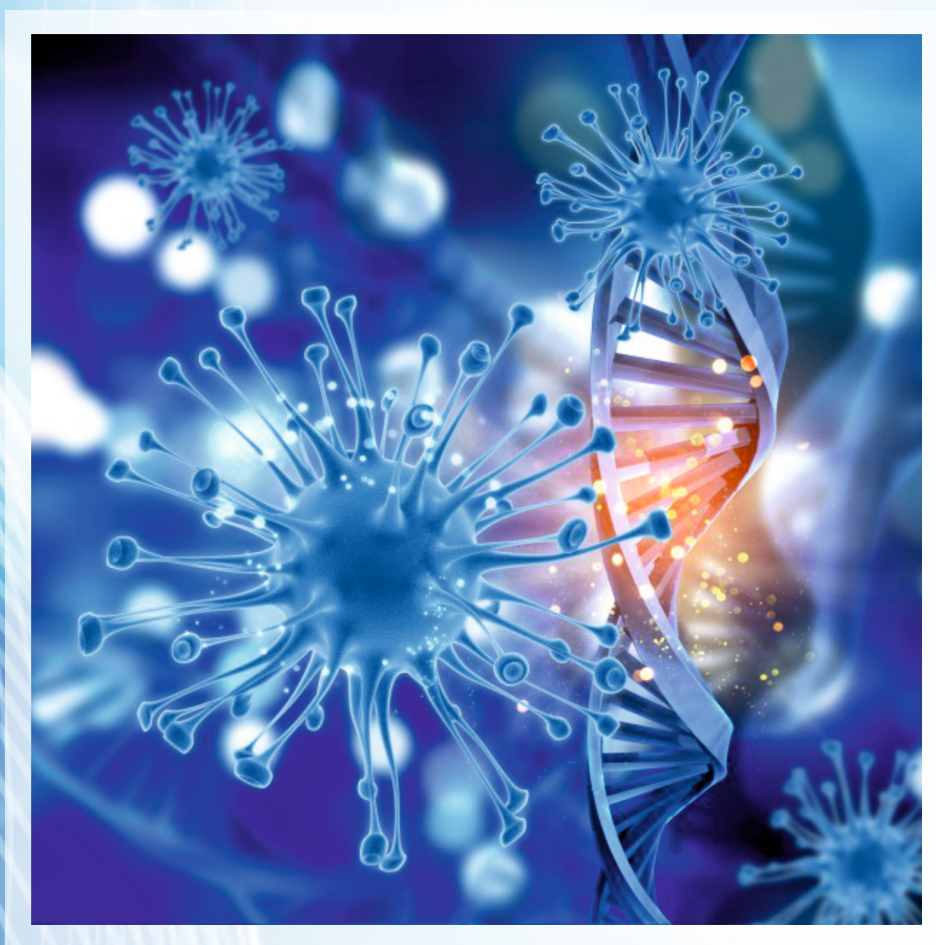


Всероссийская с международным
участием онлайн-конференция

«СОВРЕМЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ИННОВАЦИИ И ДОСТИЖЕНИЯ»

СБОРНИК ТЕЗИСОВ





**Министерство науки и высшего
образования Российской Федерации**

**Российский фонд
фундаментальных исследований**

**Федеральный научный центр пищевых систем
им. В. М. Горбатова РАН**

**Кемеровский
государственный университет**

**Сборник тезисов Всероссийской с международным участием
онлайн-конференции**

**«СОВРЕМЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ:
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ,
ИННОВАЦИИ И ДОСТИЖЕНИЯ»**

21 октября 2020 г.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований,
проект № 20-08-22006

г. Кемерово

УДК 60:001.895:664
ББК 30.16:36
С 23

Под общей редакцией
члена-корреспондента РАН, доктора технических наук,
лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники
А. Ю. Просекова

С 23 Современная биотехнология: актуальные вопросы, инновации и достижения: Сборник тезисов Всероссийской с международным участием онлайн-конференции / под общ. ред. А. Ю. Просекова; ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – Кемерово, 2020. – 273 с.
ISBN 978-5-8353-2671-6

Материалы изданы в авторской редакции на русском и английском языках. В сборник вошли результаты научных работ ученых по направлениям конференции: перспективные направления развития пищевой промышленности и сельского хозяйства; защита окружающей среды: экорастениеводство и биоземледелие; биотехнология как основа селекции и генетики.

Мнение организационного комитета Всероссийской с международным участием онлайн-конференции «Современная биотехнология: актуальные вопросы, инновации и достижения» может не совпадать с мнением авторов материалов, опубликованных в сборнике тезисов.

УДК 60:001.895:664
ББК 30.16:36

ISBN 978-5-8353-2671-6

© ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 2020

UDC 663.252

THE INFLUENCE OF FILTERING TO CONTENT AND QUALITY OF WINE

S. Q. Aghayeva

The State Agrarian University Republic of Azerbaijan, Ganja, Republic of Azerbaijan

In most cases the wine undegro to various turbidity. But standard wine can be obtained after a number of operations and actions. So this way is accompanied by wasting time and product. By traditional way the dilution of grape juice is carried out by sedimenting way for 18-24 hours with intervals in separte containers. In most cases it's impossible to dilute the juise obtained from prosessing of grapes by sedimenting centrifugal type shredder. Sometimes due to lack of containers they separate the juice undiluted properly from sedimentation to ferment, that is unaffected to quality of product. In practice such accurate regularity had confirmed itself, that how much if the juice is diluted before sedimentation, solid particles of it's content are less and so much the quality of the wine will be high.

The struggle over the markets is gradually becoming more intense in the globalizing world. Under this circumstance, it's possible to gain sympathy of consumers with only production of product assortments high resistant to competition. Their appearance, color and in particular it's crystal transparency possesses an important role in sustainability to competition of wine [1].

One of the significant duties of winemaking is consist of implementation of the technology methods providing long-term stability of wine. That very in direction of improvement of product quality, realization of the efficiency of the issues done, increasing power of competition with foreign analogues of local wine depend on correctly option of these methods.

It is necessary to note, that the majority of factors influencing stability reflect like complicating factors the solution of possessing to raw material, technology regimes, production methods in terms of wine type and each of their influence significance [2, 3].

As can be seen the improvement of the quality of wine, the providence of crystal transparent condition as the main commodity indicator of their protection and being an actual problem the increasing of the period of guaranteed sustainability require the solution of the scientific essential matters in this direction.

By adding dilution the known ingredients into the wine, the tannins, proteins, metal combinations which would cause to turbidity by precipitating some colors and pectin substances are operations to divide from that environment and purify of wine. The most important things among the sedimentation substances use in winemaking are gelatin and casein in their content Bentonit in clay polyvinylpyrrolidone (PVPP) in synthetic polymer and the activated coal are in carbon. In important place for removing from these substances the combination of phenol, color pigments and bad smell belong to activated charcoal.

By using the technological methods of "storage in smash", "storage in smash+fermental", "processing by frigid" and "processing by brigid+fermental" the wine materials had been prepared for investigating the influence of dilution methods of wine and qruality. The indicators of physical-chemical contents by various methods of wine materials had been investigated the results have been given below (Table 1)

Table 1

Physical-chemical indicators of the obtained wine material by various methods

indicators	Method of acquisition			
	storage in smash	storage in smash+fermental	processing by frigid	processing by fermental
Density g/dm ³	0,9931	0,9931	0,9931	0,9931

Vibrating acidity g/dm ³	4,62	4,85	4,96	4,96
pH	3,80	3,74	3,76	3,72
Free SO ₂ mg/dm ³	25	27	26	25
General SO ₂ mg/dm ³	55,60	55,85	55,20	54,70
Indirgen sugar g/dm ³	1,65	1,81	1,62	1,71
Spirt, H %	12,70	12,80	12,85	12,92
Volatile acids, g/dm ³	0,51	0,51	0,50	0,48

The samples of wine material had been filtered made of paper and the composition parameters analyzed (Table 2) the primary filtered samples were researched comparatively.

Table 2

**The influence of filtering to physical-chemical content of the wine materials
by various methods**

indicators	Method of acquisition			
	storage in smash	storage in smash+fermental	processing by frigid	processing by frigid+fermental
Density g/dm ³	0,9931	0,9931	0,9931	0,9931
Vibrating acidity g/dm ³	4,58	4,82	4,95	4,92
pH	3,80	3,72	3,75	3,72
Free SO ₂ mg/dm ³	24	26	25	25
General SO ₂ mg/dm ³	55,12	54,70	54,30	54,30
Indirgen sugar g/dm ³	1,65	1,81	1,60	1,72
Spirt, H %	12,68	12,76	12,83	12,90
Volatile acids, g/dm ³	0,55	0,60	0,54	0,51

Is it can be seen, though not basically but some changes have taken place in composition of wine examples after filtering. Some reduction in quantity of vibrating acidity, free and general SO₂, but in volatile acids some growth has been observed.

Filtering has given harmony the drink and an advantage has been gained compared with primary examples by creating softness.

References

1. Fətəliyev H.K., Əliyeva Ş.E., Musayev T.M. Biotexnologiya/ Fətəliyev H.K., Əliyeva Ş.E., Musayev T.M -Bakı: Ecoprint, 2019, 360 səh.
2. Кишковский З.Н., Скурихин И.М. Химия вина/ Кишковский З.Н., Скурихин И.М. - Москва: Агропромиздат, 1988, 253 стр.
3. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия/ Родопуло А.К. – Москва: ПП. 1983, 240 стр.

УДК 664.6

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ МУЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Д. Д. Агеенко, И. Ю. Резниченко

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В России перечень специализированных продуктов питания, в частности для лиц, страдающих генетически обусловленными и аллергическими заболеваниями в настоящее время недостаточно разнообразен. Объемов производства отечественных продуктов без глютена характеризуется ростом, но при этом просматривается высокая доля импортной безглютеновой продукции определенных видов [1]. В последние годы возросла потребность в безглютеновых продуктах питания для больных целиакией. Безглютеновые сельскохозяйственные растительные культуры являются основным сырьем для производства диетической профилактической продукции, предназначенной для компенсации эссенциальных нутриентов в пищевом рационе людей.

Цель работы заключалась в анализе современных направлений по разработке безглютеновой продукции с применением новых видов растительного сырья.

Задачи исследования связаны с анализом проблемы выбора аглютенового растительного сырья с учетом химического, витаминно-минерального и аминокислотного состава на основе систематизации экспериментальных исследований функционально-технологических свойств данного сельскохозяйственного сырья при разных режимах технологии их переработки.

В качестве методов исследования в работе использовались методы систематизации, обобщения, анализа.

Под безглютеновой диетой подразумевается полное исключения из рациона продуктов питания, содержащих в своем составе белок глютен. Белок глютен содержится в злаковых культурах и продуктах переработки хлебных злаков. Соблюдать такую диету достаточно проблематично, т.к. кондитерские изделия, хлеб и хлебобулочные изделия, макаронные изделия изготавливают из муки злаковых культур: пшеница, рожь, овес, ячмень.

В ходе анализ научной документации выявлено, что широкое применение для замены пшеничной муки в мучных изделиях нашли следующие виды: рисовая, кукурузная, амарантовая, нутовая и льняная виды муки, реже используется гречневая мука, обладающая специфическим запахом и темным цветом [2-7]. На основе перечисленных видов муки разработан ассортимент мучных кондитерских изделий: кексы, вафли, печенье. Предложен способ получения круассанов, рецептура которых включает миндальную муку. Для всех разработанных видов мучных изделий проведена оценка качества по регламентируемым показателям. Также исследованы функционально-технологические характеристики изучаемых видов муки, которые имеют значение в формировании высоких качественных потребительских свойств готовой продукции. В результате проведенных экспериментальных исследований изучено влияние на формирование качества дозировок безглютеновых видов муки и их соотношение, роль дополнительного рецептурного сырья, также исследовано влияние температуры, параметров замеса теста, на показатели набухаемости, жиропоглощающей, водопоглощающей и водоудерживающей способности всех видов исследуемой муки. В качестве дополнительного сырья, повышающего пищевую ценность готовых изделий, вводят в рецептуру растительные добавки [8].

Таким образом, выявлены основные современные траектории разработки мучной аглютеновой продукции, которые приведены на рисунке 1.

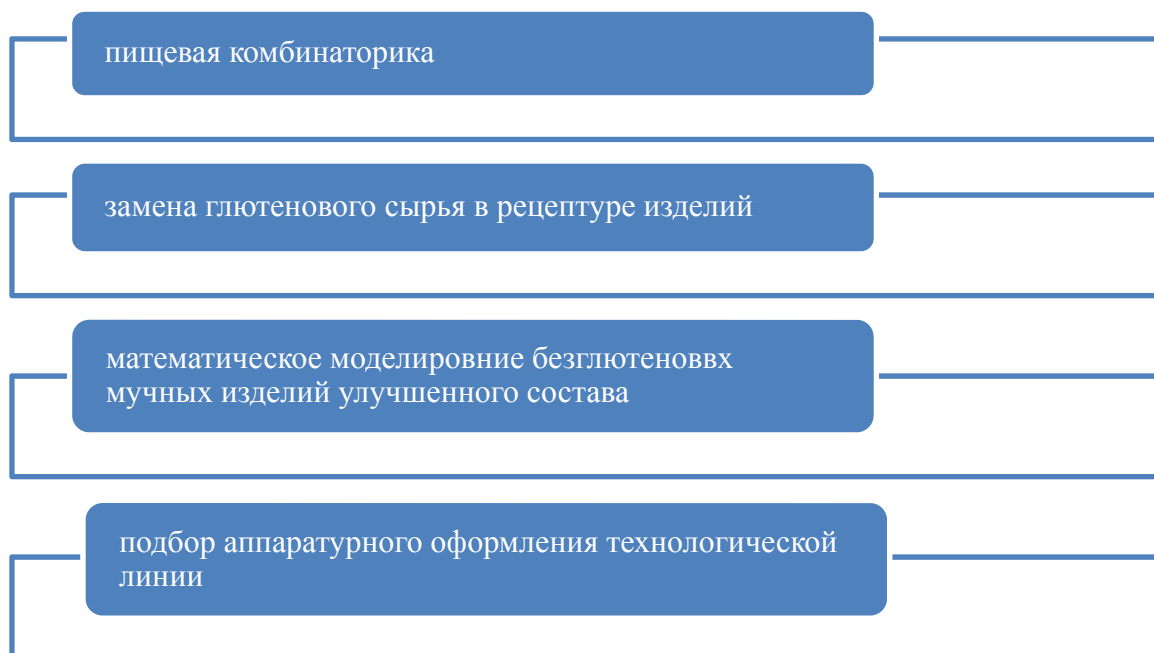


Рис. 1. Основные направления разработки безглютеновой продукции

Список литературы

1. Егорова Е.Ю. Безглютеновые кексы с амарантовой мукой/Е.Ю. Егорова, Л.А. Козубаева/Ползуновский вестник. - 2018. - № 1. - С. 22-26..
2. Миневич, И.Э. Сравнительная характеристика некоторых видов муки для производства безглютеновых пищевых продуктов/И.Э. Миневич, Л.Л. Осипова//Хлебопродукты. -2018. -№ 8.- С. 42-44.
3. Жаркова, И.М. Разработка технологии и оценка эффективности нового продукта - функционального безглютенового кекса/И.М. Жаркова, Ю.А.Сафонова, В.Г. Густинич//Хранение и переработка сельхозсырья. -2020. -№ 1.- С. 70-85..
4. Резниченко, И.Ю. Обоснование рецептуры и товароведная оценка вафель специализированного назначения/И.Ю.Резниченко, Г.Е. Иванец, Ю.А.Алешина//Техника и технология пищевых производств. -2013.- № 1 (28).-С. 138-142.
5. Никитина, М.А. Применение метода имитационного моделирования при разработке рецептуры безглютенового печенья/М.А.Никитина, И.А.Никитин, В.Г.Кулаков//Cloud of Science.- 2017.- Т. 4. - № 3. - С. 376-383.
6. Пат. 2711804С1РФ. МПК А21D 13/80, А21D 13/066. Способ приготовления безглютеновой мучной кондитерской смеси / И.Ю.Резниченко, Д.М. Бородулин, Н.С. Пикулина; Заявитель и патентообладатель: ГОУ ВПО Кемеровский государственный университет. – № 2019128148 09/2019; заявл. 06.09.1019; опубли. 22.01.2020.
7. Тиунов, В.М. Обоснование рецептурного состава и технологических особенностей производства сухих смесей для производства безглютеновых мучных кулинарных изделий/ В.М. Тиунов, О.В. Чугунова, Н.В. Заворохина//Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. -2018. -Т. 6. -№ 1.- С. 23-31.
8. Чугунова, О.В. Технологические аспекты разработки безглютеновых мучных кондитерских изделий/О.В. Чугунова, Н.В. Лейберова, Е.В. Пастушкова//Современные проблемы науки и образования. -2015. -№ 1-1. - С. 186.

УДК 677.46:546.41

ПИЩЕВЫЕ ЭМУЛЬГИРОВАННЫЕ ПЕНЫ С НАТИВНЫМ КАЛЬЦИЕМ

Т. В. Алексеева, И. В. Черемушкина, Н. Ю. Агаева, Л. А. Малакова, А. Е. Столяров,
Е. С. Талтынова*

Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

По распространённости минералов в организме человека кальцию отводится 4-5 место. Этот минерал принимает участие в выполнении многих функций, в частности кальций участвует в процессах свертывания крови, регуляции сердечного ритма, построения и поддержания костной ткани. Как правило, кальций непрерывно поступает в организм человека с водой и пищей, при этом известно, что средняя суточная норма потребления кальция взрослым человеком составляет около 1000 мг. К перспективному направлению в пищевой биотехнологии можно отнести применение нативных форм кальция, в частности яичной скорлупы, для обогащения пищевой продукции. Кальций в яичной скорлупе находится в форме карбоната кальция и составляет до 95 % от сухого вещества скорлупы. На сегодняшний день в России объём производимой яичной скорлупы из птицы составляет примерно 215 тысяч тонн в год, которая относится к отечественным, вторичным сырьевым источникам [1-3].

Существует множество данных отечественных и зарубежных авторов о применении яичной скорлупы в качестве нативного источника кальция. В тоже время актуальность применения этого побочного продукта отечественного производства в условиях импортозамещения не уменьшается при том, что источники сырья этого дешевого ингредиента в нашей стране не ограничены. В исследованиях использовали куриную скорлупу, которую обрабатывали перед применением согласно СанПиН 2.3.6.1079-01. Далее ее высушивали в пароконвектомате и подвергали четырехкратной механоактивации на дезинтеграторе при СВЧ-КВЧ-излучении. Влияние процесса механоактивации на разные объекты известно, оно позволяет за счет увеличения площади соприкосновения диспергируемых веществ значительно активизировать действие последних [4-6].

Многочисленные исследования посвящены исследованию влияния способов и режимов приготовления пищи на изменение количества минералов в пище. Известно, что в среднем содержание кальция, как в прочем и других минералов, снижается на 30-40 % в готовых изделиях по сравнению с сырьем. Существенные потери кальция наблюдаются на таких технологических этапах приготовления пищевой продукции как варка, обжаривание и тушение. В связи с этим, авторы предлагают внесение природного источника кальция в виде механоактивированного порошка в пищевые системы, на которые в дальнейшем не предполагается какое либо термическое воздействие. Примером таких систем могут служить эмульсии или, другими словами, пищевая продукция в виде пены, которую чаще можно встретить в молекулярных ресторанах. Пены в виде украшений сложных блюд можно получить из огромного сочетания продуктов – ягоды, овощи, фрукты, сыр, орехи, мясная и рыбная продукция. Поэтому их применяют как при подаче десертов, так и в сочетании с основными блюдами. В блюдах пены выглядят очень эффектно, их приготовление в ресторанах часто происходит в виде зрелищного шоу. Такие блюда хорошо продаются потребителям всех категорий, начиная с детей и заканчивая гостями с особыми вкусами. В настоящее время популяризуется мнение о здоровой пище, о продуктах питания направленного действия, поэтому технологи в пищевой отрасли стремятся ввести в меню предприятий общественного питания новые разработки с применением алиментарных составляющих. В наших исследованиях мы предлагаем в качестве варианта таких кулинарных изделий производство эмульгированных пищевых пен, обогащенных нативным кальцием на основе скорлупы куриных яиц.

