepreneurship], 2016, no. 3–1 (68–1), pp. 141–147.
25. *Operativnyy monitoring sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossii i sub"ektov RF (yanvar'-avgust 2015 goda) FGBOU VPO «REU im. G.V. Plekhanova»* [Real-time monitoring of socio-economic development of the Russian Federation and regions of the Russian Federation (January-August 2015 year) Plekhanov Russian University of Economics]. Available at: <http://reu-monitoring.ru/> (accessed 12 December 2015).
26. *Pervyy Vserossiyskiy forum prodovol'stvennoy bezopasnosti poluchil odobrenie prem'er-ministra i tysyach uchastnikov* [First all-Russian Forum of food security received the endorsement of the Prime Minister and thousands of participants]. Available at: http://форумпродбезопасность.рф/news/?ELEMENT_ID=96. (accessed 5 September 2015).
27. *Doklad o denezhno-kreditnoy politike. Informatsionno-analiticheskiy sbornik* [Report on monetary policy. Information and analytical collection]. Bank of Russia, December 2015, no. 4.
28. *Ofitsial'nyi sait Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki Rossiiskoi Federatsii* [Federal State Statistics Service of the Russian Federation]. Available at: <http://www.gks.ru>. (accessed 5 April 2016).
29. Kopein V.V. K voprosu monitoringa ekonomicheskoy bezopasnosti regiona [To the question of monitoring the economic security of the region]. *Sbornik nauchnykh trudov po itogam materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Voprosy i problemy ekonomiki i menedzhmenta v sovremennom mire»* [Collection of scientific papers on the results of the materials of the international scientific and practical conference “Issues and problems of economy and management in the modern world”], Omsk, 2014, pp. 173–175.
30. Kopein V.V. Metodologiya otsenki ekonomicheskoy bezopasnosti v usloviyakh mirovogo krizisa [The methodology for the evaluation of economic security in the face of the global crisis]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International research journal], 2014, no. 4–3(23), pp. 26–29.
31. *Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 18.11.2013 g. № 2138 «Ob utverzhdenii perechnya pokazateley v sfere obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii»* [Russian Federation Government Decree 18.11.2013, no. 2138 “On approval of the list of indicators in the field of ensuring food safety of the Russian Federation”]. *Sobranie zakonodatel'stva RF* [Collected legislation of the Russian Federation], 25.11.2013, no. 47.
32. Kopein V.V. Stachnaya neustoychivost' kak sostoyanie ekonomicheskoy bezopasnosti [Static instability as the State economic security]. *Novaya nauka: sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya* [New Science: current status and way of development], 2016, no. 3–1 (68), pp.144–147.
33. Kopein V.V., Mikhaylov V.V. Teoriya i metodologiya issledovaniya strukturnykh izmeneniy ob"ektov osnovnykh fondov v sotsial'no-ekonomicheskikh sistemakh: evolyutsionnyy podkhod [Theory and methodology of the study of structural changes of basic funds in socio-economic systems: an evolutionary approach]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo* [Journal of Economy and entrepreneurship], 2016, no. 1–1 (66–1), pp. 737–742.
34. Kopein V.V., Filimonova E.A. Ekonomicheskaya bezopasnost': krizis metodologii ili metodologiya krizisa? [Economic security: methodology or methodology crisis crisis?]. *Materialy IX mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Mirovaya nauka i sovremennoe obshchestvo: aktual'nye voprosy ekonomiki, sotsiologii i prava»* [Proc. of the IX International scientific and practical conference “World science and contemporary society: issues of economics, sociology and law], 2015, pp. 62–65.
35. Shagayda N., Uzun V. Prodovol'stvennaya bezopasnost': problema otsenki [Food Security: Problems of Assessing]. *Voprosy Ekonomiki*, 2015, no. 5, pp. 63–78.

Дополнительная информация / Additional Information

Копеин, В.В. Импортзамещение, агроэкономика и продовольственная безопасность: два шага вперед, шаг назад / В.В. Копеин, Е.А. Филимонова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 155–166.

Kopein V.V., Filimonova E.A. Import substitution, agricultural economics and food safety: two steps forward, one step back. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 155–166. (in Russ.).

Копеин Валерий Валентинович

д-р экон. наук, доцент, заведующий кафедрой финансов и банковского дела, Кемеровский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39, тел.: +7 (3842) 75-38-88, e-mail: valkem2@mail.ru

Филимонова Елена Анатольевна

канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры финансов и банковского дела, Кемеровский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», 650992, Россия, г. Кемерово, пр. Кузнецкий, 39, тел.: +7 (3842) 75-38-88, e-mail: eaf007@mail.ru

Valeriy V. Kopein

Dr.Sci.(Econ.), Associate Professor, Head of the Department of Finance and Banking, Kemerovo Institute (branch) Plekhanov Russian University of Economics, 39, Kuznetskiy Ave., Kemerovo, 650992, Russia, phone: +7 (3842) 75-38-88, e-mail: valkem2@mail.ru

Elena A. Filimonova

Cand.Sci.(Econ.), Associate Professor, Associate Professor, of the Department of Finance and Banking, Kemerovo Institute (branch) Plekhanov Russian University of Economics, 39, Kuznetskiy Ave., Kemerovo, 650992, Russia, phone: +7 (3842) 75-38-88, e-mail: eaf007@mail.ru



ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕКУЩИМИ ЗАТРАТАМИ НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ СПИРТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ МАРИИНСКИЙ ОАО «СПИРТОВОЙ КОМБИНАТ»)