В процессе работы процесс эмульгирования заключался механическом разбивании ингредиентов посредством блендера или миксера. Опытным путем на основании сведений об изменении органолептических показателей и структуры модельных пищевых систем было установлено рациональное количество обогащающей добавки в виде сыпучего

механоактивированного порошка белого цвета. Разработанная биоактивная добавка обладает высокими технологическими свойствами, она без вкуса и запаха, имеет нейтральный цвет, структура микрочастиц позволяет ее вносить в кулинарные изделия при сохранении традиционного вида готовой продукции, что является весьма существенным в ресторанном сервисе. Нами был разработан ассортимент пен для молекулярной кухни, на основе голубого сыра, моркови, кокоса и манго. При этом добавка вносилась в изделие в количестве не более 20 %. По итогам работы нами были произведены расчеты по удовлетворению суточной потребности взрослого населения России в кальции. Для этого были выделены 3 основные группы: мужчины в возрасте от 18 лет и старше, женщины в возрасте от 18 лет и старше и дети возрастом 14-18 лет. Анализ полученных данных свидетельствовал о том, что при включении в повседневный рацион 100 г разработанных кулинарных изделий происходит удовлетворение суточной потребности в кальции от 20 до 50 %. Полученные данные позволяют отнести разработанные изделия к функциональным, что позволяет их применять при разработке специализированных рационов питания и товарных линеек пищевой продукции направленного действия для различных категорий населения [7-9].

Таким образом, можно сделать заключение о том, что в силу разных причин отечественная яичная скорлупа птицы используется недостаточно эффективно. При этом она является весьма перспективным дешевым сырьем на отечественном рынке производства продукции направленного лечебно-профилактического действия. В частности, при создании товарных специализированных линеек пищевых изделий с высоким содержанием кальция. Такие товары могут быть востребованы в области геральдического питания, для женщин в период беременности и грудного вскармливания, а также для различных возрастных групп детей и подростков.

Список литературы

1. Антипова Л.В., Родионова Н.С., Попов Е.С. Тенденции развития научных основ проектирования пищевых продуктов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2018. - № 1. - С. 8-11.
2. Алексеева, Т.В., Калгина Ю.О. Перспективы использования продуктов глубокой переработки отечественного сырья в рационах питания лечебно-профилактической направленности // Товаровед продовольственных товаров. – 2019. - № 9. – С. 69-74.
3. Черемушкина И.В., Осенева О.В. Прогноз и перспективы формирования потребительских предпочтений в области экологически чистых продуктов на региональном рынке // Вестник ВГУИТ. - 2019. - № 4. - С. 171-177.
4. Алексеева Т.В. Расширение ассортимента молочной продукции путем применения вторичных ресурсов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. - № 10. – С. 37-40.
5. Rovensky J.R., Stancikova M.S., Masaryk P.M. Eggshell calcium in the prevention and treatment of osteoporosis // Journal of Clinical Pharmacology Research. – 2003. - № 23. P. 83-92.
6. Родионова Н.С., Алексеева Т.В. Аспекты получения растворимых органических форм кальция из яичной скорлупы // Гигиена и санитария. - 2018. - № 8. - С. 762-766.
7. Shakhtshneider T.P. Mechanochemical synthesis and mechanical activation of drugs. Reactivity of Molecular Solids // Wiley & Sons, LTD. - 2009. - № 3. - P. 271-311.
8. Belokurov S.V., Rodionova N.S., Belokurova E.V., T.V. Alexeeva. Modeling of process of lifting power change of baker's yeast pressed depending on nature and quantity of introduced vegetable component // Journal of Physics. – 2018. - № 1015. P. 032-107.
9. Черемушкина И.В., Слепокурова Ю.И., Ожерельева О.Н. Проблемы производства и контроля безопасности продуктов питания // Экономика. Инновации. Управление качеством. - 2015. - № 1. - С. 158-159.

УДК 613.3

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА ИЗ ШИПОВНИКА С ДЕТОКСИКАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Б. Н. Алибаева, А. Ж. Есенбаева

Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан

Самым сильным и наиболее устойчивым фактором окружающей среды, который постоянно влиял и продолжает влиять на здоровье человека, на протяжении всей истории его существования, является питание. Питание - это один из наиболее важных факторов, влияющих на здоровье человека, который в дополнение к контролю веса, артериального давления и холестерина в условиях применения здоровой диеты может помочь предотвратить и справиться с рядом неинфекционных заболеваний (НИЗ), таких как диабет, болезни сердца, инсульт и болезнями, возникающих при загрязнении окружающей среды. К числу особо опасных для здоровья человека загрязнителей окружающей среды относятся тяжелые металлы, обладающие широким спектром биологического действия [1]. В связи с вышесказанным становится актуальной разработка функциональных пищевых продуктов способные эффективно выводить из организма тяжелые металлы и другие ксенобиотики. Известно, что к природному эффективному средству детоксикации относятся пектины. Основной эффект терапевтического действия пектина связан с наличием в его структуре химически активных свободных карбоксильных групп и спиртовых гидроксильных, способные к образованию прочных нерастворимых комплексов с поливалентными металлами, так называемых хелатов, которые и выводят на себе тяжелые металлы и нуклиды из организма [2]. Известно широкое применение растительных продуктов, которые содержат витамины и антиоксиданты как профилактические препараты для поддержания здоровья людей в экологически неблагоприятных регионах. Показано хелатообразующее действие шиповника в экспериментах на крысах [3]. В наших предыдущих исследованиях было показано полезность создания функциональных пектин содержащих напитков, приготовленных на основе натуральных фруктовых соков из местных сортов фруктов с добавлением яблочного пектина [4].

В связи с вышесказанным разработка пищевых растительных напитков, обогащенных витаминами и пектином в условиях высокой экологической нагрузки для нашей Республики Казахстан является весьма актуальной задачей.

Целью настоящего исследования явилось разработка технологии приготовления пектинсодержащего тонизирующего напитка из шиповника как функционального продукта с детоксикационными свойствами, что позволит снизить содержание токсинов и тяжелых металлов в организме живых организмов.

Этапы и методы исследования. Для достижения поставленной цели были проведены следующие этапы исследования: технология приготовления пектинсодержащего напитка из шиповника, обогащенного яблочным пектином; изучение органолептических, физико-химических свойств и биохимических свойств полученного продукта с использованием соответствующих методов исследования; проведение экспериментов на лабораторных белых крысах с целью выявления функциональной значимости пектинсодержащего напитка из шиповника, обладающего детоксикационными свойствами.

Результаты исследования и их обсуждение. Первым этапом настоящего исследования было приготовление пектинсодержащего напитка из Шиповника коричный (*Rosamajalis Herrm*), который является кладью витаминов и минералов и произрастает на значительной территории стран СНГ, в том числе Казахстане. Технология приготовления напитка заключается в следующем и состоит из следующих этапов. Первоначально проводится тщательная очистка высушенных плодов шиповника, их измельчение, просеивание, взвешивание, заливают подготовленные плоды кипящей водой в соотношении 1:5, выдерживают 15 мин, содержимое переливают в термоконтейнеры, одновременно добавляют

жидкий 3% раствор пектина. Раствор пектина готовится из сухого яблочного пектина путем приготовления однородной смеси сахара и пектина в виде порошка в пропорции 3: 1. Далее из этого порошка путем постоянного перемешивания его в горячей питьевой воде при 90 °С в течении 8-10 мин готовится 3% жидкий раствор пектина, который добавляют в горячий отвар шиповника из расчета содержания в напитке 0,5% пектиновых веществ. После смешивания напиток отстаивали 8 часов для проведения декантации. Последними этапами приготовления были фильтрация и пастеризация готового продукта.

Для выявления функциональности пектинсодержащего продукта был приготовлен традиционный напиток из шиповника без пектина (НИШ) в качестве контрольного образца. Изучение органолептических, физико-химических и биохимических показателей пектинсодержащего функционального напитка в сравнительном аспекте с традиционным напитком из шиповника без пектина позволили выявить между ними различия и изменения. Так, при изучении органолептических свойств пектинсодержащего напитка в сравнении с напитком из шиповника без пектина (НИШ) были отмечены изменения по таким показателям, как цвет, вкус, консистенция. Цвет напитка из шиповника, содержащего пектин изменился с темно – коричневого цвета НИШ на светло-янтарный оттенок, кислый вкус НИШ становится мягким и слегка сладковатым за счет пектина, размешанного с сахаром; консистенция пектинсодержащего напитка становится более густой.

Выявленные нами изменения органолептических показателей, которые возникают в напитке, при добавлении к нему пектина можно объяснить за счет изменения его физико-химических показателей. Так, в пектинсодержащем напитке из шиповника снижается кислотность, как активная, так и титруемая кислотность. Это способствует тому, что кислый вкус, который характерен для традиционного напитка становится мягким и даже слегка сладковатым. Вместе с тем, в пектинсодержащем функциональном напитке из шиповника по сравнению с традиционным напитком повысились такие величины, как плотность, зольность. Известно, что пектин обладает гелеобразующим и влагосвязующим свойствами за счет которого происходит изменение консистенции традиционного напитка в более густой у пектинсодержащего напитка из шиповника. Исследование физико-химических свойств исследуемых напитков из шиповника: традиционного и функционального приведены на рисунке 1.

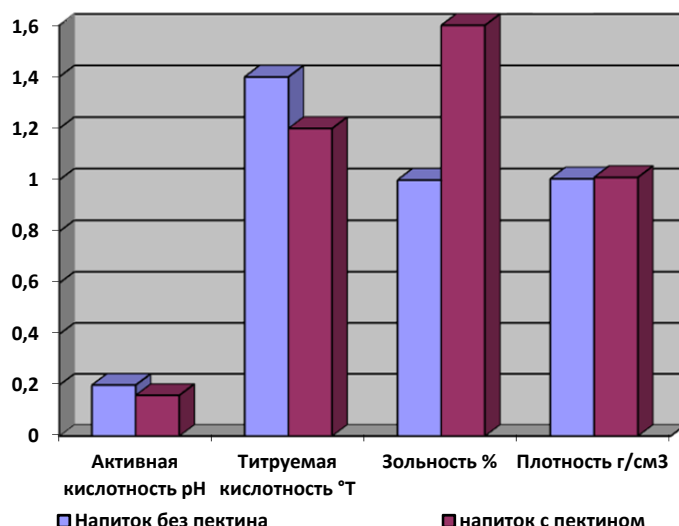


Рис. 1. Физико-химические показатели двух видов напитков из шиповника

Для более тонкого и полного анализа полученных результатов были проведены исследования биохимического состава двух видов образцов напитка, результаты которого показали значительное увеличение витамина С, почти в два раза и менее

выраженное увеличение углеводов в пектин содержащем функциональном напитке из шиповника, по сравнению с традиционным напитком из шиповника без пектина (табл. 1).

Таблица 1

Биохимические показатели двух видов напитков из шиповника

№	Показатели	Традиционный напиток из шиповника	Функциональный напиток из шиповника а пектином
		Характеристика	
1	Углеводы г/100г	4,20 ± 0, 10	4,90 ± 0, 15
2	Витамин С мг/100г	423 ± 12	715 ± 15

С целью определения детоксикационных свойств полученного пектинсодержащего напитка из шиповника были поставлены эксперименты на белых лабораторных крысах на базе Института физиологии человека и животных МОН РК.К металлам с повышенной экологической токсичностью в первую очередь относятся кадмий и свинец. В наших экспериментах у крыс с экспериментальной кадмиевой интоксикацией в течении 30 дней проводили коррекцию здоровья пектинсодержащим напитком из шиповника в количестве 30 г/кг ежедневно. Было обнаружено, что через месяц кормления данным функциональным пищевым напитком, содержащий пектин, у опытных крыс значительно увеличился аппетит, крысы прибавили в весе на 10-15%, улучшился их поведенческий статус, стали активнее в общении с экспериментаторами, в приеме ежедневного количества жидкости отдавали предпочтение функциональному напитку из шиповника с пектином, по сравнению с простой водой. Определение гематологических и биохимических показателей крови у крыс, отравленных хлоридом кадмия до и после завершения кормления функциональным продуктом показало значительное улучшение изучаемых показателей крови, приближении этих величин к показателям нормы, способствуя снижению интоксикации организма и улучшению общего состояния экспериментальных крыс.

Таким образом, проведенное исследование позволяет рекомендовать нам пектинсодержащий напиток из шиповника как эффективный хелатирующий функциональный пищевой напиток с профилактической целью жителям в местах проживания экологически неблагоприятных районов с целью выведения из организма тяжелых металлов.

Список литературы

1. Houston M.C. The role of mercury and cadmium heavy metals in vascular disease, hypertension, coronary heart disease, and myocardial infarction. //Altern Ther Health Med. 2007 Mar-Apr;13(2):S128-33.
2. Vanamala J., Glagolenko A., Yang P., Carroll R. J., Murphy M.E., Newman R.A., Ford J.R., Braby L.A., Chapkin R.S., Turner N.D., Lupton J.R., Dietary fish and pectin enhance colonocyte apoptosis in part through suppression of PRAR{delta}/PGE2 and elevation of PGE3 // Carcinogenesis, 2008, 29 (4), p. 790-796. PMC2659531.
3. Редди С.Ю., Пуллахандам Р. и ДинешКумар Б. Тиамин снижает содержание свинца в тканях у крыс: механизм взаимодействия. //Биометаллы 23, 247–253 (2010).
4. Alibayeva B.N., ZhaisanovaZh. / Technology development of pectin containing fruit drinks for functional. // European Research: Innovation in Science, Education andTechnology - London, United Kingdom, "European Research", «7-8 June» 2018.- С. 11-15

УДК 663.224

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО МУСКАТНЫХ ВИН

Г. Р. Алиева

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, г. Гянджа,
Азербайджанская Республика

Известно, что в мире существуют западноевропейские (Франция) и СНГ (Крым) технологии производства мускатных вин. Французская технология предполагает сбор винограда с высоким содержанием сахара, то есть при изюмленном состоянии. Собранный виноград измельчают, а затем прессуют. Полученный сусло ферментируют до 5-10 об.% спирта и спиртуется до необходимой кондиции. Хранение и брожение осуществляется в бочках. Мускат, полученный по этой технологии, обладает мягким бархатистым вкусом, известным умеренным разнообразием аромата (в результате интенсивного брожения). Самые популярные вина из мускатного вина - французские Muscat Lunel, Muscat Frontinyak, Muscat Mirval.

Крымская технология основана на максимальном накоплении эфирных масел винограда и их окислении. Для этого используют перезрелых, но не заизюмленную ягоды винограда. Мезги сульфатируют в умеренных дозах. Сульфитизация сусла проводится в самом начале брожения. Вино выдерживается 2 года при ограниченном поступлении кислорода (в полных бочках). Полученное вино обладает ярким тонким ароматом (Мускат Ливадийский Белый, Мускат Южнобережный белый, Мускат Красный Камень, Мускат Массандровский черный и др.) и букетом [1-2].

На основании вышеизложенного было изучено производство мускатных вин. Известно, что отдельные элементы состава ягоды, особенно кожица, играют важную роль в качестве мускатных вин. С учетом этого, прежде всего, была изучена кожица ягод по сортам. Состав кожицы приведен по сортам (таблица 1).

Таблица 1

Биохимические показатели кожицы ягод у исследованных сортов винограда

Показатели состава	Сорта винограда		
	Розовый мускат	Белый мускат	Восковый мускат
Сухие вещества, %	23,9	23,7	19,6
Белок, мг/см ³	5,3	6,5	3,7
Общего азота, мг/см ³	1,0	1,30	1,35
Титруемая кислота, %	8,35	8,20	7,10
Гемицеллюлоза, %	4,00	3,00	6,00
Витамин С, мг/100 гр	4,00	3,00	2,6
Витамин Е	izi		
Витамины группы В	izi		
Лигнин, %	0,15	0,10	0,20
Пектины, %	0,35	0,20	0,45
Флавоноиды, %	1,20	0,30	0,40
Антоционы, %	1,20	0,10	0,50
Фенольные соединений (при превращение галловой кислоты), %	1,75	0,45	0,90

Как видно, количество сухого вещества составило 23,9% в коже Розового Муската, 23,9% в Белом Мускате и 19,6% в Восковом Мускате. Наибольшее содержание витамина С было в Розовом Мускате, наименьшее - в Восковом Мускате, а в Белом Мускате было среднее значение с 23,7%.

Среди других сортов сорт винограда Белый Мускат отличается более высоким накоплением сахара. В относительно благоприятные годы содержание сахара в Белом Мускате может достигать 28-30%.

Правильное время сбора урожая винограда также очень важно при производстве вин из мускатного сортов и играет основополагающую роль в формировании качества будущих вин. Исследования показывают, что оптимальным моментом для накопления мускатного винограда в этом процессе является время, которое можно считать благоприятным для сбора урожая.

Было обнаружено, что терпены относятся к основной группе веществ, влияющих на запах мускатного ореха. Поэтому изучение количества терпеновых спиртов имеет особое значение. Исследования показывают, что существует взаимосвязь между концентрацией терпенов и накоплением сахара в винограде (таблица 2).

Таблица 2

Динамика терпеновых спиртов в процессе созревания винограда

Массовая плотность сахара, г/дм ³	Массовая концентрация титрующих кислот, г/дм ³	Массовая концентрация терпеновых спиртов, г/дм ³ , в том числе		
		свободные	связанные	общие
195	8,6	5,77	1,38	7,15
205	7,8	5,90	1,40	7,30
215	7,0	5,65	1,35	7,00
225	6,3	5,20	1,25	6,45
235	5,0	3,32	0,93	4,25

Как видно, при увеличении содержания сахара от 195 до 215 г/дм³ количество терпеновых спиртов постепенно увеличивалось, в то время как резкое снижение колебаний сахара составляло от 225 до 235 г/дм³. Максимальное количество терпенов наблюдалось при концентрации 215 г/дм³ сахаров.

Поэтому в наших условиях более оптимальным можно считать сбор 205-215 г/дм³ сахара, который наблюдается при повышенном содержании терпенов.

Второй не менее важный фактор – продолжительности настаивание сусло на мезге. Продолжительное настаивание на мезге из мускатного сорта в толчке и повышение температуры увеличивает растворимость дубильных веществ в вине, что придает вину шероховатости.

Список литературы

1. Фаталиев Х.К. Технология вина / Фаталиев Х.К. - Баку: Наука, 2011, 596 с.
2. Кишковский З.Н., Мержаниан А.А. Технология вина/ Кишковский З.Н., Мержаниан А.А. – Москва: ЛИПП, 1984, 503 стр.

УДК 579.64

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КОРМОВОГО БИОПРОДУКТА

М. В. Анискина, Д. В. Горобец, А. В. Сенько
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,
г. Краснодар, Россия

В данной работе в качестве перспективного субстрата для выращивания различных бактериальных культур рассматриваются проростки из фуражного зерна пшеницы сорта Юка. Пророщенное по гидропонной технологии зерно, рассматривается, как рентабельная, обогащенная витаминами и микроэлементами среда для культивирования штаммов микроорганизмов. Опыты, сделанные ранее, показали хорошие результаты твердофазного культивирования консорциума из штаммов *Lactobacillus acidophilus* и *Saccharomyces cerevisiae* на пасте из проростков пшеницы сорта Юка. Однако данная разработка не является технологически удобной, поскольку существует сложность в применении нативной формы продукта (паста из проростков) [1, 2, 3, 6].

Исследования были выполнены при поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края в рамках научного проекта №19-416-233015\19.

Для получения продукта более удобной технологической формы, было использовано высушивание пасты из проростков со следующими щадящими технологическими параметрами: температура 40 °С, время – 12 часов. Высушивание осуществлялось конвективным методом. Для определения стабильности микробиологического консорциума были сделаны высевы и проанализировано количество колониеобразующих единиц. Анализы на КОЕ были проведены на определенные промежутки времени [2, 4, 5]. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Определение стабильности культур в готовом продукте

Культуры	Время, ч						
	1	24	72	168	240	336	480
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	$4,6 \times 10^{10}$	$5,6 \times 10^{10}$	$3,6 \times 10^9$	$6,42 \times 10^9$	$3,1 \times 10^9$	$8,8 \times 10^7$	$0,2 \times 10^7$
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	$7,8 \times 10^9$	$3,8 \times 10^9$	$7,2 \times 10^9$	$3,5 \times 10^9$	$7,2 \times 10^9$	$5,1 \times 10^8$	$3,8 \times 10^8$

Результаты опыта показали, что при приведении продукта к стабильной и удобной технологической форме, идет хорошее сохранение КОЕ в готовом продукте. *Saccharomyces cerevisiae* показали более высокую стабильность при хранении, поскольку к концу хранения количество колониеобразующих единиц не снижается практически до самого конца хранения. *Lactobacillus acidophilus* показали менее высокую стабильность, количество КОЕ снижалось к 14 суткам хранения, однако снижения клеток ниже $0,2 \times 10^7$ КОЕ не произошло.