Т.В. Рябко, А.А. Дюро*

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

*e-mail: economica5104@yandex.ru

Дата поступления в редакцию: 30.01.2016

Дата принятия в печать: 30.07.2016

Эффективность деятельности предприятия во многом зависит от правильно выбранной стратегии управления, от конкурентоспособности выпускаемой продукции, включая управление уровнем затрат, гибкую систему управления предприятием, предполагающую регулирующее, целенаправленное воздействие на процесс «затраты–выпуск». Для предприятия АПК в современных условиях важно использовать эффективные методы управления затратами. При этом в структуре затрат текущие затраты занимают основную долю. Таким образом, необходимость изучения особенностей управления текущими затратами на предприятиях АПК, выявления существующих недостатков и определения механизмов, позволяющих эти недостатки исправить, делает тему исследования актуальной. Методология управления текущими затратами, заключенная в применении системы маржинального дохода и механизма управления текущими затратами, для перерабатывающих предприятий АПК во многом определяется центрами ответственности как источниками оперативного реагирования системы управления затратами. В результате применения данного метода на анализируемом предприятии была выявлена убыточность производства продукта спирта-сырца, в то время как производство спирта высшей очистки и «люкс» имеет положительный финансовый результат. Представлены мероприятия, направленные на сокращение затрат при производстве продукции и повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности ОАО «Спиртовой комбинат», главным из которых является взаимодействие с сельскохозяйственными производителями с целью выявления резервов для снижения затрат на приобретение сырья (зерна), что позволяет снизить себестоимость продукции.

Управление текущими затратами, спиртовой рынок, центры ответственности, усеченные затраты, бюджетирование

Введение

Развитие рыночных отношений и интеграция России в мировую экономику невозможны без применения в промышленности, строительстве, в сфере услуг высоких технологий. Технологическое «взросление» производства – особенность сегодняшнего дня в экономике России. Это не может не менять подход к управлению организациями в такой области, как управление затратами.

Менеджмент современных организаций нуждается в достоверном информационном обеспечении для выбора оптимальных управленческих решений уже сегодня и для разработки сценариев будущего экономического развития. Менеджеры предприятий уделяют особое внимание оптимизации бизнес-процессов, так как любая организация стремится к минимизации рисков предпринимательской деятельности. Для решения подобных задач необходимы оперативные данные о доходах и расходах предприятий (организаций), о затратах на производство и реализацию продукции (работ, услуг). Предприятия (организации) стремятся знать, во что обходится получаемая ими прибыль, какие затраты произведены и что надо сделать для их минимизации.

При современном развитии производства и внедрении в производство и обращение товарно-рыночных отношений происходит процесс интеграции традиционных методов планирования, нор-

мирования, учета, анализа и контроля затрат в единую систему управления затратами, ориентированную не только на решение оперативных задач по получению той или иной суммы прибыли, но и на достижение глобальных целей: выживание предприятия, сохранение рабочих мест, решение социальных задач, устойчивое сохранение и преумножение экономического статуса в будущем.

Эти причины являются побудительным мотивом, чтобы к управлению затратами в организациях относились самым серьезным образом и, естественно, рос спрос на специалистов, владеющих знаниями.

Логическая модель системы управления затратами включает факторы и причины возникновения затрат, классификационные группировки затрат по однородным явлениям или однородным затратам, традиционные и нетрадиционные методы управления затратами.

Оценка состояния рынка алкогольной продукции в России

Спиртовое производство является одной из наиболее материалоемких отраслей, где сырье занимает большой удельный вес в себестоимости продукции.

Зависимость от сырьевой зоны стала очень ошутима в 2009 г. Цена сырья на мировом рынке составила около 250 евро/т.

По итогам 2010 г. в сравнении с предыдущим годом объем отгрузок этилового спирта уменьшился на 17,1 %, а его остатки зафиксированы на уровне предыдущего года, что свидетельствует о снижении объема производства и затоваривании складов.

Следуя Информационному portalу алкогольного рынка, продажи в розницу ЛВИ в 2010 г. в среднем были на 4 % ниже, чем в 2009 г., это привело к спаду объемов производства на 9,5 %.

Емкость рынка спирта в стоимостном выражении за 2010 г. составила 20,89 млрд руб. с учетом акцизов и НДС, что на 0,87 млрд руб. меньше, чем в 2009 г.

Снижение объема рынка в 2010 г. было обусловлено разнонаправленным влиянием трех основных факторов: объема отгрузки спирта, средней цены реализации и величины косвенных налогов.

Главным фактором в сокращении объемов акцизных сборов в 2010 г. выступило сокращение объемов реализации спирта. Изолированность влияния прочих факторов силы цены реализации на емкость рынка превысила 200 %, одновременно со спадом объемов отгрузки и суммы начисленных налогов привело к обратному воздействию на емкость рынка с силой в 180 и 123 % соответственно.

Окончание 2010 г. привело к значительному спаду рыночной доли ряда спиртовых предприятий России.

Из материалов Росстата следует, что по итогам 2013 года производство водки снизилось в России на 12,3 %, хотя аналитики прогнозировали провал до 15–17 %.

Хуже, чем у производителей водки, в 2013 г. обстояли дела у производителей коньяка. По данным Росстата, коньячное производство снизилось на 23,9 %, до 7,4 млн дал, а составлявший последние годы серьезную конкуренцию лидерам московский «КиН» снизил объемы производства почти в два раза, до 600 тыс. дал [12]. С 2014 г. продолжается спад продаж водки, но данный темп замедлился с 13 до 7,5 %.

По словам экспертов, государство может поднять минимальную стоимость литра водки до 200 руб., фактически до устоявшегося на рынке ориентира из бюджетного сегмента. Ориентировочно повышение может произойти во второй половине 2016 г. [13].

Потребление алкоголя в 2015 г. практически в два раза замедлило свое падение в сравнении с 2014 г.: за первые три квартала продажи упали на 7 % (в 2014 г. – на 13 %).

Наибольшее значение в приостановке спада спроса на алкогольную продукцию имеет водка: за год уровень сокращения продаж снизился с 16 до 6 %. Этому поспособствовало уменьшение минимальной розничной стоимости бутылки объемом 0,5 л до 185 руб., благодаря чему люди стали чаще употреблять легальную, а не фальсифицированную продукцию. Продажи коньяка отечественного производства также сокращаются медленнее – на 5 % в сравнении с 8 % в 2014 г.