В таблице 2 представлена итоговая характеристика разработанного кормового биопродукта в виде двух технологических форм, нативном и сухом виде.

Таблица 2

Характеристика разработанного биопродукта

Показатель	Значение	
	Сухой продукт (порошок)	Влажный продукт (паста)
Сырая клетчатка, %	9,9	11,0
Сырой протеин, %	10,8	14,2
Сырой жир, %	1,0	1,4
БЭВ, %	60,0	13,0
Зола, %	8,2	3,6
Влага, %	10,1	56,8
Каротин, %	14,8	16,1
Витамин Е, мкг/г	214	215
Витамин В ₂ , мкг/г	7,1	6,6
Количество микроорганизмов, КОЕ на окончание срока годности		
– <i>Lactobacillus acidophilus</i>	$2,2 \times 10^7$	$3,2 \times 10^7$
– <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	$8,1 \times 10^8$	$5,1 \times 10^9$

Таким образом, был сделан вывод о целесообразности приведения разработанного биопродукта пастообразной форме к более удобной технологической форме в виде сухого порошка, поскольку наблюдается высокая стабильность микроорганизмов при хранении.

Список литературы

1. Анискина М. В. и др. Изучение особенностей культивирования и подбор оптимальной питательной среды для *Lactobacillus* sp //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №. 114.
2. Волобуева Е. С. и др. Особенности культивирования штамма *Propionibacterium shermanii* //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №. 114.
3. Кощаев А. Г. и др. Разработка оптимального способа получения гидролизата молочнокислых бактерий //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 132.
4. Лысенко Ю. А. и др. Подбор оптимальной питательной среды для культивирования, концентрирования и высушивания клеток *Lactobacillus acidophilus* //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – №. 102.
5. Diver S., Rinehart L. Aquaponics-Integration of hydroponics with aquaculture. – Attra, 2000.
6. Park J. S., Kurata K. Application of microbubbles to hydroponics solution promotes lettuce growth //HortTechnology. – 2009. – Т. 19. – №. 1. – С. 212-215.

УДК 577.151

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА КЕРАТИНАЗЫ

С. И. Артюхова*, **, О. А. Мамаев*, Т. Т. Толстогузова*

* Сибирский казачий институт технологий и управления (филиал) «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Омск, Россия

** Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Активное развитие биотехнологии, секвенирование геномов и прогресс в генной инженерии значительно повысили разнообразие недорогих и эффективных коммерческих ферментов микробного происхождения.

В России ферменты применяются во многих отраслях промышленности [1-4]. В настоящее время отечественная промышленность заинтересована в новых способах получения конкурентоспособной пищевой продукции при экологически безопасных производственных процессах [5-9].

Особенно это актуально в связи с внедрением достижений биотехнологии, например, замену химических реагентов на ферменты микробного происхождения для повышения качества продукции и сокращения загрязнений окружающей среды отходами производства. Поэтому является актуальным разработка и внедрение биотехнологий получения ферментов микробного происхождения, которые имеют ряд преимуществ перед ферментами животного и растительного происхождения. Производство ферментов в ферментёрах легко контролируется, они могут синтезироваться круглогодично, имеют высокую активность и более устойчивы по сравнению с ферментами растительного и животного происхождения. А генетическое разнообразие используемых микроорганизмов позволяет производить ферменты микробного происхождения с широким диапазоном специфичности. Поэтому ферменты микробного происхождения все чаще заменяют обычные химические катализаторы в различных промышленных производствах.

Российский рынок ферментов продолжает сохранять высокую зависимость от импорта из Германии, Дании, Америки и Китая. Лидерами мирового рынка ферментов микробного происхождения являются протеазы и амилазы. Иностранные производители ферментов давно и в достаточно больших количествах поставляют свои ферменты на Российский рынок. Однако ни одна из этих биотехнологических компаний не организовала свое производство в России [5].

Протеазы являются одной из наиболее важных групп промышленных и коммерческих ферментов, катализирующих гидролиз пептидных связей в белках и пептидах и используются в медицине и косметологии, в сельском хозяйстве и промышленности. Среди них, кератиназы представляют собой особый класс ферментов, способных расщеплять кератины - труднорастворимые белки, присутствующие в перьях, волосах, рогах и шерсти.

Повышенный интерес представляют кератинолитические микроорганизмы и кератиназы микробного происхождения, из-за их потенциального применения в биоконверсии богатых кератином отходов, образующихся в мясной и кожевенной промышленности, посредством развития экологически безопасных и экономически целесообразных биопроцессов. В настоящее время растет спрос на более эффективные, менее дорогие и менее загрязняющие методы для коммерческого производства востребованных ферментных препаратов.

Микробная кератиназа используется при производстве кормового и пищевого белка, азотных удобрений, для конверсии кератинсодержащих отходов в сельском хозяйстве, в мясной, кожевенной и текстильной промышленности, для очистки сточных вод, в процессе преобразования кератинсодержащих отходов в биотопливо. Следует отметить, что, несмотря на распространение в природе протеолитических ферментов и их высокие объемы производства в промышленности, в основном импортного производства, разработки новых

биотехнологий получения протеолитических ферментов с кератиназным действием весьма актуальны, так как утилизация отходов, безотходные производства представляют особый интерес для России.

При анализе рынка основных производителей и поставщиков ферментного препарата керatinaзы микробного происхождения было установлено, что кератиназу производят Концерн «МИКРОБИОПРОМ» (Россия, г.Москва), завод ферментных препаратов «ЭНЗИМ» (Украина, г.Ладыжин) и Hebei Addtie Biological co., (Китай, Хэбэй) с использованием микроорганизмов *Bacillus licheniformis*, Компания «Мерк» (Дармштадт, Германия) с использованием стрептомицетов *Streptomyces fradiae*, Mianyang Habio Bioengineering co.,(Китай, Сычуань) с использованием бактерий *Pseudomonas* и зеленых водорослей *Dunaliella*. Китай является самым крупным производителем и поставщиком протеолитического фермента кератиназы.

В связи с политикой импортозамещения и повышения продовольственной безопасности России развитие отечественной биотехнологической ферментной промышленности является важной и актуальной задачей.

Поэтому целью исследований являлась разработка биотехнологии производства протеолитического ферментного препарата кератиназы микробного происхождения. Для исследований использовалась культура *Penicillium citrinum* (рис. 1) - одна из самых распространённых рода *Penicillium*, встречающаяся практически повсеместно.

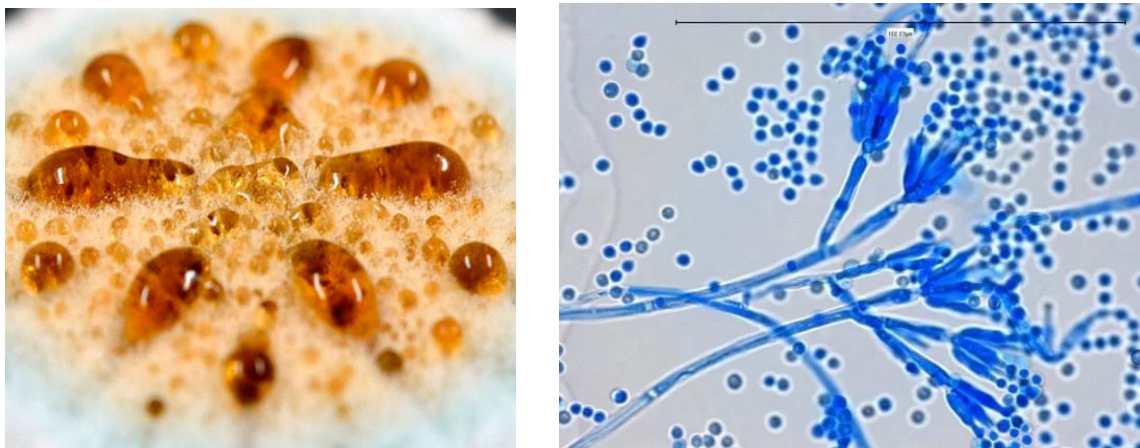


Рис. 1. *Penicillium citrinum* [10]

Достоинствами этой культуры является высокий синтез кератиназы и дешевые компоненты питательной среды. Поддержание культуры осуществляли на среде Сабуро.

Для получения посевного материала использовали агаризованную питательную среду Чапека (с составом в %: агар – 2; сахароза – 2; CaCO_3 - 0,3; NaNO_3 - 0,2; KH_2PO_4 - 0,1; KCl - 0,05; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,05; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,001 и pH среды 6,8), на которой выращивали культуру *Penicillium citrinum* при температуре $26 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 8 суток.

Для направленной адаптации культуры *Penicillium citrinum*, экзогенной регуляции биосинтеза фермента кератиназы и получения производственного посевного материала, культуру, выращенную на агаризованной среде Чапека три раза пересекали на модифицированной агаризованной среде Чапека с заменой сахарозы на жидкий кератин волос (1%) и соевую муку (1%). Оптимальную массовую долю компонентов модифицированной питательной среды устанавливали опытным путем в процессе исследований.

На следующем этапе полученный посевной материал в виде суспензии микроорганизмов в количестве 10^8 КОЕ на 100 см^3 питательной среды использовали для культивирования на модифицированной питательной среде Чапека с частичной заменой сахарозы (0,5% сахарозы), с жидким кератином для волос (11%) и соевой мукой (2%) глубинным способом при температуре $26 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 5 суток. Затем культуральную

жидкость фильтровали, из фильтрата культуральной жидкости с помощью гель-фильтрации выделяли материал, обладающий кератиназной активностью $13,7 \pm 0,2$ КЕ/мг. Кератиназную активность в фильтратах культуральной жидкости определяли модифицированным методом Anbu et al.

На следующем этапе полученный материал с помощью аффинной хроматографии очищали, получали ферментный препарат кератиназу, активность которого возрастает в среднем до $271,5 \pm 0,2$ КЕ/мг. Затем полученный фермент направляли на лиофилизацию, фасовку, упаковку и хранение.

В результате проведенных исследований разработана биотехнология производства ферментного препарата кератиназы, установлены компоненты модифицированной питательной среды для получения посевного материала и глубинного культивирования культуры и их оптимальные массовые доли. Трехкратный пересев культуры *Penicillium citrinum* на модифицированной агаризованной среде с кератином волос и соевой мукой позволил снизить продолжительность культивирования до 5 суток, увеличить накопление биомассы культуры, и получить ферментный препарат с кератиназной активностью $271,5 \pm 0,2$ КЕ/мг.

Список литературы

1. Tolkacheva, A. A. Industrial Enzymes-review of the market of enzyme preparations and prospects for its development /A. A. Tolkacheva, D. A. Cherenkov, O. S. Korneeva, P.G. Ponomarev // Vsuet Bulletin, 2017. – Vol. 79 (4). – P.197–203.
2. Onifade, A. A. A review: potentials for biotechnological application of keratin-degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of feathers and other keratins as livestock feed resources /A. A. Onifade, N. A. Al-Sane, A. A. Al-Mussallam // Bioresource Technol., 1998. – Vol. (66). – P. 1–11 (3).
3. Evelise, Bacha. Production, one-step purification, and characterization of a keratinolytic protease from *Serratia marcescens* P3 / Evelise Bacha, Voltaire Sant'Anna, Daniel Joner Daroitb, Ana Paula Folmer Correaa, Jeferson Segalinc, Adriano Brandellia // Process Biochemistry, 2012. – Vol. (47). – P. 2455–2462 (2).
4. Gupta, R. Microbial keratinases and their prospective applications: an overview / R. Gupta, P. Ramnani // Appl. Microbiol. Biotechnol., 2006. – Vol. 70 (1). – P. 21–33 (4).
5. Красникова, Ю. В. Об актуальности производства в России фермента кератиназы микробного происхождения /Ю. В. Красникова, С. И. Артюхова // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: российский и зарубежный опыт». Сборник материалов Межд. науч.-практ. конф., 29 марта 2019 года, г. Омск, ОмГАУ. – С. 265–270.
6. Brandelli, A. A. Biochemical features of microbial keratinases and their production and applications/ A. Brandelli, J. D. Daroit, A. Riffel // Appl. Microbiol. Biotechnol., 2010 – Vol. (85). – P. 1735–1750 (5).
7. Zhang, J. *Bacillus oceanisediminis* sp. nov., isolated from marine sediment / J. Zhang, J. Wang, C. Fang, F. Song, Y. Xin, L. Qu, K. Ding // Int J Syst Evol Microbiol., 2010. – Vol. (60). – P. 2924–2929.
8. Kumar, E. A novel serine alkaline protease from *Bacillus altitudinis* GVC11 and its application as a dehairing agent / E. Kumar, M. Srijana, K. Kumar, N. Harikrishna, G. Reddy // Bioprocess Biosyst Eng., 2011. – Vol. (34). – P. 403–409.
9. Anbu, P. Secretion of keratinolytic enzymes and keratinolysis by *Scopulariopsis brevicaulis* and *Trichophyton mentagrophytes*: regresson analysis. / P. Anbu, S. C. B. Gopinath, A. Hilda, N. Mathivanan, G. Annadurai // Can. J. Microbiol. 2006. – Vol. (52). – P. 1060– 1069.
10. Культура *Penicillium citrinum*. – Режим доступа: <https://www.ufo-com.net/upload/iblock/767/210417-icon04.jpg> – Дата обращения: 20.09.2020.

УДК 602.4:57.085.23

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ БИОМАССЫ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ**

Л. К. Асякина, Л. С. Дышлюк, А. А. Степанова

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время активно изучается вопрос получения биологически активных веществ (БАВ) из альтернативных источников, а также методы и параметры выделения БАВ. В качестве таких источников могут выступать каллусные и суспензионные культуры клеток, корневые культуры *in vitro* лекарственных растений. Поэтому разработка метода экстракции БАВ и подбор параметров процесса из биомассы клеточных культур становится все более значимым [1].

Для определения оптимального метода экстракции с целью получения экстрактов, содержащих большое количество БАВ, предварительно изучали эффективность различных экстракционных систем, в роли которых выступали органические растворители, такие как метанол, этилацетат, ацетон, изопропанол, диэтиловый эфир, 70 %-ный этанол в отношении интактных растений при комнатной температуре. В качестве опытных образцов выступали лекарственные растения Сибирского Федерального Округа: шлемник байкальский, шлемник андраховидный, шлемник обыкновенный, родиола розовая, левзея сафлоровидная, лапчатка белая, женьшень, элеутерококк, ятрышник, кодонопсис мелковолосяный, любка двулистная, диаскорейя, лимонник китайский, сапожниковия растопыренная [2].

Процесс экстрагирования БАВ осуществляли следующим образом. Брали навески массой 3 г сухих образцов лекарственных растений и помещали в пробирки на 50 мл. В каждую пробу вносили по 40 мл соответствующего органического растворителя, отправляли на шейкер для перемешивания продолжительностью 1 час. Полученный в результате перемешивания раствор подвергали фильтрованию. Для исключения взвешенных частиц дополнительно проводили центрифугирование образовавшегося фильтрата при 4000 об./мин. Далее взвешивали колбу объемом на 100 мл и вносили фугат для упаривания при пониженном давлении. После проведенного процесса упаривания колбы с высушенными образцами взвешивали и получали выход экстракта. Затем с целью количественного определения выхода сухих веществ в экстрактах проводили растворение выпаренных образцов в минимальном объеме растворителя, и полученный фракционный состав был подвергнут испытаниям с помощью метода тонкослойной хроматографии (ТСХ). Результаты ТСХ, которые были получены для каждого образца лекарственного растения, исследовали для обнаружения веществ свидетелей – кверцетина, мангиферина, лютеолина, рутина, кверцетин-2-D-глюкозида, кофейной кислоты, коричной кислоты, феруловой кислоты, синапиновой кислоты, мальвидина [3, 4].

ТСХ проводили по методике согласно ОФС.1.2.1.2.0003.15. По завершению процесса упаривания растворителя из тотального экстракта сухой материал был растворен в 1 мл подходящего экстрагента (метанол, хлористый метилен, ацетон). Стеклянным капилляром наносили каплю полученного раствора в виде пятна на пластинку для проведения ТСХ. Пластину отправляли в камеру для тонкослойной хроматографии, в которую был помещен соответствующий элюент. В случае проведения хроматографии на силикагеле без модификации процесс осуществляли в градиентном режиме в системе $\text{CH}_2\text{Cl}_2:\text{MeOH}$ с градиентом метанола 0–10 %, с шагом в 1 %. В случае обращенно-фазовой хроматографии использовали элюентную систему $\text{H}_2\text{O}:\text{MeCN}$ с градиентом ацетонитрила 0–20 % с шагом 2 %, в качестве модификатора служила трифторуксусная кислота, добавляемая в количестве 0,1 % [5].

В результате исследования эффективности различных экстрагирующих систем получены средние значения выхода сухих веществ в тотальных экстрактах. Результаты определения выхода тотального экстракта в зависимости от природы растворителя представлены в таблице 1.

Таблица 1

Эффективность экстракции биологически активных веществ из биомассы каллусных культур различными растворителями

Наименование растения	Выход тотального экстракта %					
	метанол	этилацетат	ацетон	изопропанол	диэтиловый эфир	70% этанол
Левзея сафлоровидная	5,71±0,57	1,78±0,18	0,23±0,02	4,01±0,40	1,06±0,11	3,89±0,39
Родиола розовая	2,88±0,29	1,64±0,16	0,75±0,08	6,12±0,61	1,03±0,10	3,70±0,37
Шлемник байкальский	3,12±0,31	1,53±0,15	4,62±0,46	2,74±0,27	0,87±0,09	2,32±0,23
Шлемник андрахновидный	1,89±0,19	1,21±0,12	0,37±0,04	2,17±0,22	0,41±0,04	6,41±0,64
Лапчатка белая	3,61±0,36	1,27±0,13	0,31±0,03	1,70±0,17	0,73±0,07	5,11±0,51
Женьшень	2,32±0,23	1,50±0,15	5,24±0,52	3,87±0,39	1,17±0,12	1,12±0,11
Шлемник обыкновенный	1,78±0,18	0,89±0,09	0,46±0,05	2,05±0,21	0,43±0,04	6,27±0,63
Элеутерокок	7,43±0,74	0,93±0,09	0,18±0,02	2,07±0,21	0,56±0,06	4,81±0,48
Ятрышник	2,93±0,29	1,97±0,20	0,11±0,01	2,13±0,21	6,71±0,67	4,53±0,45
Кодонопсис мелковолосястый	2,14±0,21	2,10±0,21	0,36±0,04	1,56±0,16	0,59±0,06	4,47±0,45
Любка двулистная	2,58±0,26	0,57±0,06	7,37±0,74	0,68±0,07	0,74±0,07	4,21±0,42
Диаскорейя	6,76±0,68	0,74±0,07	0,51±0,05	0,93±0,09	0,37±0,04	4,77±0,48
Лимонник	2,53±0,25	1,32±0,13	0,61±0,06	1,58±0,16	0,27±0,03	4,35±0,44
Сапожниковия растопыренная	3,12±0,31	1,47±0,15	0,14±0,01	5,31±0,53	0,51±0,05	3,91±0,39

Согласно приведенным данным в таблице 1 в процессе исследовательской работы были подобраны экстрагирующие системы, показывающие наиболее высокий выход тотального экстракта, применяя технику по Сокслету. Так, например, ацетон как органический растворитель выбран для получения тотальных экстрактов женьшеня, шлемника байкальского, любки двулистной. Метанол может использоваться для выделения экстрактов каллусов лекарственных растений левзеи сафлоровидной, элеутерокока, диаскорейи. Изопропанол может быть применен в качестве растворителя с целью получения экстрактов из каллусов растительных клеток родиолы розовой и сапожниковии растопыренной. Водный раствор этилового спирта с массовой долей 70 % подходит для получения экстрактов комплекса БАВ из высушенной биомассы каллусных культур клеток шлемника андрахновидного, шлемника обыкновенного, кодоносиса мелковолосястого, лимонника и лапчатки белой. Экстракты

комплекса БАВ из высушенной биомассы каллусных культур клеток ятрышника можно получить, применяя в качестве органического растворителя диэтиловый эфир.

На следующем этапе работы планируется осуществление подбора оптимальных параметров экстракции комплекса БАВ из высушенной биомассы каллусных культур изучаемых растений.

Финансовая поддержка исследования была предоставлена Минобрнауки России в рамках выполнения работ ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», соглашение № 075-02-2018-223 от 26.11.2018, № 075-15-2019-1362 от 14.06.2019 г.

Список литературы

1. Получение и изучение каллусных культур клеток женьшеня вьетнамского *Panax vietnamensis* На et Grushv / Г.И. Соболюкова, Д.В. Кочкин, М.В. Титова [и др.] // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2018. – № 3. – С. 39–49.
2. Лукин А.А. Разработка технологии функционального напитка на основе молочной сыворотки с использованием биологически активных веществ лекарственных растений Сибири: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.18.04 / Лукин Андрей Андреевич. – Кемерово, 2019. – 127 с.
3. Патент РФ № 2724487. Способ экстракции комплекса биологически активных веществ из биомассы корневой культуры *in vitro* лапчатки белой (*Potentilla Alba L.*)» / Просеков А.Ю., Бабич О.О., Дышлюк Л.С., Асякина Л.К., Милентьева И.С., Заушинцева А.В.; заявитель и патентообладатель Кемеровский государственный университет. – № 2019132883; заявл. 16.10.2019; опубл. 23.06.2020.
4. Патент РФ № 2714403. Способ получения корневой культуры *in vitro* *Potentilla Alba L.* – продуцента флавоноидов / Бабич О.О., Заушинцева А.В., Милентьева И.С., Просеков А.Ю., Лукин А.А.; заявитель и патентообладатель КемГУ. – № 2019108252; заявл. 22.03.2019; опубл. 14.02.2020.
5. Патент РФ № 2726067. Способ получения биологически активных веществ-адаптогенов в клеточной культуральной культуре Родиолы розовой (*Rhodiola Rosea L.*) / Просеков А.Ю., Бабич О.О., Дышлюк Л.С., Асякина Л.К., Заушинцева А.В., Милентьева И.С.; заявитель и патентообладатель КемГУ. – № 2019132882; заявл. 16.10.2019; опубл. 08.07.2020.

УДК 621.926.5

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ОБЖАРЕННОГО КОФЕ В ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ

М. И. Аухадиева, И. А. Дубков, Н. З. Дубкова

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань,
Россия

Кофе - напиток, широко популярный во всем мире, и его потребление неуклонно увеличивается с каждым годом. Кофе имеет различные физико-химические характеристики, такие как цвет, количество влажность, pH и летучие соединения. Коммерческий кофе может иметь цвет от светло-коричневого до темно-коричневого в зависимости от степени обжарки [1]. Влажность обжаренных кофейных зерен составляет 8–12%. Содержание влаги влияет на форму, pH, плотность и летучие соединения кофейных зерен. В последние годы в России произошло значительное увеличение потребления кофе, что привело к его превышению по отношению к рынку чая, как по отпускным, так и по розничным ценам.

В последнее время благодаря уникальному составу и свойствам, растущий интерес потребителей был направлен на экологию кофе. Научные исследования показали, что оба биологически активных компонента кофе (фенольные кислоты и кофеин) играют профилактическую роль в борьбе с различными дегенеративными заболеваниями современного общества.

Зеленые кофейные зерна богаты фенольными кислотами, особенно хлорогеновой кислотой и родственными ей соединениями, проявляющими гипотензивное действие. Хлорогеновая и кофейная кислоты, основные фенольные соединения зеленого кофе, проявляют антимуtagenные, антиканцерогенные и антиоксидантные свойства, которые связаны со способностью улавливать активные формы кислорода. Кроме того, эти соединения были предложены в качестве ингибиторов воспаления и продвижения опухоли через дезактивацию ряда прооксидантных ферментов, таких как липоксигеназа.

Предлагается технология натурального порошкового кофе, обладающего быстрой растворимостью гранулированного растворимого кофе, при этом качественные показатели которого соответствуют натуральному молотому кофе.

Кофейные зерна подвергаются очистке и калибровке. Далее кофейные зерна обжаривают при температуре 210-220 °C до цвета, соответствующего необходимой степени обжарки. В циклоне удаляют отделившуюся при обжаривании оболочку зерен. Перед измельчением обжаренный кофе охлаждают до температуры не более 30-35 °C.

Измельчение предлагается проводить в вибрационной шаровой мельнице [1]. Основными рабочими параметрами, определяющими интенсивность измельчения кофейных зерен, являются амплитуда и частота колебаний. Для измельчения материалов различной прочности ускорение вибрации выбирают в пределах 10-40 g.

Параметры вибрации для оптимального измельчения были выбраны следующие: амплитуда колебаний $A = 0,001$ м, частота вращения вала вибратора $n = 3400$ об/мин, критерий Фруда $Fr = 13$ [2]. Мелющими телами являются шары и ролики с диаметром 10-15 мм. Их межпоровый объем при равном соотношении типоразмеров составляет 34,76 %.

В качестве сырья использовали обжаренные зерна кофе сорта Арабика.

Экспериментальные исследования по измельчению обжаренного кофе проводились на лабораторной вибрационной шаровой мельнице с объемом камеры 0,4 л. (рис. 1).

Перед началом работы проверяем исправность амортизаторов, крепление их к стойкам, надежность крепления дебалансов и движущихся частей установки. Опробуем установку кратковременным включением на 1-3 минуты. Производим загрузку мелющих тел и зерен кофе в вибрационную шаровую мельницу через загрузочную горловину, предварительно сняв крышку, когда установка находится в стационарном режиме.

Закрываем крышку и включаем вибрационную мельницу. Через каждые 30-40 минут отключаем установку, открываем крышку корпуса и отбираем в кюветы пробы кофе, предварительно взвешенные на лабораторных весах. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 1.

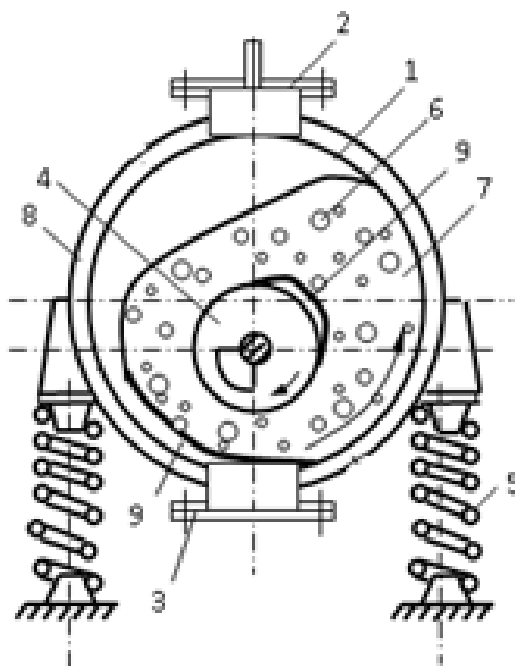


Рис. 1. Вибрационная шаровая мельница: 1 – корпус; 2 загрузочный люк; 3 – люк для выгрузки; 4 – вал с дебалансами; 5 – упругие опоры; 6 - мелющие тела; 7- материал; 8 – стенка корпуса; 9 – серповидный зазор

Таблица 1

Результаты экспериментальных данных измельчения зерен кофе в вибрационной шаровой мельнице

Сито	Количество пробы, в граммах				
	Время отбора пробы, в минутах.				
	0	30	40	50	60
1	100	14,2	7,72	3,54	1,8
0,63		20,5	14,42	6,24	3,86
0,315		2,7	1,3	0,41	0,27
0,2		22,92	23,5	15,44	12,51
0,16		9,02	8,01	10,71	9,27
0,05		0,2145	41,3	58,4	66,29

Обработка экспериментальных данных заключается в нахождении эквивалентного диаметра частиц с течением времени.

По опытным данным строим график изменение эквивалентного диаметра материала во времени $d_{\text{э}} = f(\tau)$ (рисунок 2).

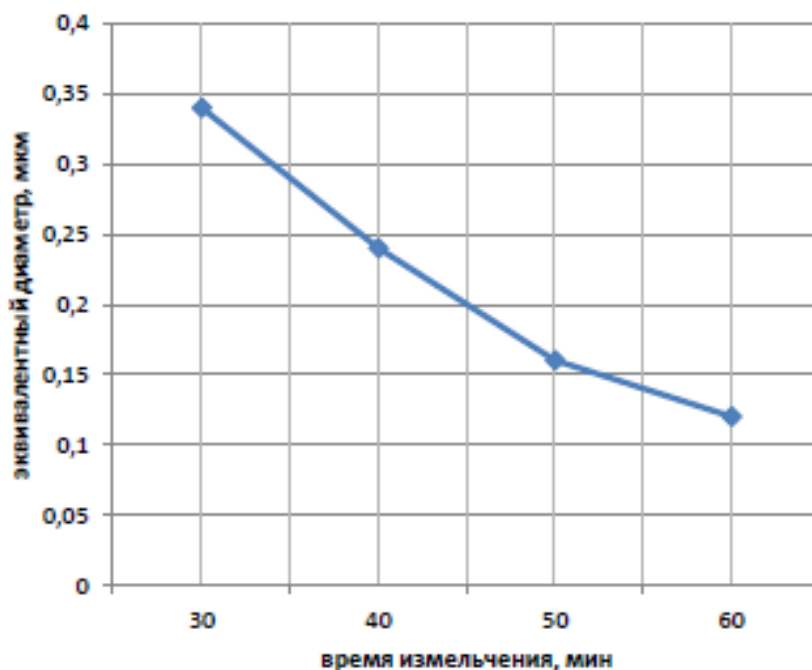


Рис. 2. Изменение эквивалентного диаметра во времени

Таким образом, можно сделать вывод, что показатель дисперсности кофе увеличивается в среднем приблизительно на 0,014 каждые 10 минут, до достижения необходимого состояния зерен, которое было достигнуто по истечении 60 минут.

Полученный напиток из порошка кофе оценивали органолептически. Аромат напитка ярко выраженный, насыщенный и имеет вкус натурального кофе, долго сохраняет вкусовые качества натурального кофе и потеря ароматических веществ незначительная.

Список литературы

1. Пат. 2229340 Российская Федерация, МПК 7 В 02 С 17/14 А. Вибрационная шаровая мельница / Дубкова Н.З. [и др.]; заявитель и патентообладатель Дубкова Н.З. - № 2002117225/03; заявл. 27.06.2002; опубл. 2004, Бюл.№ 15.
2. Дубкова, Н. З. Кинетика измельчения в вибрационной сушилке-мельнице при производстве порошков из растительного сырья / Н.З. Дубкова, Г.И. Иванова, З.К. Галиакберов, Н.А. Николаев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2002. - № 5-6 (270-271). - С. 35-38
3. Дубкова, Н.З. Влияние амплитуды колебаний вибрационного аппарата на затраты мощности / Н.З. Дубкова // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т. 17. - № 19. - С. 274-275.

УДК 664:641.83

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТЕПЛОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ ЧЕРЕШНЕВОГО КОМПОТА ГОРЯЧИМИ ВОЗДУХОМ И ВОДОЙ С ВОДЯНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

М. М. Рахманова*, М. Э. Ахмедов**, А. Ф. Демирова**

* ГБПОУ РД «Технический колледж», г. Махачкала, Россия

** Дагестанский государственный университет народного хозяйства, г. Махачкала, Россия

Самым надежным и распространенным способом производства консервов длительного хранения является тепловая стерилизация [1,2].

Хотя, по обеспечению максимального сохранения пищевой ценности консервируемых продуктов, отличается кратковременная температурная обработка – асептическое консервирование, но использование этого способа для консервированных компотов не представляется возможным, так как, оно приемлемо для продуктов гомогенной консистенции.

А стерилизационные режимы, используемые для тепловой обработки консервированных компотов, характеризуются жесткой термообработкой, что приводит к значительному ухудшению пищевой и биологической ценности готовой продукции [3].

Целью данной работы было изучение возможности совершенствования технологии производства консервированных компотов с использованием взамен традиционных стерилизационных режимов, новых, многоуровневых высокотемпературных стерилизационных режимов с вращением стеклобанок.

При этом, предварительный нагрев стеклобанок с продуктом в потоке нагретого воздуха до 80⁰С обеспечивает предотвращение термического боя при последующей стерилизации в ванне с водой температурой 100⁰С, использование которого на второй ступени нагрева обеспечивает интенсификацию процесса тепловой обработки, так как коэффициент теплоотдачи воды значительно выше, чем воздуха.

Для сравнительной оценки новых стерилизационных режимов, был изучен традиционный стерилизационный режим: $\frac{25 - 30 - 25}{100} \cdot 118 \text{кПа}$.

Результаты исследований подтвердили недостатки традиционного стерилизационного режима, заключающиеся как в значительной продолжительности стерилизационного режима, равном 80 минут, но и существенной неравномерностью термообработки продукта в самой стеклобанке, причем коэффициент неравномерности, определяемый отношением стерилизующего воздействия пристеночных и центральных слоев продукта, достигает до значений 1,8 и более, подтверждающий, что периферийные слои продукта получают почти двухкратную тепловую нагрузку, что естественно снижает пищевую ценность готового продукта.

Для реализации нового способа термообработки консервируемых продуктов было изучено температурное поле стеклобанки с продуктом, с учетом обеспечения равномерной термообработки пристеночных и центральных слоев продукта в стеклобанке, которая обеспечивается вращением стеклобанок в процессе термической обработки.

Многоуровневую высокотемпературную стерилизацию осуществляли по новому стерилизационному режиму: $42 \cdot \frac{10}{150(7,0)} \cdot \frac{12}{100} \cdot \frac{5}{80} \cdot \frac{5}{60} \cdot \frac{5}{40} \cdot 0,16$ (рис.1), где 42- начальный температурный уровень продукта в стеклобанке, ⁰С; 10 -длительность первой ступени нагрева в потоке горячего воздуха с температурным уровнем 150⁰С и скоростью 7,0 м/с, мин; 12 – длительность второй ступени нагрева в кипящей воде, мин; 5, 5 и 5 соответственно длительности ступеней охлаждения в воде с температурами - 80, 60 и 40⁰С, мин; 0,16- частота вращения стеклобанки, с⁻¹.

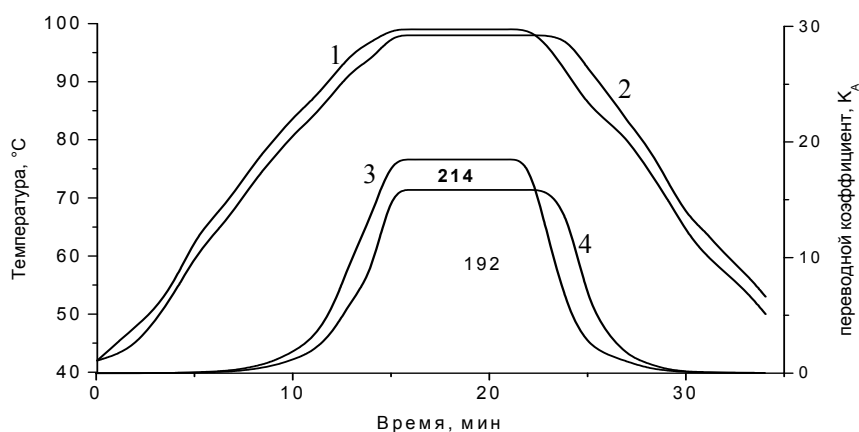


Рис. 1. Графики изменения температуры (1,2) и летальности (3,4) в пристеночной (1,3) и центральной (2,4) областях стеклобанки емкостью 1,0 литров при многоуровневой высокотемпературной ротационной стерилизации компота черешневого по новому стерилизационному режиму

Оценка величин стерилизующих эффектов подтверждает, что новый стерилизационный режим обеспечивает промышленную стерильность консервов [2], снижает длительность температурного воздействия на продукт на 43 минуты, с одновременным обеспечением ее равномерности, и как результат обеспечить повышение пищевой ценности готового продукта (рис.2).

Содержание витамина С в компоте из черешни, стерилизованном по традиционному и новому, многоуровневому и высокотемпературному стерилизационному режиму с вращением стеклобанок приведено на рисунке 2.

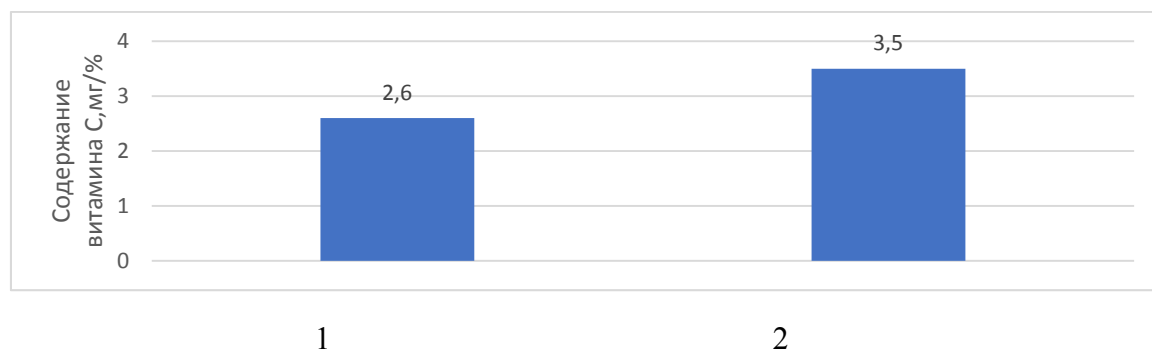


Рис. 2. Содержание витамина С в компоте, стерилизованном по режимам: 1-традиционной технологии; 2 -по-новому, многоуровневому стерилизационному режиму

Список литературы

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т-2, М., 1977г.
2. Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С. Гришин М.А. «Основы стерилизации пищевых продуктов», М. Агропромиздат. 1986
3. Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А. Стерилизация компотов в стеклянной таре СКО 1-82-1000 со ступенчатым нагревом и охлаждением в статическом состоянии. // Известия вузов. Пищевая технология. - 2010.- № 4 С.88-90.

УДК 663.2:574

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ МЕЗГИ НА ИНДЕКС БРИКСА

К. В. Балаогланова, Н. С. Гадимова

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, г. Гянджа,
Азербайджанская Республика

После измельчения яблок, различающихся по состоянию (т.е. в разной степени здоровых и поврежденных) мезгу добавляли разные количества ферментного препарата (50 г/т, 100 г/т, 150 г/т) [1]. Был приготовлен 1 %-й раствор, который использовали для обеспечения хорошего смешивания фермента с образцами. На каждые 4 кг измельченной пробы брали 20 мл/литр 1% раствора фермента в дозе 50 г/т, 40 мл/литр для 100 г/т и 60 мл/л для 150 г/т. Как упоминалось, все образцы перед добавлением ферментов нагревали до 30 ° С. После добавления фермента из каждого образца брали образцы через 20 (40 минут) после первоначального (0 минут) и немедленно замораживали при температуре -18 ° С. Таким образом, были получены образцы, показывающие, как происходит ферментация в любой момент времени. Фермент fruktozyum MA-X Press, Erbsl, GmbH и Co (Германия) использовали в качестве ферментов измельчения в яблочном пюре с различной степенью гниения. При оценке значений выборки по шкале Брикса было определено, что этот показатель имеет разные значения (таблица 1 и таблица 2).