По большинству импортных алкогольных напитков зафиксировано падение продаж на 10–20 %. Хотя в 2014 г. на такой же процентный показатель был прирост потребления. На сокращение повлияло увеличение цен, вызванное экономической нестабильностью в России и ростом курса валют. Негативнее всего это отразилось на продажах виски: они сократились на 14 %. Более уверенную позицию на алкогольном рынке занимает ром. Причина – часто проводимые яркие рекламные акции от производителей. Однако и в этом направлении спрос упал: рост продаж сократился с 25–30 до 3 %. Объем продаж игристых вин российских производителей увеличился на 2,5 %, а зарубежных изготовителей сократился на 10 % (данные получены до новогодних праздников и в среднем ценовом сегменте).

Структура потребления алкоголя в зависимости от напитка, в литрах, 2015 г.



В 2015 г. было употреблено 590 млн л вина. Это единственный вид алкогольных напитков, доля потребления которых выросла за год, – на 3 %. В других направлениях было снижение доли потребления в сравнении с 2014 г.: игристых вин употреблено 245 млн л (меньше на 7 %), коньяка 110 млн л (на 5 %), водки 865 млн л (на 7,5 %), пива 8800 млн л (на 2,5 %), пивных напитков (порошковых) 534 млн л (на 5 %).

Чаще всего употребляют пиво. На втором месте среди любимых напитков россиян – водка, потом идут вино, шампанское, коньяк, коктейли.

По прогнозам алкогольный рынок России ожидают следующие изменения:

- подорожание продукции на 10–15 %;
- введение Единой государственной автоматизированной информационной системы (ЕГАИС) учета алкоголя. С 1 января все торговые точки, продающие спиртные напитки, должны быть подключены к системе и фиксировать в ней закупки. С 1 июля в ЕГАИС должны отображаться и продажи алкоголя. Из-за этого в начале года могут перестать работать до 40 % точек;
- возможное увеличение стоимости акциза с 500 до 600 руб. Правительство РФ намерено осуществлять индексацию на величину минимум 10 %, сюда можно и отнести акцизы;
- в сегменте крепких напитков и, в частности, водки рынок будет приблизительно на таком же или чуть более высоком уровне по сравнению с 2015 г.;

- ожидается развитие направления живого пива, так как его качество более высокое, чем у порошковых пивных напитков, и на ряд его сортов цена уже почти такая же, как на продукцию крупных заводов;

- отношение власти к винодельческим предприятиям в 2016 г. будет лояльным, и в случае высокого качества продукции доля вин на алкогольном рынке может удвоиться [14].

Разберем ситуацию на Российском алкогольном рынке с точки зрения состояния предприятия Кемеровской области – ОАО «Спиртовой комбинат». Предприятие является старейшим в своей отрасли в пределах Сибири и Дальнего Востока, которое построено в годы первых советских пятилеток. ОАО «Спиртовой комбинат» представляет собой многоотраслевое предприятие [8].

Основной ассортимент выпускаемой продукции: спирт этиловый, сухие кормовые дрожжи, углекислота пищевая и др.

Производственная мощность ОАО «Спиртовой комбинат» по производству спирта составляет 3558,355 тыс. дал, углекислоте – 9882 т, дрожжам кормовым – 7875,1 т в год.

За 2010 г. по сравнению с 2008 и 2009 гг. возрос объем отгруженной продукции: по сравнению с 2008 г. на 167,9 %, с 2009 г. на 82,5 % и составил 2997 773 тыс. руб. с акцизом и НДС, без акциза и НДС – 1394 471 тыс. руб.

На сегодняшний день использование производственной мощности предприятия составляет 96,1 %. Затраты по производству и реализации продукции за 2010 г. составили 1360 726 тыс. руб., что существенно выше уровня затрат 2009 г. – на 747 317 тыс. руб.

В результате проведенного анализа установлено, что в ходе деятельности предприятия по состоянию на 01.01.2009 абсолютная величина непокрытых убытков составила 350 166 тыс. руб.

Рост общей суммы убытка обусловлен резким спадом прибыли от продажи продукции, за 2010 г. сумма прибыли от продажи продукции по сравнению с 2008 г. снизилась на 144138 тыс. руб., по сравнению с 2009 г. – на 191055 тыс. руб.

Объем процентов к уплате в анализируемых периодах снизился: в 2010 г. по сравнению с 2008 г. на 17 010 тыс. руб., в сравнении с 2009 г. – на 1814 тыс. руб. За 2010 г. сумма процентов к получению составила 55 тыс. руб.

Факторный анализ показал, что наибольшее влияние на снижение прибыли до налогообложения 2010 г. в сравнении с 2008 г. оказало значительное сокращение прибыли от продажи продукции. Благоприятно сказалось на величине прибыли снижение суммы процентов к уплате (12 %) и увеличении прочих доходов (144 %).

За 2014 г. предприятие получило чистую прибыль в размере 772,00 тыс. руб., что в 146,48 раза меньше показателя за аналогичный период прошлого года. Это следует из отчета компании. Объем продаж комбината за отчетный период понизился в 2,54 раза до 581,34 млн руб. с 1,48 млрд руб. годом ранее.

	2012	2013	2014
Выручка (тыс. руб.)	6189	1474993	581339
Чистая прибыль (тыс. руб.)	-48956	113086	772

Чистая прибыль за 2013 г. по РСБУ достигла 113,09 млн руб. по сравнению с убытком в 48,96 млн руб. годом ранее. Выручка компании повысилась в 238,32 раза до 1,48 млрд руб. с 6,19 млн руб. годом ранее. Управленческие расходы выросли в 5,67 раза до 59,62 млн руб. в сравнении с 10,51 млн руб. за аналогичный период прошлого года. Прибыль от продаж составила 274,40 млн руб.

Убытки от реализации продукции на Мариинском ОАО «Спиртовой комбинат» сформированы за счет таких основных факторов, как увеличение размера затрат, включаемых в себестоимость продукции, и использование мощностей производства не в полном объеме.