Таблица 1

Показатели индекса Брикса при использовании ферментным препаратом (в дозе 50 г/т)

Варианты продолжительности настаивания на мезге (в минутах)	Индекс Брикса в зависимости от здоровья		
	Здоровые	Полугнилые	Полностью загнившие
I -0	10,4	13,89	12,94
II -20	11,7	13,81	12,98
III - 40	11,5	13,28	12,40
IV - 60	11,6	13,16	12,71

Таблица 2

Индекс Брикса ферментированного фруктового пюре в зависимости от степени здоровья (с добавкой 150 г/т FP)

Варианты продолжительности настаивания на мезге (в минутах)	Индекс Брикса в зависимости от здоровья		
	Здоровые	Полугнилые	Полностью загнившие
I -0	10,86	14,15	12,90
II -20	12,73	12,92	13,08
III - 40	10,65	13,21	13,40
IV - 60	11,46	13,36	12,25

Как видно из таблиц, показатели Брикса были разными при обработке здорового яблочного пюре разными дозами ферментных препаратов. Когда ферментный препарат был добавлен в дозе 50 г/тонну, она варьировала от 10,4 до 11,7 по шкале Брикса, от 13,42 до 13,86 по шкале Брикса при полураспаде, а при показателях 12,40 до 12,98 по шкале Брикса при полном распаде. Как видно, показатель Брикса у здоровых яблок примечателен тем, что он низкий у гнилых яблок. В этом отношении полусгнившее яблочное пюре имело более высокий индекс Брикса, чем полностью прогнившее яблоко во всех образцах. В целом, индекс Брикса здоровых яблок был ниже, чем у полусгнивших и полностью гнилых яблок. Аналогичную картину можно наблюдать и с количеством используемых ферментных препаратов. Таким образом, цены на образцы ферментных препаратов в количестве 50 г по шкале Брикса были ниже, чем на образцы ферментов 100 г/т и 150 г/т.

После измельчения образцов различных здоровых яблочных продуктов ферментными препаратами определяли их кислотность.

Установлено, что кислотность образцов, полученных при обработке пюре из здоровых яблок ферментными препаратами, составила 0,25-0,35 г, образцов из полусгнивших яблок 0,43-0,50 и образцов, полученных из пюре из полностью сгнивших плодов 0,89-0,97 г. варьируется от 100 г. Как видно показатели кислотности у здоровых фруктов были намного ниже, чем у гнилых. Анализируя полученные данные становится ясно, что повышение кислотности относительно полусгнивших плодов составило 25-60 %, в то время как в полностью гнилых фруктах это увеличение было более 100%.

На основании вышеизложенного можно отметить, что степень Брикса также увеличивалась с увеличением распада в образцах. Этот процесс можно объяснить разложением более крупных комплексных соединений и превращением их в растворимое сухое вещество под действием разложения. У полусгнивших или полностью гнилых плодов этот процесс протекает глубже.

Список литературы

1. Балогланова, К.В. Влияние гнили яблони и способа обработки на качество продукции. // Балогланова К.В. Азербайджанская аграрная наука, №1, - 2019, - с. 184–187.

УДК 615.32:613.2

РАЗРАБОТКА НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ С НАПРАВЛЕННЫМ СИСТЕМНЫМ ДЕЙСТВИЕМ

Г. А. Белавина

Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кемерово, Россия

В современной науке о питании – нутрициологии, основным направлением является разработка специализированных продуктов с применением природных биологически активных комплексов с направленным функциональным действием. В России, как и во всем мире в целом, с использованием научно-технологических и социально-экономических достижений особое внимание стало уделяться рационализации питания различных групп населения, профилактике заболеваний алиментарного характера, продлению жизни и работоспособности [3, 4].

Для решения вышеназванной проблемы реализуется разработка специализированных продуктов, в том числе биологически активных добавок к пище различной функциональной направленности с использованием растительных, природных ресурсов лечебно-профилактического назначения, представителями которого являются: кошачий коготь (*Uncaria Tomentosa*); листья персика (*Prunus persica*); гриб шиитаке (*Lentinus edodes*); эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea*); кора ивы белой (*Salix alba*); зеленый чай (*Camellia sinensis*).

С учетом норм рекомендуемой суточной потребности населения Российской Федерации в пищевых веществах, были составлены три специализированных продукта на основе экстрактов указанных растений, с добавлением микроэлементов и витаминов, а также без их включения. Биологически активные комплексы состояли из следующих компонентов:

1) экстракт коры кошачьего когтя. За счет высокого содержания танинов, галловой кислоты и алколоидов применяется как иммуномодулирующий, противоопухолевый, противоаллергический, противовирусный препарат. Кора кошачьего когтя по своим иммуномодулирующим свойствам превосходит женьшень, эхинацею, пау дарко, элеутерококк и многие другие лечебные растения;

2) экстракт листа персика, токоферола ацетат, β -каротин и аскорбиновая кислота. Биокomплекс позиционируется как специализированная антиоксидантная добавка к пище для защиты организма от воздействия свободных радикалов и повышения функциональной активности иммунной системы. Эффективность БАД основана на синергических свойствах биологически активных веществ экстракта листа персика;

3) экстракты эхинацеи пурпурной, гриба шиитаке, коры ивы белой и зеленого чая с добавлением L-лизина, витаминов B₁, B₉, B₁₂, C и E, цинка цитрата, кверцетина и рутина. Эффективность и функциональная направленность специализированного продукта доказаны его включением в рацион пациентов с острыми респираторными вирусными инфекциями. Прием фитокомплекса обеспечивал снижение клинических проявлений инфекционного вирусного заболевания путем сокращения длительности острой фазы.

Общая схема производства биологически активных комплексов в капсулированной форме представлена на рисунке 1.

Технологические параметры производства биокomплексов на основе растительных экстрактов исключают высокие температурные режимы. Использование желатиновых кишечнорастворимых капсул, наряду с щадящими технологическими параметрами, значительно снижают риск снижения качества биологически активных добавок за счет предотвращения попадания влаги и кислорода. Такая технология приводит к минимальной возможности развития гидролитических и окислительных реакций [1, 2].

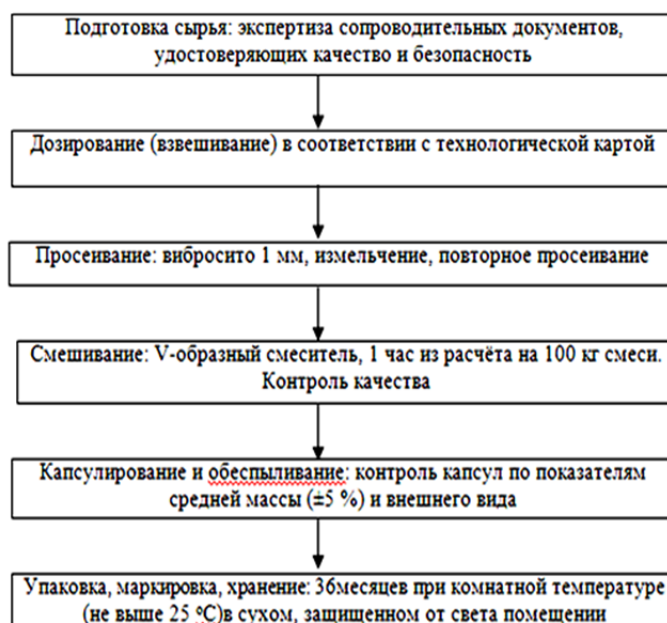


Рис. 1. Схема производства биологически активных добавок в капсулированном виде

В соответствии с требованиями ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического питания» [5], разработанные специализированные продукты с направленным системным действием прошли санитарно-токсикологический, санитарно-гигиенический, органолептический и физико-химический контроль.

Технология растительных биоконплексов апробирована в производственных условиях научно-производственного объединения «Арт Лайф» (г. Томск).

Список литературы

1. Позднякова, О.Г. Технология переработки растительного сырья в биологически активный природный комплекс лечебно-профилактического назначения / О.Г. Позднякова, Г.А. Белавина, А.Н. Австриевских, В.М. Позняковский // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2019. – № 3. – С. 68–76.
2. Позднякова, О.Г. Новый функциональный продукт иммуномодулирующей направленности на основе экстракта персика / О.Г. Позднякова, Г.А. Белавина, А.Н. Австриевских, В.М. Позняковский // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – № 6. – С. 50–55.
3. Позняковский, В.М. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки / В.М. Позняковский, О.В. Чугунова, М.Ю. Тамова. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 143 с.
4. Просеков, А.Ю. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: Учебник / А.Ю. Просеков, О.А. Неверова, Г.Б. Пищиков, В.М. Позняковский. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, – 2-е изд., перераб. и доп. – 262 с.
5. Технический регламент ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического, лечебного и диетического профилактического питания»: утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии от 5 июня 2012 г. № 34. – 26 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902352823>.

УДК 577.325

ОЦЕНКА ПРОТЕКТОРНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАТРИЦЫ ХИТОЗАНА ПО ОТНОШЕНИЮ К КОЛЛАГЕНАЗЕ ПРИ АДСОРБЦИОННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ

Т. Н. Беляева, М. Г. Холявка, В. Г. Артюхов

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

Протеолитические ферменты широко применяются в самых разных отраслях деятельности человека. В пищевой промышленности протеазы используются для улучшения технологических свойств и увеличения выхода продукции.

Коллагеназа является одной из наиболее перспективных в данной области протеаз за счёт своей высокой специфичности к коллагену, входящему в состав соединительных тканей и ответственному за прочность красных мясных продуктов. Помимо мясной промышленности, она применяется в пивоварении для очищения пива от белков, обуславливающих помутнение, и стабилизации пива [1, 2].

Применение растворимых форм ферментов осложнено их быстрой инактивацией в результате протеолиза, а также значительной потерей активности при отклонении физико-химических параметров реакционной среды от оптимальных значений. Иммобилизация энзимов на нерастворимых носителях позволяет повысить их стабильность, расширить или сдвинуть зону оптимальных значений физико-химических параметров среды. Выбор носителя и способа иммобилизации определяет свойства гетерогенного биокатализатора. В зависимости от условий предполагаемой области применения препарата, желательными или необходимыми могут быть различные изменения оптимума функционирования фермента [3].

Перспективным и широко используемым для иммобилизации протеаз носителем является хитозан — деацетилированная производная хитина, обладающая свойствами полиэлектролита [4]. Хитозан является нетоксичным, биосовместимым и биоразлагаемым полимером, который обладает антибактериальной, фунгицидной и противовирусной активностью, радиопротекторным действием (преимущественно низкомолекулярные формы). Особенности химического строения хитозана позволяют использовать его для различных типов иммобилизации ферментов: адсорбционной, ковалентной, путём включения в гель [5-8].

Нами были исследованы физико-химические свойства свободной и иммобилизованной на матрице среднемолекулярного и высокомолекулярного хитозанов коллагеназы и оценены протекторные возможности матрицы хитозана по отношению к ферменту.

Гетерогенные биокатализаторы были получены методом адсорбционной иммобилизации коллагеназы на кислоторастворимых среднемолекулярном ($M_r = 200$ кДа, степень деацетилирования – 82 %) и высокомолекулярном ($M_r = 350$ кДа, СД = 94.85 %) хитозанах. Была изучена зависимость протеолитической активности свободной коллагеназы и полученных гетерогенных биокатализаторов от pH среды и температуры инкубации, а также исследована закономерность термоинактивации образцов при экстремальных температурах (80 и 90 °C). В качестве субстрата для гидролиза выступал азоказеин.

Каталитическая активность свободной и иммобилизованной на матрице хитозана коллагеназы в зависимости от температуры была зарегистрирована в диапазоне от 25 до 90 °C после 120 минут инкубации. Установлено, что температурный оптимум для растворимой коллагеназы наблюдается при 37 °C, для иммобилизованной коллагеназы на среднемолекулярном и высокомолекулярном хитозанах – при 40 °C. После инкубации при 70 °C ферменты, сорбированные на высокомолекулярном и среднемолекулярном хитозанах и нативный сохраняли соответственно 65, 58 и 53 % каталитической способности.

Исследования зависимости протеолитической активности от pH среды проводили при 37 °C, время инкубации составляло 120 минут. Показано, что максимум активности нативного фермента наблюдается при значении pH, равном 7.5. Иммобилизованная на

среднемолекулярном и высокомолекулярном хитозанах коллагеназа оказалась высокоактивной в диапазоне pH от 7.0 до 7.5. Активность фермента в свободном и иммобилизованном состояниях заметно снизилась при pH 8.0. При pH 9.0 растворимая и иммобилизованная на среднемолекулярном и высокомолекулярном хитозанах коллагеназа была полностью инаktivирована.

Исследование закономерностей процессов термической инаktivации коллагеназы, свободной и иммобилизованной на матрицах кислоторастворимых хитозанов, показало, что нативная коллагеназа снижает свою каталитическую способность на 84 % под действием 80 °C после 10 минут инкубации, после 60 минут нагревания фермент полностью инаktivирован. Энзим теряет свою активность более чем на 90 % при 90 °C. Анализ кривых термоинаktivации коллагеназы показал, что иммобилизация фермента существенно не повышает его термоустойчивость при температурах 80 и 90 °C по сравнению с нативным энзимом: коллагеназа, иммобилизованная на матрице среднемолекулярного и высокомолекулярного хитозанов, практически полностью инаktivирована в условиях 80 и 90 °C.

Полученные в ходе исследования данные позволяют сделать следующие выводы. Иммобилизация коллагеназы на матрицах хитозана приводит к сдвигу оптимума функционирования в сторону более высоких температур (от 37 до 40 °C). Оптимальное значение pH для нативного фермента составило 7.5, а для сорбированного на матрицах хитозана энзима – 7.0-7.5. Иммобилизация коллагеназы на кислоторастворимых хитозанах не приводит к заметному повышению термостабильности биокатализатора при 80 и 90 °C.

Список литературы

1. Использование препаратов микробного синтеза для трансформации коллагенсодержащего сырья / В.Я. Пономарев, С.А. Морозова, Т.Н. Юнусова [и др.] // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 14. – С. 217-219.
2. Гордеева Л.Н. Применение ферментного препарата коллагеназы в пивоварении [фермент животного происхождения для повышения белково-коллоидной стабильности пива] / Л.Н. Гордеева // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2002. – №2. – С. 604.
3. Исследование процессов УФ-модификации свободной и иммобилизованной на матрице хитозана коллагеназы / М. Г. Холявка, С. М. Панкова, Ю. М. Вышкворкина [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2019. – Т. 59, № 1. – С. 63-67.
4. Гришин А.А. Хитин и хитозан: химия, биологическая активность, применение / А. А. Гришин, Н. В. Зорина, В. И. Луцкий // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. - №1 (6). – С. 29 - 34.
5. Строкова Н.Г. Современные способы переработки хитинсодержащего сырья / Н. Г. Строкова, А. В. Подкорытова // Труды ВНИРО. - 2018. – Т. 170. – С. 124 - 152.
6. Хитин / хитозан и его производные: фундаментальные и прикладные аспекты / В. П. Варламов, А. В. Ильина, Б. Ц. Щагдарова [и др.] / Успехи биологической химии. – 2020. - Т. 60. – С. 317 – 368.
7. Изучение закономерностей термической инаktivации свободного и иммобилизованного на матрице хитозана трипсина / В. А. Королева, Ф. А. Сакибаев, Т. Н. Шеломенцева [и др.] // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2018. – № 3. – С. 58-63.
8. Камская В.Е. Хитозан: структура, свойства и использование / В. Е. Камская // Научное обозрение. Биологические науки. – 2016. – № 6 – С. 36-42.

УДК 664.66

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МУКИ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И. А. Панкина, А. А. Бобырева

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия

В последние годы ухудшение экологического состояния окружающей среды, частые стрессы, неправильное питание и несбалансированность химического состава существующих продуктов являются основными причинами ухудшения здоровья человека: развития сахарного диабета, сердечно-сосудистых заболеваний и нарушения обменных процессов. В этой связи перед пищевой индустрией стоит актуальная проблема производства продуктов питания с повышенной пищевой ценностью. Один из способов ее решения – обогащение пищевых продуктов функциональными ингредиентами. Специалисты в области питания рекомендуют увеличивать в специализированных продуктах количество пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ, полиненасыщенных жирных кислот, про- и пребиотиков.

Именно поэтому в последние годы ведутся активные разработки функциональных пищевых продуктов в хлебопекарной промышленности [1]. Хлеб – один из самых распространенных продуктов питания, однако не является полноценным по химическому составу. Эту проблему решают добавлением в рецептуры хлеба функциональных ингредиентов. Разработчики новых видов пищевых продуктов рекомендуют использовать в качестве обогатителей различные виды пищевого сырья [2].

Одна из перспективных групп функциональных ингредиентов – растительное сырье. Это обусловлено тем, что в зависимости от вида растительное сырье содержит большое количество ценных веществ: макро- и микроэлементов, пищевых волокон, полифенолов, органических кислот, витаминов, белков и пр. В последние годы наибольшим потенциалом обладают экстракты и порошки из дикорастущего сырья. Есть отечественные и зарубежные разработки технологии производства хлебобулочных изделий с использованием порошка из плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), черемухи (*Prunus pádus*), плодов шиповника, высушенных и измельченных вегетативных частей мяты перечной, одуванчика и др. Используемые добавки способствуют ускорению процессов брожения теста и повышают пищевую ценность готовой продукции [3].

Наряду с дикорастущим сырьем используют муку различных видов нетрадиционных культур: муку из семян зернобобовых – сои, чечевицы, люпина, фасоли, гороха, муку из семян амаранта, чиа, сорго. При использовании муки из пшеницы производители обогащенных хлебобулочных изделий зачастую предпочитают использование цельнозерновой муки.

Считается, что мука цельнозерновая обойная – это продукт помола, не прошедший через сита.

Тип муки определяется достаточно просто – её целевым назначением. Пшеничную муку делят на три типа: хлебопекарная - тип для выпечки хлеба, общего назначения, кондитерская - приготовление сладких мучных изделий. Стоит упомянуть, что пшеничная мука высокого качества не имеет кристально белого цвета, ее цвет ближе к цвету слоновой кости, немного крахмальная на ощупь, но при этом должна иметь характерный хруст при сжатии.

В последнее время все больше людей выбирают здоровые продукты питания. Одни из них – хлебобулочные изделия из цельнозерновой муки, полученной однократным помолом неочищенных зёрен. Такая мука не имеет широкого применения при производстве сдобных хлебобулочных изделий, так как не обладает привычной воздушностью и не так хорошо поднимается, как белая. При этом цельнозерновая является более полезным продуктом, так как в ее состав входят полностью перемолотые зерна с оболочкой, содержащие клетчатку,

которая необходима для хорошей работы системы пищеварения. Цельнозерновая мука отличается от муки обычного белого сорта внешним видом, вкусом, особенностями в приготовлении и полезными свойствами. Термина цельнозерновая мука в стандартах Российской Федерации в настоящее время не существует. Отдельного ГОСТа на нее тоже нет.

Преимуществом цельнозерновой муки в том, что она богата витаминами В1, В3 и В5, а также рибофлавином и фолатами; содержит больше железа, кальция, белка и других питательных веществ, чем пшеничная мука высшего сорта.

В этой связи актуальным являлось провести исследования физико-химических показателей качества цельнозерновой муки отечественного производителя и сравнить с аналогичными показателями муки высшего сорта. Исследовали крупность помола различных видов муки с помощью ситового анализа: муки пшеничной хлебопекарной цельнозерновой «Французская штучка» (ЗАО «Комбинат хлебопродуктов Старооскольский») и муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта (ООО «Русские мельницы»).

Крупность помола является показателем качества муки и регламентируется нормативными документами. Она оказывает влияние на органолептические показатели готовых изделий.

Результаты исследования крупности помола муки пшеничной высшего сорта и обойной представлены в таблице.

Таблица 1

Результаты исследования крупности помола муки

Размер частиц	Высший сорт муки		Цельнозерновая мука	
	масса, г	Массовая доля, %	масса, г	Массовая доля, %
Более 0,5 мм	-	-	0,7±0,1	1,3±0,3
От 0,5 до 0,25 мм	0,2±0,1	0,4±0,2	5,9±0,2	11,8±0,5
Менее 0,25 мм	49,8±0,3	99,5±0,6	43,4±0,5	86,2±0,5

Как видно, у пшеничной муки высшего сорта большую часть составляют частицы с размером менее 0,25 мм. У обойной присутствуют более крупные частицы, что является нормой для данного сорта муки.

Чрезмерно тонкий помол нежелателен в процессах хлебопечения, так как обладает низкой влагопоглощательной способностью и слишком сильной клейковиной, в результате чего изделия получаются жесткие, имеют малый удельный объем и быстро высыхают. Тесто из муки с крупными частицами обладает пониженной способностью к ферментации, сбраживанию дрожжами.