Итак, к основным итогам среди развития спиртового рынка нашей страны за последние годы можно отнести следующие:

- увеличение кризисных явлений в предложенной отрасли привело к сокращению объемов отгрузки спирта на 17,1 %;
- сокращение рынка в стоимостном выражении было вызвано падающими объемами отгрузок;
- снижение за анализируемый период объемов совокупных акцизных сборов;
- рост себестоимости производства этилового спирта на 9 %;
- увеличение остатков этилового спирта на 2,2 %;
- укрепление тенденции спиртового рынка, рост совокупной доли 20 крупнейших предприятий отрасли на 1,4 %.

Таким образом, видно, что деятельность предприятий ликеро-водочной промышленности во многом зависит от влияния внешних факторов (уровня потребления, моды на определенные виды напитков, экономической ситуации в стране вообще, уровня налогообложения и т.д.). Оказать сколько-нибудь значимое воздействие на эти факторы предприятие не в силах. Значит, для поддержания уровня деятельности и обеспечения устойчивой конкурентоспособности необходимо непрерывно искать возможности «внутри».

Успешная деятельность предприятия и его конкурентоспособность в значительной степени зависят от уровня произведенных им затрат, что в конечном итоге определяет эффективность производства предприятия. Введение действенной системы контроля затрат является одной из важнейших задач системы управления производством.

Существующая система планирования затрат на ОАО «Спиртовой комбинат» г. Мариинска

Для достижения высоких результатов работы предприятия предполагается управление затратами на производство и реализацию продукции.

Планирование затрат заключается в выявлении их состава и количественной оценке, что предна-

значено для определения общей стоимости ресурсов, потребляемых в процессе производства, и расчета предполагаемой прибыли. И что служит базой для контроля за рациональным использованием ресурсов.

Данная ситуация на перерабатывающих предприятиях спиртовой промышленности обуславливает следующие проблемы организации управления предприятиями.

1. Низкая оперативность информации, как следствие – планирование на предприятии растянуто во времени.

2. При планировании используется производственная себестоимость, а не реализованная продукция.

3. Отсутствует разделение между управлением прибылью и управлением денежными средствами.

4. Использование прямых и накладных затрат, а не переменных, постоянных. Не используются показатели «вклад на покрытие», «операционный рычаг».

5. Неэффективное использование знаний и опыта в маркетинговой политике предприятия.

6. Низкая структура анализа достижения поставленных целей. Получение прибыли очень часто становится единственной целью организации.

7. Для многих предприятий сложились идеальные условия для внедрения бюджетирования.

Методические основы создания управления текущими затратами на перерабатывающих предприятиях спиртового производства

На основании проведенных исследований на ОАО «Спиртовой комбинат» предлагается к практическому применению определенный порядок разработки эффективности системы управления по ЦФО (основные цеха или структурные подразделения) [10].

Разработанный алгоритм включает в себя 11 этапов.

1. Определить основные направления хозяйственной деятельности, тип организационной структуры предприятия.

2. Повести анализ производственной деятельности предприятия, непосредственно с выделением центров технологической ответственности.

3. Произвести распределение основных структурных подразделений в зависимости от основной направленности хозяйственной деятельности, а также определить вспомогательные структурные подразделения, не производящие основную продукцию.

4. Анализ подконтрольности затрат, выручки, прибыли, инвестиций по структурным подразделениям, определение контролируемых статей.

5. Выделение ЦФО и определение их статуса.

6. Определение регламента взаимодействия по горизонтали (между ЦФО), а также по вертикали (между верхним звеном и отдельными ЦФО).

7. Создание перечня планов и отчетов, составляемых каждым ЦФО.

8. Определение показателей оценки эффективности работы ЦФО.

9. Разработка внутренних положений, регламентирующих права и обязанности ЦФО.

10. Установление и утверждение лимита расхода каждого ЦФО на конкретный выпуск продукции.

11. Разработка системы мотивации ЦФО, ориентированной на соблюдение утвержденного лимита расходов.

В результате анализа ЦФО на ОАО «Спиртовой комбинат» можно увидеть, что используется наиболее распространенное выделение ЦФО исходя из объема полномочий и ответственности:

- центр затрат (основные и вспомогательные цеха, руководители которых отвечают непосредственно за затраты);

- центр дохода (коммерческая служба, которая отвечает только за выручку от продаж продукции, услуг и за затраты, связанные с их сбытом).

На ОАО «Спиртовой комбинат» огромное значение имеет деление ЦФО исходя из выполняемых им задач и функций.

Смысл рекомендуемых методик управления затратами по ЦФО состоит в строгой последовательности отнесения затрат и определения маржинального дохода для каждого центра:

- затраты, реализация и результаты учитываются по центрам финансовой ответственности;

- затраты, которые можно прямо отнести на центр финансовой ответственности, распределяются на него без применения методов косвенного распределения;

- определяется, как правило, несколько маржинальных доходов по мере учета переменных и прямых постоянных затрат.

На ОАО «Спиртовой комбинат» маржинальный убыток по основному производству составляет 3046,3 тыс. руб., а маржинальный убыток по ЦФО – 4366,972 тыс. руб.

Итак, основой для эффективного управления прибылью предприятия и предприятием в целом является разработка методики управления затратами по ЦФО, классификация затрат и выделение затрат, выделение методов планирования и контроля для принятия управленческих решений.

Цель применения методики управления прибылью по ЦФО – это оценка, прогнозирования и достижения оптимальной прибыли, рентабельности и эффективности деятельности центров финансовой ответственности и предприятия в целом.

Предложенные основные положения системы управления затратами на перерабатывающих предприятиях спиртовой промышленности базируются на принципах распространенного в мировой практике метода усеченных затрат [8].

В связи с применением развитого метода усеченных затрат можно сделать вывод о наличии одного убыточного продукта – спирта-сырца. Величина убытка по данному методу составляет 8959,2 тыс. руб., в то время как другие виды производимого спирта (высшей очистки и «люкс») имеют положительный финансовый результат. Тем не менее анализируемые виды спиртов являются приоритетными для предприятия [11].

Существенные резервы повышения финансовой устойчивости предприятия заложены в эффективной организации управления затратами.

Деление всего предприятия на экономически обособленные центры затрат, по нашему мнению, дает возможность:

1. получать актуальную информацию о себестоимости продукции;
2. получать реальные данные для составления бюджета предприятия;
3. оценить эффективность деятельности каждого центра затрат в привязке к конкретным процессам и управленцам, руководящим данными центрами.

Механизм управления текущими затратами на ОАО «Спиртовой комбинат»

С целью выявления резервов для снижения затрат на ОАО «Спиртовой комбинат» на предприятии был разработан метод расчета себестоимости, адаптированный к условиям алкогольной отрасли, который получил название производственно-процессного анализа.

Себестоимость спирта, рассчитанная на основе предложенного анализа, составила 140,09 руб./дал при действующем на предприятии нормативном методе расчета себестоимости 187,65 руб./дал.

Уменьшить затраты на сырье возможно за счет снижения норм расхода и технологических потерь.

В данное время поставщиками зерна являются посредники из Красноярского края, Новосибирской и Томской областей, на их долю приходится более 67 % необходимого объема.

Между ОАО «Спиртовой комбинат» и поставщиками существуют рыночные (договорные) отношения. Экономическая ситуация, замедление темпов оборота делают целесообразным вопросы пересмотра стандартных условий договором, переход к более гибким взаимоотношениям для оказания контрагентной помощи. Тщательный менеджмент взаимоотношений с поставщиками и подрядчиками позволяет расширять области взаимодействия и поддерживать уровень оборота на приемлемом для обоих предприятий уровне.

Следующим мероприятием является внедрение автоматической системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Современные системы учета электроэнергии активно внедряются на крупных предприятиях на всей территории страны. Преимуществом внедрения (при достаточно доступной цене проекта) будут являться:

- более точный контроль расхода электроэнергии цифровыми счетчиками по сравнению с индукционными;
- снижение потребляемой энергии в пиковые часы работы предприятия (система автоматически отражает незадействованные участки производства и сигнализирует о необходимости их обесточивания);
- автоматизация процесса сбора данных.

Кроме того, для улучшения результатов деятельности с точки зрения контроля затрат наиболее детально данный процесс должен быть выстроен в спиртовом цехе в связи с высокой материалоемкостью производства.

Таким образом, расчетный эффект от внедрения описанных мероприятий будет отражаться в снижении расходов: тепловых ресурсов – на 30 %, электроэнергии – 60 % по стадиям приготовления ферментных препаратов, ферментных препаратов – на 20–30 %, что в конечном итоге позволит уменьшить себестоимость на 5,62 руб. за 1 дал.

Использование данных мероприятий в управлении текущими затратами позволит значительно уменьшить себестоимость продукции на 22,68 руб. за 1 дал.

Эффективность планирования и управления текущими затратами в результате внедрения системы бюджетирования.

Более эффективным подходом к планированию для динамично развивающегося предприятия является разработка совокупности планов, непосредственно являющихся основой для организации всей деятельности контроля над деятельностью отдельных подразделений и сотрудников. В зависимости от целей, задач и условий подбираются варианты планов, в том числе и бизнес-планов [8].

При таком подходе выполнение планов означает комплексное решение проблем развития конкретного предприятия, его движения к намеченным целям оптимальным путем.

В настоящее время бюджет предприятия (именуемый как главный бюджет) представляет собой систему взаимосвязанных бюджетов и описывает в структурированной форме ожидания относительно продаж, расходов и других хозяйственных операций в планируемом периоде. Являясь важнейшим инструментом организации и регулирования предстоящей деятельности, бюджет представляет собой результат свободно принятого решения, утверждаемый и подлежащий исполнению.

При разработке бюджета ОАО «Спиртовой комбинат» рассматривается такое понятие, как гибкий бюджет. Характер изменения затрат по каждому пункту учитывается путем пересмотра заложенных в бюджет допущений в свете фактически достигнутого уровня деятельности. Бюджет на предприятии пересматривается и корректируется по мере необходимости для того, чтобы сохранять его контролирующую роль. Изменения в бюджет вносятся на основании служебной записки от ЦФО, утвержденной генеральным директором или его заместителями по финансам.

При последовательности подготовки документов на предприятии процесс бюджетирования можно условно разбить на две основные части, каждая из которых является законченным этапом планирования.

1. Подготовка операционных бюджетов.
2. Подготовка финансовых бюджетов.

Все бюджеты составляются на основании прогноза объема продаж, так как в данное время именно этот бюджет является «узким местом».

Важным моментом при постановке системы бюджетирования является автоматизация – это последний логический этап постановки бюджетного уровня. Именно здесь важно сделать правильный выбор программного обеспечения.

По завершении всего обязателен жесткий контроль исполнения бюджета на регулярной основе, анализ выявленных отклонений фактически понесенных расходов от запланированных.

Анализируя постановку системы бюджетирования на ОАО «Спиртовой комбинат», следует сделать вывод, что убыток от продажи продукции за 2008 и 2009 гг. снизился на 46 917 тыс. руб. или 43 %. Это связано с ростом выручки от продаж продукции на 45 % и снижением себестоимости на единицу производимой продукции.

По результатам факторного анализа выявлено, что в 2010 г. в сравнении с 2009 г. в связи с ростом выручки происходит снижение убытка на 48 402 тыс. руб. Темп прироста выручки от реализации продукции (45 %) опережал темп прироста себестоимости продукции (13 %), что привело к снижению удельных затрат.

В 2010 г. по сравнению с 2009 г. затраты предприятия возросли на 165 919 тыс. руб. за счет увеличения объемов производства. Преобладание материальных затрат над иными затратами указывает на материалоемкий характер производства.

Также в данный период происходит снижение общих удельных затрат, что хорошо сказывается на

прибыли от продаж единицы продукции, что произошло в результате снижения доли себестоимости продукции [8].

Выводы

Таким образом, планирование бюджета и контроля затрат просто необходимо в современных экономических условиях, этот процесс является сложным и трудоемким, требующим соответствующей квалификации персонала, материально-технического обеспечения, а также решения многих организационных вопросов, с которыми организации периодически сталкиваются при постановке системы бюджетирования.