По результатам проведения эксперимента также можно отметить, что крупность помола удовлетворяет требованиям, заявленных в нормативной документации для муки пшеничной.

Список литературы

1. Апарышева В.В. Порошкообразный продукт из плодов шиповника и рябины в технологии хлебобулочных изделий//Известия высших учебных заведений. Пищевая биотехнология. 2011; №5: 102-103.

2. Панкина И.А., Белокурова Е.С., Севастьянова А.Д. Использование семян нетрадиционных культур при создании мучных кондитерских изделий. Материалы всероссийской НПК «Здоровьесберегающие технологии в ВУЗе: состояние и перспективы». Орел. 2018: 142-147.

УДК 615.074

СРАВНЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕРАФИНИРОВАННОГО И РАФИНИРОВАННОГО ПОДСОЛНЕЧНЫХ МАСЕЛ

М. А. Болгова, Н. Л. Клейменова, И. Н. Болгова

Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Подсолнечное масло – традиционный базовый продукт для здорового питания населения. В состав масла входят ацилглицерины и фосфолипиды. Потребление подсолнечного масла из всех растительных масел в России составляет около 70 %.

В настоящее время происходит сокращение его производства [1]. Превышение количества потребления жирных кислот способствует различным заболеваниям. Поэтому необходимо контролировать содержание и состав жира в пищевых продуктах. Анализ литературных источников показал, что около 60 % составляют невидимые жиры [2].

Жиры являются источником энергии, поэтому их необходимо применять в рационе питания для похудения и набора мышечной массы, продолжительности жизни. Они могут быть опасными или полезными, следовательно, в рацион питания человека включают необходимые жирные кислоты.

В качестве сырья для производства масла используют высокомасличные семена подсолнечника с содержанием масла до 60 %. Выделение подсолнечного масла получают с помощью двухкратного холодного прессования.

Для улучшения биологической ценности, потребительских свойств подсолнечное масло подвергают рафинации. Основным недостатком рафинации является малое количество биологически активных веществ и антиоксидантов, которые придают маслу устойчивость при хранении.

Цель исследования – определить жирнокислотный состав нерафинированного и рафинированного подсолнечных масел.

Задачей является сравнение насыщенных и ненасыщенных кислот в рафинированном и нерафинированном подсолнечных маслах.

Для определения жирнокислотного состава исследуемых масел провели исследования методом газожидкостной хроматографии [3]. Результаты определения жирнокислотного состава рафинированного и нерафинированного подсолнечных масел представлены на рисунке 1.

Анализ рисунка 1 показал, что количество пальмитиновой, маргариновой, пальмитолеиновой, олеиновой и линолевой кислот совпадает с литературными данными. Наибольшее количество жирных кислот, таких как пальмитиновой (6,173 %), стеариновой (3,067 %), олеиновой (21,522 %), линолевой (66,408 %) содержится в нерафинированном объекте исследования.

Известно, что линолевая кислота является основной по содержанию ω_6 в исследуемых объектах [4]. Количество моновенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот в подсолнечных маслах больше, чем насыщенных жирных кислот, что свидетельствует о полезности продукта. Таким образом, во всех изучаемых образцах масел присутствуют различные виды кислот, но полиненасыщенных жирных кислот больше в нерафинированном подсолнечном масле (составляет 67,642 %), что зависит от способа получения. Содержащиеся в них ω_6 и ω_3 входят в клеточные структуры организма, что способствует снижению риска возникновения онкологических заболеваний и повышению сопротивляемости организма к инфекциям разного рода. Прием таких кислот способствуют получению организмом человека антиоксидантов, которые богаты токоферолами и каротиноидами, что обуславливает их биологическую ценность.

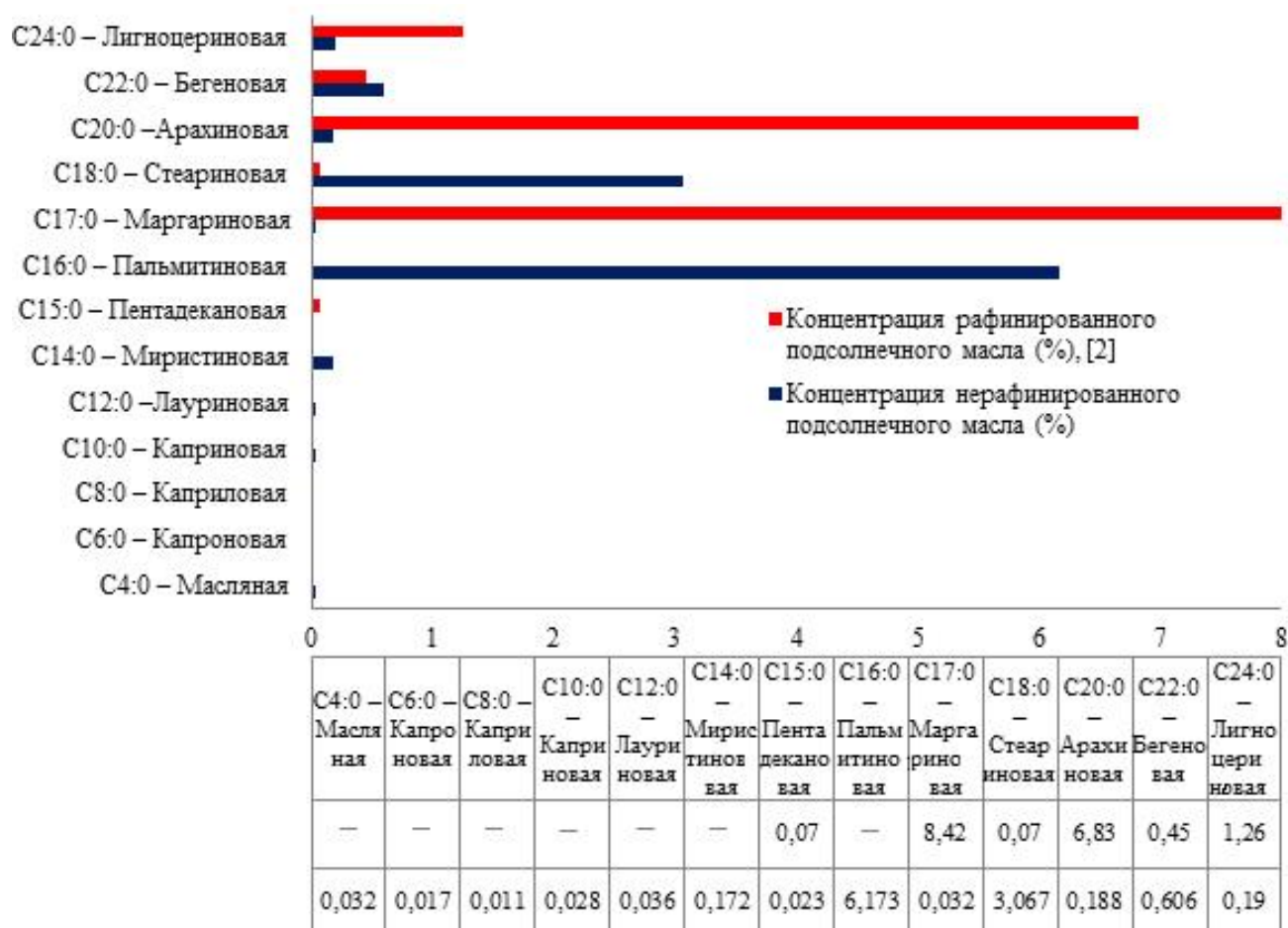


Рис. 1. Насыщенные жирные кислоты нерафинированного и рафинированного подсолнечного масла

Список литературы

1. Рынок подсолнечного масла России в 2014–2016 гг. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://ab-centre.ru/news/rynok-podsolnechnogo-masla-rossii-v-2014-2016-gg>. - Дата обращения: 17.09.2020.
2. К вопросу о разработке крошковых пирожных с антиоксидантными свойствами / Н.Л. Наумова, В.В. Чаплинский, О.А. Ромашкевич // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2014. - № 8 (118). - С. 132-137.
3. ГОСТ 31663-2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот [Электронный ресурс]. М. : Стандартинформ, 2013. – 11 с. - <https://internet-law.ru/gosts/gost/56502/>. - Дата обращения: 17.09.2020.
4. Изучение жирнокислотного состава растительных масел и масляных экстрактов фармацевтического назначения методами ГЖХ и ИКС / О.В. Тринеева, А.И. Сливкин // Сорбционные и хроматографические процессы. - 2016. - Т. 16, № 2. - С. 212-219.

УДК 664.952

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ РЫБОМЯСНЫХ КОЛБАС

И. В. Бубырь

Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь

Решающую роль в обеспечении правильного функционирования человеческого организма играет питание. Именно от употребляемых в пищу продуктов зависит то, насколько будут удовлетворены физиологические потребности человека. Известно, что рацион должен быть весьма разнообразным и включать в себя продукты различного происхождения как растительного, так и животного, и те и другие не могут быть полностью исключены из питания, вследствие содержания в них уникальных нутриентов.

Однако, сравнивая общую питательную ценность продуктов растительного и животного происхождения, последние, безусловно, лидируют. Их полезность обусловлена, в первую очередь высоким содержанием белков, при этом они по составу, в большей степени, соответствуют белкам человеческого организма. Высокая пищевая ценность обеспечивается также наличием в них большого количества жирных кислот, минеральных веществ, витаминов и ферментов.

Продукция, изготовленная из сырья животного происхождения, пользуется спросом среди населения, особенно колбасные изделия, которые выпускаются в широком ассортименте и практически способны удовлетворить разнообразные вкусовые предпочтения потребителей.

Рынок колбасных изделий является довольно крупным сегментом продовольственного рынка многих стран, и Республика Беларусь не исключение.

Данные о динамике производства колбасных изделий в нашей стране за 2008–2019 гг. представлены на рисунке 1.

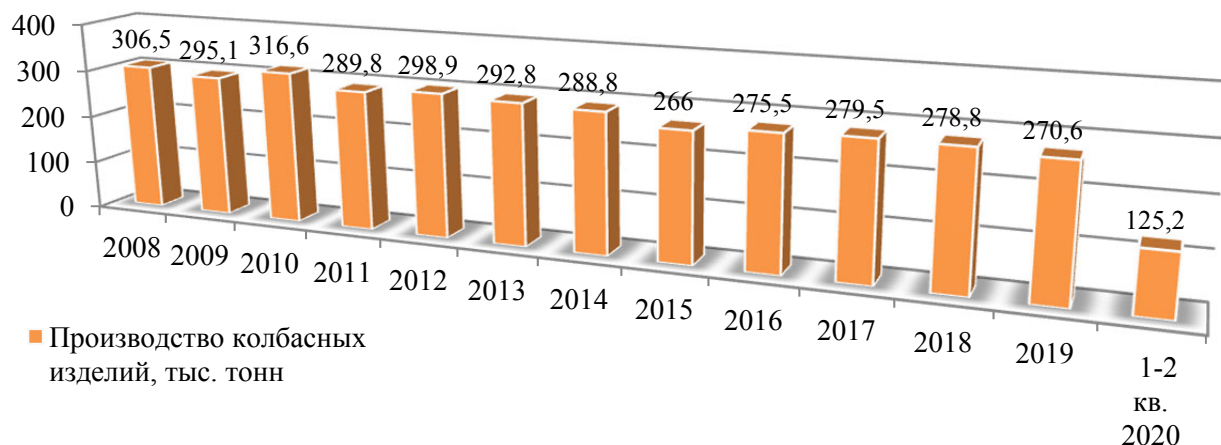


Рис. 1. Производство колбасных изделий в 2008–2019 гг. [1]

За последние 5 лет наибольшую долю в производственной структуре занимают вареные колбасы, сосиски и сардельки – около 65 %.

Одной из особенностей производства колбасных изделий в Республике Беларусь является использование традиционного сырья и технологий, поэтому применение нетипичных ингредиентов, к которым относится рыба и гидробионты, имеет огромный потенциал для изготовления многокомпонентных продуктов.

Целью данной работы является разработка технологии производства рыбной колбасы с использованием сырья от переработки сельскохозяйственной птицы.

Актуальность исследований заключается в практически полном отсутствии подобных разработок на территории Республики Беларусь. Внедрение совершенно новой технологии в промышленное производство позволит расширить ассортимент вареных колбасных изделий, что, в свою очередь, поможет наиболее полно удовлетворить разнообразные предпочтения населения в продуктах питания.

Объект исследования: основное сырье – треска мороженая (лат. *Gadus Morhua*), филе цыплят-бройлеров охлажденное, мясо механической обвалки цыплят; дополнительное сырье и готовое изделие – рыбомясная колбаса.

Все исследования осуществлялись в специализированных лабораториях ПолесГУ и в производственной лаборатории мясоперерабатывающего предприятия СЗАО «Агрокомбинат «Колос».

Технологическая схема вареной рыбомясной колбасы представлена на рисунке 2.

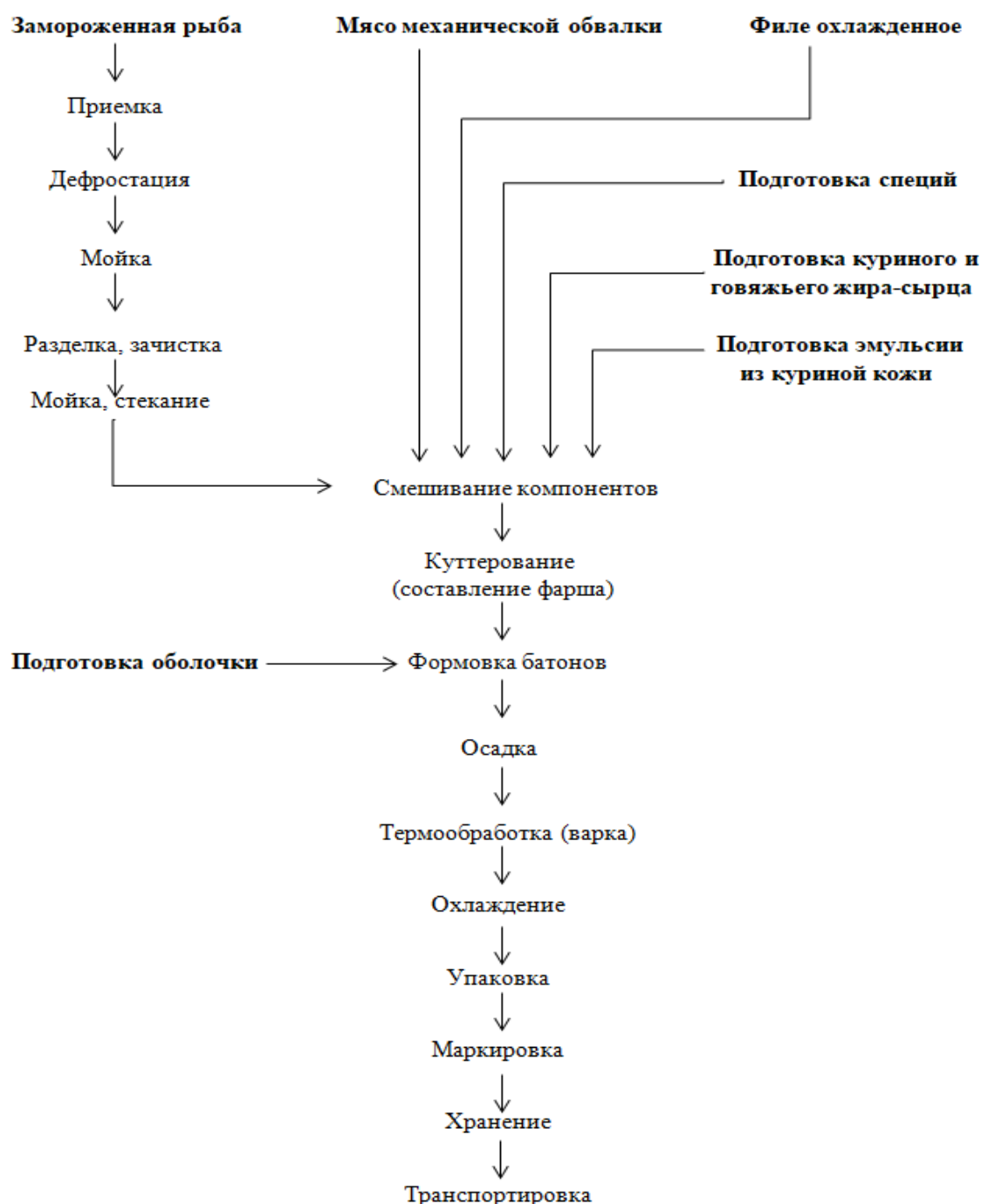


Рис. 2. Технологическая схема производства вареной рыбомясной колбасы

Для обоснования рецептурного состава вареной рыбоясной колбасы был исследован химический состав используемого сырья, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав сырья, используемого для производства вареной колбасы

Основное сырье	Определяемый показатель, %					Энергетическая ценность, ккал
	Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Зола	
Филе цыплят-бройлеров	75,5	21,5	2,5	–	1,0	111,4
ММО цыплят-бройлеров	65,1	12,7	20,5	–	1,7	247,2
Треска	80,8	17,6	0,4	–	1,2	75,9
Жир-сырец куриный	0,2	–	99,8	–	–	898,2
Жир-сырец говяжий	0,3	–	99,7	–	–	897,3
Кожа цыплят-бройлеров	66,0	18,0	16,0	–	–	215,0
Молоко коровье сухое	3,0	28,5	26,1	36,7	5,7	510,1

Данные таблицы 1 показывают, что при правильном сочетании ингредиентов можно получить «идеальный» продукт, с заданным нутриентным составом, что так необходимо потребителю, а щадящая обработка позволит сохранить их максимальное количество и прекрасную усвояемость.

Далее, нами был применен метод компьютерного моделирования для расчета рецептуры рыбоясной колбасы, т. к. он является одним из эффективных при изучении сложных пищевых систем, при этом в качестве критерия оптимизации может быть выбрана себестоимость продукта, энергетическая ценность, массовая доля жира, белка, содержание углеводов и др. [2].

Для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс термообработки колбасного полуфабриката, использовали математические методы планирования. Для проведения исследований применяли полную квадратичную модель и центральное композиционное ротатабельное униформпланирование, реализовав полный факторный эксперимент типа 2^2 . Результаты экспериментальных исследований подвергали статистической обработке методами регрессионного анализа.

Полученный продукт подвергался контролю по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям, а также по показателям безопасности для пищевых продуктов. Массовая доля влаги в вареной колбасе составила 65,7 %, количество белковых веществ – 13,4 %, содержание поваренной соли – 1,6 %. По микробиологическим показателям, показателям безопасности рыбная вареная колбаса с использованием сырья от переработки сельскохозяйственной птицы соответствует требованиям СанПиН ГН № 52 [3].

Была проведена промышленная апробация разработанной технологии, определен экономический эффект производства вареной рыбоясной колбасы. Расчеты показали, что прибыль от реализации одной тонны готовой продукции составит 1220 BYN, рентабельность производства – 15 %.

На основании этих данных можно сделать вывод о возможности запуска производства полученного продукта в промышленных объемах, после проведения рекламной кампании.

Список литературы

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 21.18.2020.
2. Мезенова, О. Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учебное пособие / О. Я. Мезенова. – Кал-д: Изд-во КГТУ. – 2014. – 39 с.
3. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов. : СанПиН и ГН : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 21 июня 2013 г, № 52. – Минск : [б. и.], 2013. – 430 с.

УДК 637.5:66.022

**ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МЕТОДИК ДЛЯ ДВУХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ
СКРИНИНГОВОГО И АРБИТРАЖНОГО КОНТРОЛЯ СОСТАВА
МЯСОПРОДУКТОВ, НАПРАВЛЕННОГО НА ВЫЯВЛЕНИЕ СЛУЧАЕВ
НАРУШЕНИЯ УСТАНОВЛЕННЫХ РЕЦЕПТУР**

Н. Л. Вострикова*, А. В. Жердев**, Е. А. Зверева**, И. М. Чернуха*

* Федеральный научный центр Пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, г. Москва, Россия

** Институт биохимии им. А. Н. Баха, Федеральный исследовательский центр "Фундаментальные основы биотехнологии" Российской академии наук, г. Москва, Россия

Мясо – это очень питательный продукт, который нравится большинству потребителей. Разнообразие и качество мяса, а также его деликатесность зависят от вида мяса. Согласно национальным и международным правилам, для защиты информационной целостности пищевых продуктов все ингредиенты должны быть промаркированы (вынесены на этикетку) и иметь прослеживаемость внутри предприятия. Фальсификация, незарегистрированные ингредиенты и загрязнение любого пищевого продукта, будь то в результате преднамеренных действий или небрежности, могут нарушать как международные правила, так и религиозные законы.