Результатами внедрения бюджетирования на ОАО «Спиртовой комбинат» явились: улучшение управляемости и прозрачности бизнеса; оптимизация использования ресурсов; увеличение эффективности расходов и капиталовложений. Динамика данных показателей оказала положительное воздействие на производительность труда, снижение себестоимости продукции, как следствие, уменьшения затрат, увеличение объема продаж. Создана база данных для принятия управленческих решений, а также устранены незапланированные платежи.

Список литературы

1. Адамов, Н. Сущность, функции и методы бюджетирования / Н. Адамов // Финансовая газета. – 2007. – № 8.
2. Алексеева, Н.С. Организационно-методические основы создания системы управления затратами / Н.С. Алексеева // Российское предпринимательство. – 2009. – № 10, вып. 2. – С. 24–28.
3. Алексеева, Н.С. Влияние системы бюджетирования на снижение затрат на примере ОАО «Спиртовой комбинат» / Н.С. Алексеева, В.П. Зотов // Экономика и финансы. – 2009. – № 13. – С. 16–17.
4. Алексеева, Н.С. Управление затратами и сравнительный анализ методик их управления / Н.С. Алексеева // Инноватизация в России: успехи, проблемы и перспективы: материалы всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2009. – С. 137–139.
5. Зотов, В.П. Механизм активизации привлечения инвестиций в сельское хозяйство Кемеровской области / В.П. Зотов, Ж.К. Закиров. – Кемерово: Полиграф, 2005. – 40 с.
6. Зотов, В.П. Организационно-экономические основы реформирования сельскохозяйственных предприятий: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / В.П. Зотов. – Новосибирск, 1994. – 35 с.
7. Зотов, В.П. Развитие новых форм хозяйствования в Западной Сибири / В.П. Зотов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1992. – 230 с.
8. Зотов, В.П. Организационно-экономические основы управления текущими затратами на перерабатывающих предприятиях спиртового производства / В.П. Зотов, П.П. Холодов, Г.И. Зяблицкая. – Кемерово: ООО «Фирма ПОЛИГРАФ», 2011. – 146 с.
9. Зотов, В.П. Теоретические и методические основы эффективности сельскохозяйственного производства / В.П. Зотов, Л.М. Барковская. – Кемерово: Полиграф, 2006. – 45 с.
10. Кондраков, И.П. Бухгалтерский учет: учеб. пособие / И.П. Кондраков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 584 с.
11. Налоговый кодекс Российской Федерации. Ч. 1, 2. – М.: Эксмо, 2007. – 848 с.
12. Газета РБК. Режим доступа: <http://www.rbcdaily.ru>. Дата обращения 30.11.2015.
13. Газета.ru. Режим доступа: <http://www.gazeta.ru>. Дата обращения 30.11.2015.
14. Сайт «Брендинговое агентство KOLORO». Режим доступа: <http://www.koloro.ru>. Дата обращения 30.11.2015.

ORGANIZATIONAL-ECONOMIC BASES OF MANAGEMENT OF CURRENT COSTS ON PROCESSING ENTERPRISES OF SPIRIT PRODUCTION (ON THE EXAMPLE MARIINSKY JSC "ALCOHOL FACTORY")

T.V. Ryabko, A.A Dyoro*

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

*e-mail: economica5104@yandex.ru

Received: 30.01.2016

Accepted: 30.07.2016

The effectiveness of the company depends on a number of criteria such as: the correct management strategy, the competitiveness of products, including the management costs level, flexible enterprise management system that presupposes regulating, purposeful influence on the process of "input-output". In modern conditions it is important to use effective cost management methods for agricultural enterprises. In the cost structure, ongoing costs occupy the major share. This study examines the features of the current cost management in the agribusiness companies, identifying existing gaps and identify mechanisms to rectify these shortcomings. Methodology of management of current costs, enclosed in the application of the system of marginal revenue and ongoing cost control mechanism for the processing of agricultural enterprises is largely determined by the centers of responsibility as a source of rapid response cost management system. As a result of the application of this method was found unprofitable production of raw spirit in the analyzed company, while the production of alcohol of the highest purification and "luxury" product has a positive financial result. Measures that aimed at reducing costs in the production process and improve the efficiency of production and economic activity of JSC "Alcohol Factory", the main of which is the interaction with agricultural producers with a view to identifying reserves to reduce the acquisition costs of raw materials (grain), thereby reducing the cost of production were presented.

Management of current costs, the alcohol market, the responsibility centers, truncated cost budgeting