В связи с возросшим спросом на рынке переработанного мяса существует острая необходимость внедрения некоторых специфических методов идентификации. Такие стратегии, как молекулярная генетика, физическое состояние мяса, используются для быстрого изучения многосоставного продукта, поскольку фальсификация является очень важной проблемой при охране здоровья и/или этических требований, наличия специфических пищевых аллергий, религии, мошенничества и злонамеренных маркетинговых практик в дополнение к экономическим, юридическим и экономическим проблемам [1-2]. На протяжении последних 2-х десятилетий многие исследователи стремились разработать аналитические методы для видовой идентификации мяса или их продуктов, которые были преимущественно основаны на оценке либо ДНК, либо белка [3].

Молекулярно-генетические методы анализа, несмотря на их значительный прогресс, по-прежнему могут рассматриваться лишь в качестве подтверждающих (арбитражных) методов, реализуемых в специализированных лабораториях для проб, отобранных по результатам предварительного скрининга [4]. Поэтому целесообразность их использования в пищевой промышленности до сих пор зависит от снижения приборных и эксплуатационных затрат.

В термически обработанных пищевых продуктах могут возникнуть некоторые проблемы с обнаружением из-за мешающих соединений, разложения нуклеиновых кислот и белков. Явления гидролиза и денатурации особенно суровы в тех продуктах питания, которые также имеют кислотный pH (например, лимонный сок или уксус) и/или подвергаются сильным тепловым воздействиям (например, при длительной варке или стерилизации). Таким образом, для самых сложных пищевых матриц, имеющих различные ингредиенты, смешанные вместе или подвергнутые жесткой термической обработке, необходимость в надежных, чувствительных и селективных методах все еще остается актуальной [5].

Развитие усовершенствованных методологий, основанных на масс-спектрометрии (МС), иммунодетекции (ИФА) и иммунохроматографии (ИХА) с возможностью количественно определять конкретные белки в сложных биологических матрицах и определять уровень экспрессии белка, является перспективным направлением. В последнее десятилетие наблюдается быстрое внедрение ИФА в практику пищевых лабораторий, связанное с усовершенствованием техники данного метода и обусловленное потребностью в

быстрых, чувствительных, специфичных и простых методах. Определение видоспецифичных белков методом ИФА проводят при помощи различных тест-систем: по видоспецифичным сывороточному альбумину и тропонину I, по термостабильным гликопротеинам. Такие тест-системы разработаны как для жвачных животных, так для свинины, конины, МРС и птицы (курица, индейка) [6,7]. При этом существует необходимость определения состава в бесструктурных мясных продуктах, которые подвергаются тепловому воздействию и содержат в своем составе, в том числе дополнительные животные ингредиенты, монометодология методология как правило, все же не способна это представить. В настоящей работе представлена модель по разработке двухуровневого контроля происхождения сырья в мясных продуктах. Представлялось интересным сформировать систему оценки по контролю состава мясопродуктов, направленную на выявление случаев нарушения установленных рецептур путем комплекса методик для двухуровневой системы скринингового и арбитражного. В таблице 1 представлена сравнительная оценка используемых методологий оцененных для идентификации состава, а именно мышечного белка в мясном сырье и продукции выработанной из него.

Таблица 1

Сравнительная оценка методик скринингового и арбитражного контроля

Наименование метода	Время исследования 1 пробы / уровень достоверности	Уровень затрат на реагенты (комплект)*	Уровень затрат на ВО и СИ**	Перспективность включения в систему многоуровневого контроля
Гистология	48 ч/80%	низко затратный	высоко затратный	нет
ПЦР	5 ч/99 %	средне- затратный	высоко затратный	да
Одномерный э/ф	24 ч/70%	средне- затратный	средне- затратный	нет
Двумерный э/ф(скрининг)	24 ч/80%	высоко затратный	средне- затратный	нет
Двумерный э/ф(идентификация биомаркера)	48 ч/95%	высоко затратный	высоко затратный	да
Двумерный э/ф(денситометрическое подтверждение количества)	48 ч/85%	высоко затратный	высоко затратный	да
Двумерный э/ф фракционирования белков мышечной 2Д с цианиновой меткой	24 ч/95%	высоко затратный	высоко затратный	да
Масс-спектрометрия (идентификация количества мышечной ткани по маркерному пептиду LC/MS-MS)	5 ч/99%	высоко затратный	высоко затратный	да
ИФА	5 ч/95%	низко затратный	средне- затратный	да
ИХА	0,5 ч/45%	низко затратный	низко затратный	да

Примечание *Уровень затрат на реагенты (комплект)*- низко затратный (менее 50 т.р.), средне-затратный (от 50-100 т.р), высоко затратный (более 100 т.р.)

******-Уровень затрат на вспомогательное оборудование (ВО) и средства измерений (СИ): низко затратный (менее 100 т.р.), средне-затратный (от 100-1000 т.р), высоко затратный (более 1000 т.р.)

В результате работы по экономической целесообразности (стоимость, время исследования и уровень достоверности) методологии - ИФА и ИХА предложены как методы скрининга. Было показано преимуществотропонинов, в качестве термостабильного биомаркера мышечных тканей, при идентификации мяса. Это позволило различить мышечную ткань млекопитающих (говядина, свинина, баранина, лошадь) и птицы (курица, индейка, утка). Оценили сокращение продолжительности ИФА до 30-40 мин.

Оценены также подходы к высокочувствительным методологиям - идентификация количества мышечной ткани по маркерному пептиду. Мониторинг множественной реакции специфических пептидов методом масс-спектрометрии (МРМ-МС) – принят в качестве арбитражного и предложен для подтверждающих анализов. Белки из мяса были извлечены с помощью трипсина, затем смесь пептидов анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с помощью QQQ-MS, белки-кандидаты были охарактеризованы с помощью программы Skyline. Выбор видоспецифических белков и их пептидов (>6 аминокислот) было основано на высоком содержании в мышцы, по параметру соотношения сигнал/шум, при отсутствии отсутствующих фрагментов. Биомаркерными белками выбраны - миоглобин и лактатдегидрогеназа.

Разработанные методики применили для мясных продуктов питания и промежуточных продуктов их переработки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант 19-16-00108).

Список литературы

1. Moore, J.C. Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010/ Moore J.C., Spink J, Lipp M. // J. Food Sci, 2012.–V.77(4).–p. 118-126.
2. Ali, M.E. Species authentication methods in foods and feeds: the present, past, and future of halal forensics/ Ali M.E., Kashif M., Uddin K. //Food Anal Methods, 2012.–V.5(5).–p. 935-955.
3. Calvo, JH, Zaragoza P, Osta R. A quick and more sensitive method to identify pork in processed and unprocessed food by PCR amplification of a new specific DNA fragment. / Calvo J.H., Zaragoza P., Osta R. A. //J. Anim.Sci, 2001.–V.79(8).–p. 2108-2112.
4. Галкин, А.В. Определение видовой принадлежности сырья используемого в мясоперерабатывающей промышленности / А.В. Галкин, Е. Трепалина // Мясной ряд. – 2018. – № 1(71). – С. 50.
5. Chernukha, I.M. Methods of identification of muscle tissue in meat products. prerequisites for creating a multi-level control system. / Chernukha I.M., Vostrikova N.L., Khvostov D.V., [et.al.] // Theory and practice of meat processing, 2019.–V.4(3).–p.32-40.<https://doi.org/10.21323/2414-438X-2019-4-3-32-40>.
6. Галкин, А.В. Определение видовой принадлежности сырья используемого в мясоперерабатывающей промышленности / А.В. Галкин, Е. Трепалина // Мясной ряд. – 2018. – № 1(71). – С. 50
7. Галкин, А.В. Теория и практика иммуноферментного анализа / А.В. Галкин // Био. –2003. – С. 33.

УДК 637.345

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ МОЛОЧНОГО КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ПРОДУКТА С САХАРОМ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

А. И. Гнездилова, А. В. Музыкантова, Ю. В. Виноградова
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени
Н. В. Верещагина, г. Вологда, Россия

Кристаллизация является закономерной стадией технологии производства как традиционного сгущенного молока с сахаром, так и новых видов моделей-аналогов консервированных молочных и молочносодержащих продуктов (КМП) с сахаром.

Поэтому встает вопрос, как организовать ее проведение, чтобы получить мелкие органолептически не ощущаемые кристаллы. Актуальность решения вопроса возрастает в связи с выработкой новых видов молочных консервов, в которые наряду с традиционными компонентами входят новые ингредиенты молочного или немолочного происхождения. Например, известно использование в рецептуре этих продуктов новых углеводных композиций: глюкозного сиропа «Глюколакт» [1], фруктозы [2] или фруктозного сиропа [3]. Авторами [4] создана уникальная углеводная композиция (изомальтулоза, фруктоза, лактулоза), которая обеспечивает необходимый консервирующий эффект.

Известен консервированный молочный продукт, в котором в качестве консерванта используется крахмальная патока, которая замещает сахарозу [5]. Для улучшения качества концентрированного молочносодержащего продукта и снижения его себестоимости используется также мальтодекстрин, который частично заменяет сахарозу [6,7].

Нами была разработана рецептура и технология производства молочного концентрированного продукта сахаром с использованием молочной сыворотки [8]. Исследование микроструктуры в этом случае особенно актуально, так как введение молочной сыворотки повышает содержание лактозы в продукте и коэффициента пересыщения [9].

Технология производства консервированных молочных продуктов с сахаром включает охлаждение, в процессе которого происходит кристаллизация лактозы. Кристаллизация начинается с момента, когда раствор переходит в пересыщенное состояние. Кристаллизация - это сложный процесс, включающий две основные стадии: зародышеобразование и рост кристаллов. Зародыш новой фазы образуется постепенно путем укрупнения дозародышевых ассоциатов. Скорость образования зародышей зависит от пересыщения, температуры, наличия различных примесей, гидродинамических условий и др. факторов. В некоторых случаях примеси могут препятствовать образованию центров кристаллизации [10]. Было установлено, что молочный белок и карбоксиметилцеллюлоза могут замедлить этот процесс и тормозить кристаллизацию лактозы. Аналогично действует желатинизированный крахмал, различные гели. Различают гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. При гомогенном зародышеобразовании в кристаллизующейся системе отсутствуют примеси других фаз и самопроизвольное зародышеобразование происходит в основном в лабильной зоне, а в метастабильной практически исключается. Как правило, в гетерогенной системе в присутствии примеси твердой фазы скорость зародышеобразования возрастает, так как работа образования зародыша на поверхности меньше, чем в объеме раствора. Гетерогенное зародышеобразование возможно в метастабильной зоне. После образования зародыша начинается его рост. Особенности роста кристаллов в условиях массовой кристаллизации является перекристаллизация, агрегация и дробление частиц. Сочетание всех этих процессов в конечном итоге предопределяет структуру кристаллического осадка и его гранулометрический состав. Для получения крупных кристаллов процесс необходимо вести в метастабильной зоне как наиболее оптимальной для роста кристаллов. При создании в пересыщенном растворе условий, при которых скорость зародышеобразования преобладает над скоростью роста,

образуются мелкие кристаллы. Исследования показали, что сахароза замедляет рост кристаллов лактозы в большей степени, чем скорость зародышеобразования. В результате кристаллов образуется много, но растут они крайне медленно. Таким образом управлять качеством кристаллического осадка возможно через соотношение скоростей всех стадий кристаллизации. Задачей процесса кристаллизации лактозы в сгущенных молочных консервах с сахаром является получение мелких органолептически не ощущаемых кристаллов размером не более 10-15 мкм. В настоящее время согласно традиционной технологии это достигается за счет осуществления гетерогенной кристаллизации, т.е. внесения кристаллической затравки при температуре усиленной кристаллизации. Температура внесения затравки определяется по графику Гудзона [11]. В качестве затравочных материалов используется мелкокристаллическая лактоза, размером не более 2-3 мкм, пересыщенные растворы лактозы с зародышами кристаллов, суспензия или паста кристаллической лактозы в растительном масле [12]. Исследователями [13] предлагается гетерогенная кристаллизация лактозы в сгущенных молочных продуктах с сахаром путем использования в качестве затравочного материала CaCO_3 , SiO_2 , TiO_2 , что позволяет гарантировать высокое качество продукта для традиционного молочного сырья. Как показали наши исследования, сывороточные белки влияют на процесс кристаллизации, следовательно, на гранулометрический состав кристаллов лактозы и в итоге на качество КМП [9]. Поэтому следует контролировать средний линейный размер кристаллов лактозы, который должен соответствовать нормативным требованиям в течение всего срока хранения. Нами была разработана рецептура и технология производства молочного концентрированного продукта с сахаром с использованием сухой деминерализованной молочной сыворотки (СДМС), в которой СОМ на 10, 20 и 25% заменялось на СДМС [8].

По разработанной нами рецептуре были выработаны образцы продуктов, которые хранились в течение 14 месяцев и анализировались. В образцах оценивалась микроструктура, для этого определялся средний линейный размер кристаллов (рис. 1).

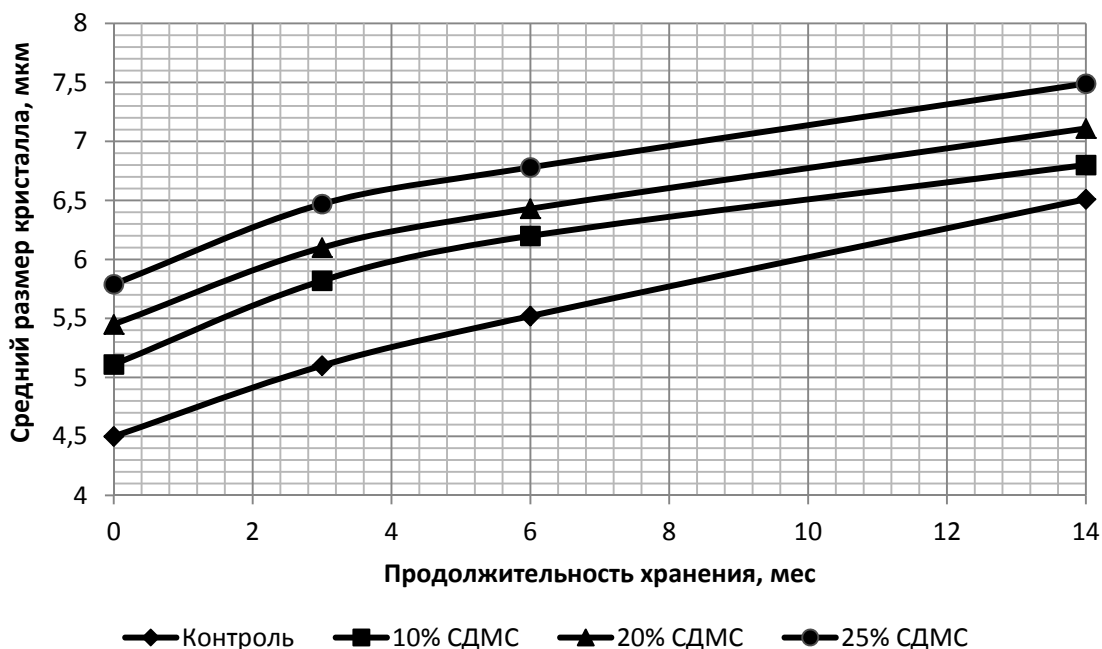


Рис. 1. Влияние продолжительности хранения на средний размер кристаллов лактозы в КМП с сахаром, в котором СОМ на 10, 20 и 25% заменялось на СДМС

Анализ рис. 1 свидетельствует о том, что добавка СДМС влияет на рост кристаллов лактозы в меньшей степени, чем процесс хранения. Данный характер изменения может быть объяснен тем, что при добавлении молочной сыворотки в продукт вводится дополнительное

количество лактозы. Это приводит к увеличению пересыщения - движущей силы процесса и, следовательно, к росту кристаллов лактозы. В целом средний линейный размер кристаллов находится в допустимом диапазоне значений для молочных консервов. Рост кристаллов в основном наблюдался в течение первых трех месяцев хранения, где увеличение размера кристаллов составляло 10-12%.

Консистенция всех продуктов вязкая и однородная по всей массе. Цвет рабочих образцов продукта имел соответствующую сгущенному молоку окраску.

Все исследуемые образцы по физико-химическим и органолептическим показателям качества находятся в соответствии с требованиями нормативной документации на проектируемый продукт.

Список литературы

1. Патент № 2070804 РФ. МПК А 23 С 9/18. Способ получения сладкого сгущенного молочного продукта//Свириденко Ю.В., Смурыгин В.Ю., Абрамов Д.В. и др. Оpubл. 27.12.96.
2. Патент 2275040 РФ. МПК А 23 С 9/18. Способ производства молокосодержащих концентрированных сладких продуктов// Галстян А.Г., Петров А.Н., Павлова В.В. Оpubл. 27.04.2006.
3. Патент РФ №2260283. МКП А 23 С 9/18. Способ производства сгущенного молочного продукта // Витт Ф.А., Ромоданова В.А., Скорченко Т.А., Пухляк А.Г. Оpubл. 10.02.2005.
4. Гощанская, М.Н. Разработка осмотически деактивной композиции для продуктов с промежуточной влажностью на молочной основе/ М.Н. Гощанская, С.Н. Туровская, В.В. Червецов, А.Е. Кузнецова, А.Г. Галстян// Хранение и переработка сельхозсырья, №1, 2012.- С43-45.
5. Патент №2437543 РФ. МПК А 23 С 9/18. Сгущенный молочный продукт// Магомедов Г.О., Пономарев А.Н., Мельникова Е.И., Черникова И.С. Оpubл. 27.12.2011.
6. Патент РФ № 2515907 МПК А 23 С 9/18. Способ производства молокосодержащего продукта// Голубева Л.В., Губанова А.А. - Оpubл. 20.05.2014.
7. Голубева, Л.В. Мальтодекстрин в технологии производства концентрированного молокосодержащего продукта// Л.В. Голубева, О.И. Долматова, Г.М. Смольский, А.А. Губанова, А.О. Дарьин/Пищевая промышленность, №3, 2015.-С14-16.
8. Пат. 2407347 РФ, МПК А23С9/18. Способ производства молокосодержащего концентрированного продукта с сахаром // Гнездилова А.И., Куленко В.Г., Глушкова А.В. Оpubл. 27.12.2010.
9. Food Science and Technology International (FST) Cooling curve in production sweetened concentrated milk supplemented with whey: Influence on the size and microstructure of lactose crystals/ Smykov, Igor; Gnezdilova, Anna; Vinogradova, Yuliya; Muzykantova, Anna; Lyamina, Anastasiya; // First Published February 14, 2019 Research Article, v.25 , Issue 6 .
10. Nasirpour, A. Modeling of lactose crystallization and colour changes in model infant foods/ Nasirpour, A., Scher, J., Lindner, M., & Desobry, S. // Journal of Dairy Science, 89, 2006.– p.2365–2373.
11. Hudson, C. S. The hydration of milk sugar in solution/ Hudson, C. S. //J. Am. Chem. Soc. 26, 1904.-p.1065– 1082.
12. Пат. 2130076 РФ, МПК А23С9/18. Способ кристаллизации лактозы // Гнездилова А.И., Топал О.И., Перелыгин В.М. Оpubл. 10.05.1999.
13. Rjabova, A.E. Lactose Crystallization: Current Issues and Promising Engineering Solutions / A.E. Rjabova, V.V. Kirsanov, M.N. Strizhko, A.S. Bredikhin, V.K. Semipyatnyi, V.V. Chervetsov, A.G. Galstyan // «Foods and Raw Materials», Vol.1, (No. 1), 2013 – P.66-74.