References

1. Adamov N. Sushchnost', funktsii i metody byudzhetrovaniya [Essence, functions and methods of budgeting]. *Finansovaya gazeta* [Financial gazeta], 2007, no. 8.
2. Alekseeva N.S. Organizatsionno-metodicheskie osnovy sozdaniya sistemy upravleniya zatratami [Organizational-methodical bases of creation of cost management system]. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo* [Russian Entrepreneurship], 2009, no. 10(2), pp. 24–28.
3. Alekseeva N.S., Zotov V.P. Vliyanie sistemy byudzhetrovaniya na snizhenie zatrat na primere OAO «Spirtovyi kombinat» [Effect of the budgeting system at cutting costs on the example of JSC "Spirtovyi kombinat"]. *Ekonomika i finansy* [Economy and Finance], 2009, no. 13, pp. 16–17.
4. Alekseeva N.S. Upravlenie zatratami i sravnitel'nyy analiz metodik ikh upravleniya [Managing costs and comparative analysis of management practices]. *Materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatizatsiya v Rossii: uspekhi, problemy i perspektivy»* [Proc. of the All-Russia scientific and practical conference "Innovation in Russia: strides, problems and prospects"]. Penza, 2009, pp. 137–139.
5. Zotov V.P., Zakirov Zh.K. Mekhanizm aktivizatsii privilecheniya investitsiy v sel'skoe khozyaystvo Kemerovskoy oblasti [The mechanism of activation of attracting investment in agriculture of the Kemerovo region]. Kemerovo, Poligraf Publ., 2005. 40 p.
6. Zotov V.P. Organizatsionno-ekonomicheskie osnovy reformirovaniya sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy. Avtoref. diss. dokt. ekon. nauk [Organizational-economic bases of reforming of the agricultural enterprises. Dr. econ. sci. thesis]. Novosibirsk, 1994. 35 p.
7. Zotov V.P. Razvitiye novykh form khozyaystvovaniya v Zapadnoy Sibiri [The development of new forms of farming in Western Siberia]. Tomsk, TSU Publ., 1992. 230 p.
8. Zotov V.P., Kholodov P.P., Zyablitskaya G.I. Organizatsionno-ekonomicheskie osnovy upravleniya tekushchimi zatratami na pererabatyvayushchikh predpriyatiyakh spirtovogo proizvodstva [Organizational-economic bases of the current management of expenses at the processing enterprises of alcohol production]. Kemerovo, Poligraf Publ., 2011. 146 p.
9. Zotov V.P., Barkovskaya L.M. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy effektivnosti sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [Theoretical and methodological bases of the efficiency of agricultural production]. Kemerovo, Poligraf Publ., 2006. 45 p.
10. Kondrakov I.P. *Bukhgalterskiy uchët* [Accounting]. Moscow, INFRA-M Publ., 1998. 584 p.
11. *Nalogovyy kodeks Rossiyskoy Federatsii, Ch. 1, 2* [Tax Code of the Russian Federation. Part 1, 2]. Moscow, Eksmo Publ., 2007. 848 p.
12. *Gazeta RBK* [Newspaper RBC]. Available at: <http://www.rbcdaily.ru>. (accessed 30 November 2015).
13. *Gazeta.ru*. Available at: <http://www.gazeta.ru>. (accessed 30 November 2015).
14. *Sayt «Brendingovoe agentstvo KOLORO»* [Website "Branding agency KOLORO"]. Available at: <http://www.koloro.ru>. (accessed 30 November 2015).

Дополнительная информация / Additional Information

Рябко, Т.В. Организационно-экономические основы управления текущими затратами на перерабатывающих предприятиях спиртового производства (на примере Мариинский ОАО «Спиртовой комбинат») / Т.В. Рябко, А.А. Дюро // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 167–174.

Ryabko T.V., Dyoro A.A. Organizational-economic bases of management of current costs on processing enterprises of spirit production (on the example Mariinsky JSC “Alcohol Factory”). *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 167–174. (in Russ.).

Рябко Татьяна Васильевна

аспирант, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: economica5104@yandex.ru

Tatyana V. Ryabko

Postgraduate Student, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: economica5104@yandex.ru

Дюро Антонина Анатольевна

магистрант кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)», 650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, e-mail: economica5104@yandex.ru

Antonina A. Dyoro

Master Student of the Department of Accounting and Audit, Kemerovo Institute of Food Science and Technology (University), 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, e-mail: economica5104@yandex.ru



ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

В научно-техническом журнале «Техника и технология пищевых производств» публикуются статьи, обзорные статьи, доклады, сообщения, рецензии, краткие научные сообщения (письма в редакцию), информационные публикации.

Рукопись должна соответствовать требованиям к оформлению статьи. Рукописи, представленные с нарушением требований, редакцией не рассматриваются.

Рукописи, поступающие в журнал, должны иметь внешнюю рецензию специалистов соответствующих отраслей наук с ученой степенью доктора или кандидата наук.

Рукопись научной статьи, поступившая в редакцию журнала, рассматривается ответственным за выпуск на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению, проверяется оригинальность в системе «Антиплагиат», регистрируется.

Редакция подтверждает автору получение рукописи в течение 10 дней после ее поступления.

Редакция организует рецензирование представленных рукописей. В журнале публикуются только рукописи, текст которых рекомендован рецензентами. Выбор рецензента осуществляется решением главного редактора или его заместителя. Для проведения рецензирования рукописей статей в качестве рецензентов могут привлекаться как члены редакционной коллегии журнала «Техника и технология пищевых производств», так и высококвалифицированные ученые и специалисты других организаций и предприятий, обладающие глубокими профессиональными знаниями и опытом работы по конкретному научному направлению, как правило, доктора наук, профессора.

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей для своих нужд. Рецензирование проводится

конфиденциально. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

Оригиналы рецензий хранятся в редакционной коллегии в течение пяти лет со дня публикации статей и по запросам предоставляются в экспертные советы ВАК.

Если в рецензии на статью имеется указание на необходимость ее исправления, то статья направляется автору на доработку. В этом случае датой поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной статьи.

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке, она направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту, который сделал критические замечания.

Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания редакции.

При наличии отрицательных рецензий на рукопись от двух разных рецензентов или одной рецензии на ее доработанный вариант статья отклоняется от публикации без рассмотрения другими членами редколлегии.

Решение о возможности публикации после рецензирования принимается главным редактором, а при необходимости – редколлегией в целом.

Автору не принятой к публикации статьи ответственный за выпуск направляет мотивированный отказ. Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

Редакция журнала не хранит рукописи, не принятые к печати. Рукописи, принятые к публикации, не возвращаются. Рукописи, получившие отрицательный результат от рецензента, не публикуются и также не возвращаются автору.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Научно-технический журнал «Техника и технология пищевых производств» предназначен для публикации статей, посвященных проблемам пищевой и смежных отраслей промышленности.

Статья должна отвечать профилю журнала, обладать научной новизной, публиковаться впервые.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть 5–7 страниц. Текст статьи должен быть напечатан на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с одной стороны листа в одну колонку на принтере с четким шрифтом. Все страницы должны иметь сплошную нумерацию в верхнем правом углу.

Статья включает следующее.

1. Индекс УДК (универсальный десятичный классификатор) – на первой странице в левом верхнем углу.

2. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать ос-

новной результат исследований. Заголовок набирают полужирными прописными буквами, размер шрифта 12. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

3. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

4. Аннотация (150–250 слов). Отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований.

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

«Введение» – часть, в которой приводят краткий обзор материалов (публикаций), связанных с решаемой проблемой, и обоснование актуальности исследования. Ссылки на цитированную литературу даются по порядку номеров (с № 1) в квадратных скобках. При цитировании нескольких работ ссылки располагаются в хронологическом порядке. Необходимо четко сформулировать цель исследования.

«Объект и методы исследования»:

■ для описания экспериментальных работ – часть, которая содержит сведения об объекте исследования, последовательности операций при постановке эксперимента, использованных приборах и реактивах. При упоминании приборов и оборудования указывается название фирмы на языке оригинала и страны (в скобках). Если метод малоизвестен или значительно модифицирован, кроме ссылки на соответствующую публикацию, дают его краткое описание;

■ для описания теоретических исследований – часть, в которой поставлены задачи, указываются сделанные допущения и приближения, приводится вывод и решение основных уравнений. Раздел не следует перегружать промежуточными выкладками и описанием общеизвестных методов (например, методов численного решения уравнений, если они не содержат элемента новизны, внесенного авторами);

«Результаты и их обсуждение» – часть, содержащая краткое описание полученных экспериментальных данных. Изложение результатов должно заключаться в выявлении обнаруженных закономерностей, а не в механическом пересказе содержания таблиц и графиков. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени. Обсуждение не должно повторять результаты исследования. В конце раздела рекомендуется сформулировать основной вывод, содержащий ответ на вопрос, поставленный в разделе «Введение».

Текст статьи должен быть набран стандартным шрифтом Times New Roman, кегль 10, межстрочный интервал – одинарный, поля – 2 см. Текст набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в MS Word одним объектом, а не состоять из частей. Необходимо придерживаться стандартного стиля символов и индексов: английские – курсивом (*Italic*), русские и греческие – прямым шрифтом, с указанием строчных и прописных букв, верхних и нижних индексов. Химические формулы набираются 9-м кеглем, математические – 10-м. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.bmp. Подрисовочная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Таблицы, графики и диаграммы не должны превышать по ширине 8 см. Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

7. Список литературы. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте. В тексте статьи дается порядковый номер источника из списка цитируемой литературы в квадратных скобках. Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

Не рекомендуется использовать более трех интернет-источников, а также литературу, с момента издания которой прошло более 10 лет.

В список литературы не включаются неопубликованные работы, учебники, учебные пособия и тезисы материалов конференций.

8. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

9. E-mail ответственного автора.

10. На английском языке необходимо предоставить следующую информацию:

- заглавие статьи;
- инициалы и фамилии авторов;
- текст аннотации;
- ключевые слова (key words);
- название учреждения (с указанием почтового адреса).

Рукопись следует тщательно выверить и подписать всем авторам на первой странице основного текста. В случае несоответствия оформления статьи предъявляемым требованиям статья не публикуется. Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

1) электронная версия статьи в программе MS Word 2003. Файл статьи следует называть 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 называть по фамилии первого автора – ПетровГП_Анкета.doc;

4) сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала на бланке направляющей организации с указанием даты регистрации и исходящего номера с заключением об актуальности работы и рекомендациями к опубликованию с подписью руководителя учреждения;

5) рецензия на статью, оформленная согласно образцу, от внешнего рецензента. Подпись внешнего рецензента заверяется соответствующей кадровой структурой.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 613. 292: [613. 26+637. 344]

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПЛАВЛЕННЫХ СЫРОВ**

С.М. Лупинская*, Л.А. Кузнецова

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

*e-mail: lupinskaia@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 03.02.2015

Дата принятия в печать: 15.03.2015

Белковый состав дикорастущих растений достаточно разнообразен ... (продолжение аннотации).

Композиции дикорастущего сырья, крыжовник ... (ключевые слова – не более 9).

Введение

В последние годы стремительно растет производство ...

Целью работы являлось разработка композиций дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров.

Объект и методы исследования

Объектами исследования...

Результаты и их обсуждение

Состав композиций устанавливали на основании органолептических исследований ...

Предложены композиции дикорастущего сырья ...

Список литературы

1. Остроумов, Л.А. Плавленые сыры с растительным сырьем /Л.А. Остроумов, Л.Н. Азолкина // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 5. – С. 14–15.
2. Роздова, В.Ф. Растительные белки в составе плавленых сырных продуктов / В.Ф. Роздова // Сыроделие и маслоделие. – 2009. – № 3. – С. 36–37.

**DEVELOPMENT OF COMPOSITION OF WILD-GROWING RAW MATERIALS
FOR INCREASE BIOLOGICAL VALUE OF PROCESSED CHEESES**

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

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

*e-mail: lupinskaia@mail.ru

Received: 03.02.2015

Accepted: 15.03.2015

The proteinaceous structure of wild-growing plants is very various. Some grassy wild-growing plants have rather high protein content.....

Compositions of wild-growing raw materials, gooseberry.....

References

1. Ostroumov L.A., Azolkina L.N. Plavlenye syry s rastitel'nym syr'em [Processed cheese with vegetal raw materials]. Cheesemaking and butter, 2007, no5, pp. 14-15. (In Russ.).
2. Rozdova V.F. Rastitel'nye belki v sostave plavlennyh syrnyh produktov [Vegetal proteins in the composition of processed cheese products]. Cheesemaking and butter, 2009, no 3, pp. 36-37. (In Russ.).

Дополнительная информация / Additional Information

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

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

Лупинская Светлана Михайловна

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

Кузнецова Лилия Александровна

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

Svetlana M. Lupinskaya

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

Lilia A. Kuznetsova

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ
(FOOD PROCESSING: TECHNIQUES AND TECHNOLOGY)
№ 3 (42), 2016**

Ответственный за выпуск *Е.В. Дмитриева*

Литературный редактор *А.В. Дюмина*

Компьютерная верстка и оформление обложки *О.П. Долгополова*

Учредитель:

Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности (университет)

Адрес учредителя:

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

Подписано в печать 19.09.2016.

Дата выхода в свет 19.09.2016. Формат 60×84^{1/8}.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Печать офсетная. Усл. п. л. 22,5. Уч.-изд. л. 21,0.

Тираж 300 экз. Заказ № 62. Цена свободная.

Адрес редакции:

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

Адрес типографии:

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