УДК 637.5.03

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИТОЗАНА КАК КОМПОНЕНТА ФАРШЕВЫХ МЯСНЫХ СИСТЕМ

Г. В. Гуринович, И. С. Патракова, С. А. Серегин
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Несомненный интерес в качестве ингредиента мясных продуктов представляет хитозан, что обусловлено широким спектром свойств, которыми обладает этот природный биополимер. Установлено, что хитозан проявляет высокую антимикробную активность в отношении ряда патогенных микроорганизмов, гипохолестеринемический и гипополипидемический эффекты, в том числе способствует снижению уровня триглицеридов и холестерина в сыворотке крови [1,2]. Отсутствие хитиназ и хитозаназ в кишечнике человека обеспечивает высокую устойчивость данного полимера к деградации, что позволяет рассматривать его как аналог пищевых волокон, способный сорбировать канцерогенные соединения, ионы тяжелых и радиоактивных металлов.

В пищевых системах хитозан используется в качестве эмульгаторов, загустителей и стабилизирующих агентов, антиоксидантов, низкокалорийных заменителей, оказывает синергетическое действие на функциональные свойства белков добавленных в пищевые системы. Высокая биологическая активность, биосовместимость хитозана, а также отсутствие хронической и острой токсичности делают хитозан перспективной добавкой при разработке мясных продуктов, включая продукты функциональной направленности. Этому способствует коммерческая доступность препаратов хитозана.

В технологии мясных продуктов хитозан исследуется как компонент пленок и пленкообразующих покрытий, в состав которых могут быть включены добавки, модифицирующие защитные покрытия и расширяющие возможности их использования [3,4]. В меньшей степени рассматриваются вопросы использования хитозана в фаршевых и эмульсионных системах, которые составляют около 80% ассортимента мясоперерабатывающих предприятий. Для этих продуктов наиболее значимы функционально-технологические свойства, устойчивость к окислительным изменениям.

В работе приведены результаты сравнительной оценки влияния хитозана (степень диацетилирования 85%, молекулярная масса 270 кДа) на водосвязывающую способность, pH, потери при тепловой обработке, окислительную стабильность липидной фракции мясных систем. Исследование выполнено на образцах жилованной говядины, свинины, филе цыпленка-бройлера (грудная часть) и мясе птицы механической обвалки.

Согласно полученным зависимостям, введение хитозана в концентрации от 0,5% до 1,5% приводит к повышению pH говядины, свинины, филе, в среднем, на 0,26 pH, мяса механической обвалки 0,12 pH. Увеличение концентрации хитозана не приводит к повышению pH мясной системы.

Введение хитозана в количестве 0,5% приводит к повышению ВСС фарша на 2,0%, при концентрации 1,0% повышение показателя незначительно, при увеличении концентрации хитозана до 1,5% прирост показателя ВСС находится в пределах ошибки измерения. Исключение составляет фарш из мяса птицы механической обвалки (МПО), для которого не выявлено изменения ВСС при введении в систему хитозана при любой из исследованных концентраций.

Полученные данные позволяют говорить о том, что хитозан оказывает незначительное влияние на функциональные свойства мясных фаршей, прежде всего, из мяса птицы механической обвалки.

Определение потерь массы при тепловой обработке подтверждает это утверждение. Снижение потерь массы при тепловой обработке в присутствии 0,5% хитозана составляет 3-4%, повышение концентрации свыше этого значения не приводит к достоверному снижению потерь. Для фаршей из мяса механической обвалки не выявлено позитивного влияния

хитозана на величину потерь. Выявленные зависимости могут быть обусловлены, в том числе повышенным pH фарша МПМО (7,0-7,2 pH).

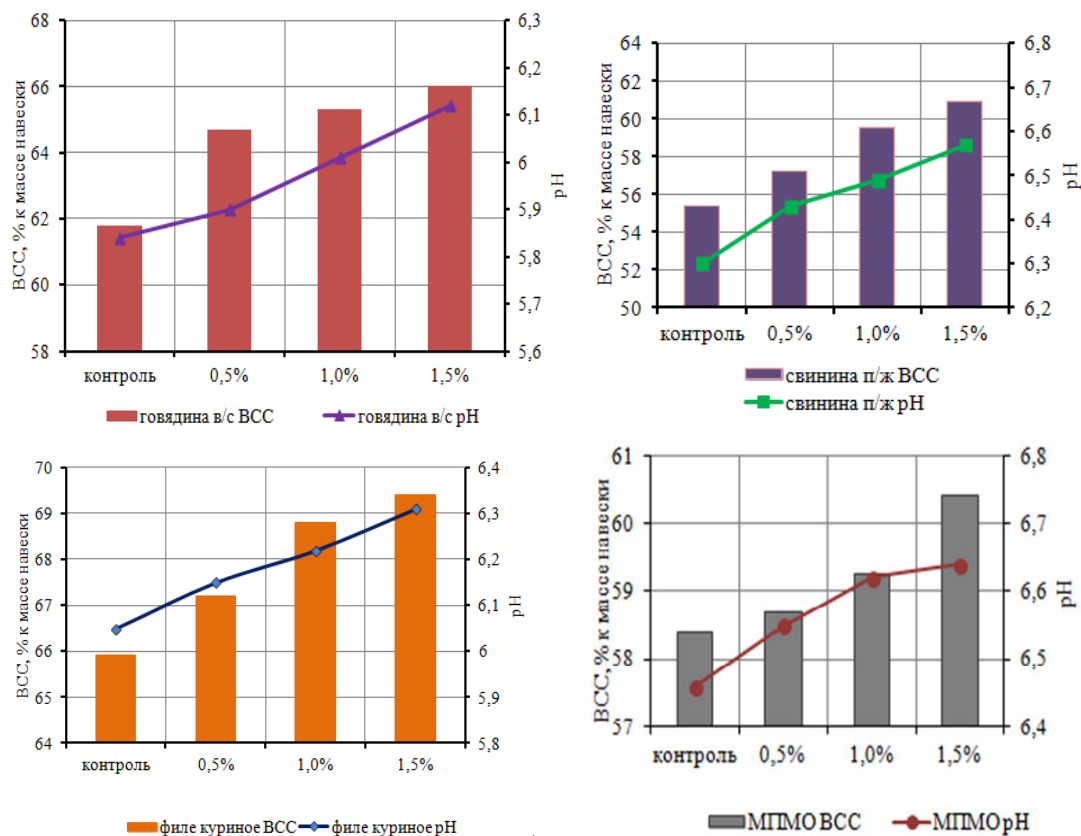


Рис. 1. Влияние концентрации хитозана на функционально-технологические свойства фаршей

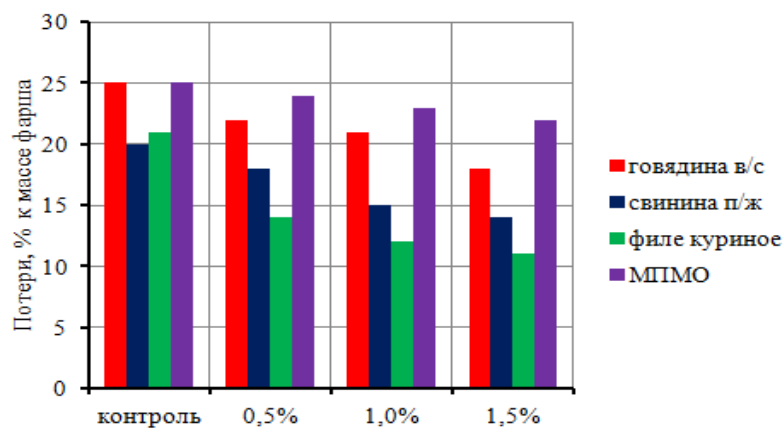


Рис. 2. Влияние концентрации хитозана на потери при тепловой обработке фаршей

Антиокислительную активность хитозана применительно к фаршам из мяса разных видов оценивали по результатам определения первичных и вторичных продуктов окисления (табл.1). Фарши упаковывали в полимерные контейнеры и хранили при температуре 0...+4°C в течение 5 суток.

Как следует из приведенных данных добавление хитозана приводит к стабилизации процесса накопления первичных продуктов окисления, увеличение концентрации добавки

приводит к достоверному снижению определяемого количества гидроперекисей ($P < 0,05$), при этом больший эффект проявляют концентрации 0,5%...1,0%.

Таблица 1

Показатели окислительной стабильности мясных фаршей с хитозаном

Показатель окислительной стабильности	Концентрация хитозана, %			
	0	0,5	1,0	1,5
говядина				
ПЧ	7,15±0,006	5,48±0,09	5,27±0,11	5,23±0,08
ТБЧ	0,528±	0,481±	0,362±	0,337±
свинина				
ПЧ	8,95±0,11	6,15±	5,69±	5,43±
ТБЧ	0,689±	0,424±	0,366±	0,327±
филе грудки				
ПЧ	6,26±	5,89±	5,33±	5,29±
ТБЧ	0,347±	0,289±	0,207±	0,189±
МПМО				
ПЧ	11,63±	8,56±	6,08±	7,84±
ТБЧ	0,89±	0,771±	0,569±	0,487±

* ПЧ – перекисное число, моль/кг $\frac{1}{2}$ O

** ТБЧ – тиобарбитуровое число, мг малонового альдегида/кг (мгМА/кг)

Прогрессирующее позитивное влияние на развитие перекисного окисления хитозан проявляет в фаршах на основе свинины (31,3%), МПМО (26,4%) и говядины (23,4%). Полученные данные доказывают ингибирующее влияние хитозана на образование вторичных продуктов окисления. При этом значения показателя ТБЧ фаршей с хитозаном остаются в значениях, при которых проявляются признаки порчи, обнаруживаемые органолептически (менее 0,5 мг М А/кг). Более выражен антиокислительный эффект в фаршах с аповышенным содержанием жира и гемовых пигментов. В фаршах с МПМО уровень введения хитозана должен быть не менее 1,0%.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать вывод о том, что для мясных продуктов на основе измельченного мясного сырья регулирование функциональных свойств введением хитозана не приводит к выраженному эффекту, но способствует стабилизации состояния липидной фракции. То есть основной технологической функцией хитозана в фаршевых системах является антиокислительная.

Список литературы

- 1 Chriki, S. Chitosan: a new antimicrobial agent for the meat sector. / S. Chriki, M. Rivollier, P. Michaud // Viandes Prod. Carnés. -2009. - Vol 27, №6. - p. 183-186. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/316158144>
- 2 Bays, H.E. Chitin-glucan fiber effects on oxidized low-density lipoprotein: a randomized controlled trial / HE Bays, JL Evans, KC Makiey et al // European Journal Clinical Nutrition. 2013.- 67 (1).-pp. 2–7. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.12>
- 3 Duran, A. The effect of chitosan coating and vacuum packaging on the microbiological and chemical properties of beef / A. Duran, H.I.Kahve // Meat Science.- 2020.- 162.- 107961.- Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107961>
- 4 Петрова, Е.А. Применение хитозана в мясной индустрии / Е.А. Петрова, О.А. Легонькова // Пищевая промышленность.-2012.-№1.- С.49-51

УДК 637.5:636.033

СУХОЕ СОЗРЕВАНИЕ МРАМОРНОЙ ГОВЯДИНЫ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Г. В. Гуринович, О. М. Мышалова, В. А. Хренов
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Сухое созревание или «старение» мяса в послеубойный период изначально было распространенной практикой улучшения качества мяса, однако этот способ постепенно утратил свои позиции с развитием промышленного производства и увеличением объемов переработки сырья. Мясо сухого созревания характеризуется особыми органолептическими свойствами, а именно выраженным ароматом и нежной консистенцией. В настоящее время повышенный интерес к сухому созреванию объясняется развитием ресторанного рынка, такие продукты востребованы как у конечных потребителей, так и у сегмента HoReCa.

Сухая выдержка получает все большее распространение в практике созревания мраморной говядины. Процесс сопровождается испарением влаги, повышением количества сухих веществ, активизацией действия тканевых ферментов. В результате совокупности этих процессов мясо приобретает выраженные кулинарные свойства.

Процессы созревания рекомендуется проводить при температурах выше криоскопических. Оптимальным температурным диапазоном является от 0 до +4 °С. Более высокие температуры ускоряют ферментативные процессы, что позволяет достичь лучших результатов органолептических характеристик мраморной говядины за короткий срок, провоцируют быстрый рост микроорганизмов, приводящих к появлению посторонних запахов, и порче мяса [1, 2]. Имеются данные о проведении созревания при температурах - 0,5 ± 1 °С, свидетельствующие о снижении скорости протекания автолитических процессов, приводящих к необходимости увеличения сроков выдержки для получения нежной консистенции и формирования выраженного вкуса и аромата.

Существуют различные мнения о продолжительности сухого созревания. Наиболее частый рекомендуемый диапазон от 14 до 70 дней. Минимальное время сухого созревания говядины, которое дает хорошие результаты, составляет 28 дней [2]. Специалисты Австралии, установившие период достижения необходимой нежности около 4 недель при температуре -0,5 °С и 2 недели при температуре 5 °С, считают наиболее предпочтительным диапазон от 21-55 дней [3].

Процесс сухого созревания является дорогостоящим по сравнению с влажным, из-за высокой потери массы, риска микробиологического загрязнения, соблюдения условий созревания и необходимости дополнительной площади производственных помещений. Процесс отнимает много времени и требует особого подбора сырья, как по микробиологическим показателям, так и по равномерности распределения жировых включений в мясе [4].

В настоящих исследованиях была поставлена цель - установить влияние условий сухого созревания на физико-химические свойства мраморной говядины, полученной от бычков черно-пестрой породы в Кемеровской области.

Для исследований из говяжьих полутуш согласно принятой схеме разделки мраморной говядины выделяли толстый край спинного отруба, укладывали в камерах «dry aged» и выдерживали до 65 суток при постоянной температуре -0,5 ± 1 °С, относительной влажности воздуха (74-75%) и обеспечением воздухообменом со скоростью 0,5 м/с.

В процессе созревания отслеживались следующие параметры: естественная убыль массы, рН- потенциометрическим методом, водосвязывающая способность методом прессования, усилие резания на приборе Уорнера-Братцлера. Химический состав мяса и микробиологические показатели оценивались после окончания созревания с использованием общепринятых арбитражных методов.

Результаты изменений физико-химических показателей мраморной говядины в процессе созревания представлены в таблице 1, химический состав в таблице 2.

Таблица 1

Физико-химические показатели мраморной говядины в процессе сухого созревания

Продолжительность выдержки, сутки	Естественная убыль, %	pH	Усилие резания, кПа
20	3,5 ±0,9	5,79±0,03	115±2,45
35	9,9±0,8	5,91±0,05	93±1,96
50	14,2±1,5	6,09±0,03	88±3,12
65	26,0±1,3	6,11±0,04	84±2,85

Таблица 2

Изменение химического состава мраморной говядины после сухого созревания

Показатели	Данные для образцов	
	до созревания	после 45 суток созревания
Массовая доля влаги, %	74,48±0,24 ^{**}	71,37±0,83 ^{**}
Массовая доля белка, %	18,89±0,36 ^{**}	20,98±0,48 ^{**}
Массовая доля жира, %	5,98±0,63 [*]	6,14±0,83 [*]
Массовая доля минеральных веществ, %	1,04±0,14 [*]	1,81±0,16 [*]

Данные выражены в виде среднего значения ± стандартное отклонение (n = 3).

* незначительно, ** существенно не различаются (P <0,05)

Установлено повышение pH в первые дни созревания на 0,25 ед. Изменения pH после 21 дня созревания было незначительным.

Результаты определения санитарного состояния мраморной говядины подтвердили его микробиологическое благополучие. КМАФАнМ отрубков не превышал $3,1 \cdot 10^2$ КОЕ/г после 65 дней созревания, отсутствии бактерий рода *Proteus*, БГКП (колиформы) в 0,1г и патогенных (в том числе сальмонелл) в 25 г.

Результаты исследований показали, что образцы мраморной говядины в процессе сухого созревания медленно обезвоживаются и теряют влагу во время сухого созревания преимущественно на поверхности, с потерей массы до 26%. Установлены зависимости влияния времени созревания на показатель усилия резания после удаления сильно обезвоженных поверхностных слоев. Это является главным образом причиной того, что этот тип высококачественного продукта стоит больше чем мясо влажного созревания. Однако это позволяет достичь необходимых вкусовых качеств и нежности.

Список литературы

1. Горбунова, Н.А. Современные тенденции в исследованиях процесса созревания говядины/ Н.А. Горбунова// Все о мясе. – 2012. – №12. – С. 34-36.
2. Effects of dry aging on physicochemical properties of beef cattle loins/ Choe, Ju-Hui , Kim, Hack-Youn// Korean Journal of Food Science and Technology. -- 2017. -№ 49 (2). –P 158-161.
3. Dry aging of beef/ Review Dashmaa Dashdorj, Vinay Kumar Tripathi , Soohyun Cho , Younghoon Kim1 and Inho Hwang Dashdorj et al. //Journal of Animal Science and Technology. – 2016. -№ 58:20. –pp. 11.
4. PrimeSafe, Agency of the Government of the State of Victoria, Australia. Aging of Beef. <https://www.primesafe.vic.gov.au/standards-and-guidelines/primenotes/aging-of-beef/>

УДК 663.252

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ВИН ТИПА ПОРТВЕЙНА ИЗ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА

К. Т. Джафарова

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, г. Гянджа, Азербайджанская Республика

Известно, что на потенциальный уровень качества вина существенное влияние оказывает сорт винограда, почвенно-климатические условия местности, технология выращивания и обработки винограда. Сотни компонентов, которые проходят через виноград и образуются в процессе виноделия, участвуют в формировании органолептических свойств (качества) вина.

Не все доступные сорта винограда дают качественное вино. Все это доказывает, что сорт винограда играет решающую роль в формировании качества вина.

В ходе расследования выяснилось, что ни одно из действующих предприятий по выращиванию посадочного материала в нашей стране не работает. Учитывая, что наши почвы заражены филлоксерой, использование посадочного материала, выращенного на собственной корнях, исключено. Поэтому необходимо приобретать посадочный материал на привитых основе. Выяснилось, что такой посадочный материал в основном импортируется в Азербайджан из 5 стран.

Состав исходных виноматериалов играет ключевую роль в формировании качества вин.

Многочисленные исследования пока не решили проблему получения качественных крепленых вин и разработки методов объективной оценки их качества. В частности, проблемой остается отсутствие дифференцированных технологий, позволяющих производить качественные крепленые вина из интродуцированных сортов винограда в местных условиях.

Целью исследования является разработка усовершенствованной технологии портвейна из интродуцированных сортов винограда.

Объект исследования - виноград, сусло, мезги, гребни, выжимка, многолетние части виноградной лозы, виноматериал и вино в процессе приготовления, описание их химического состава, вспомогательных материалов и др. Используются белые и красные сорта винограда, выведенные в ходе исследования. Виноград собирают в технических и перезревших состояний. Чтобы заменить дубовую клепку, исследуют твердые части грозди и одревесневшие части виноградной лозы.

Оценка сортов винограда проводится по физико-химическим и биохимическим показателям. На основе всего этого отбираются наиболее подходящие сорта винограда. Отобранный виноград контролируется на предмет созревания и собирается в требуемых состояний. Виноград измельчают и гребни отделяют, а мезга сульфитируют из расчета 70-90 мг/дм³. Отделенный гребни и выжимка ферментируют или в сброженную массу добавляют свежий гребни.

Варианты, полученные настаиванием на мезге и брожением мезги, подвергаются прессованию. Сусло полученное после настаивания на мезге ферментируется до необходимой кондиции по сахаристости, все ферментированные варианты спиртуются до образования 17-19 об % спирта. В процессе спиртования используют спирт пшеничный ректификованный или виноградные спирты различной крепости. Затем спиртованный виноматериал хранят на дрожжах (1-3 месяца). Отделенный от осадка молодой виноматериал подвергается термообработке в одинаковых условиях с различными добавками (дубовая клепка, многолетние части виноградной лозы, твердые части грозди, дрожжевой осадок) и без них.

Полученные виноматериалы анализируются на физикохимические и органолептические характеристики.

Изучены физико-химические характеристики интродуцированных сортов винограда. Результаты представлены в таблице (таблица 1).

Таблица 1

Карбоно-кислотный потенциал изученных сортов винограда

Показатели	Сорта винограда			
	Каберне – Совиньон	Малбек	Мерло	Шираз
Сахаристость , г/дм ³	240	230	260	220
Кислотность , г/дм ³	6,5	6,2	6,6	7,0
рН	3,02	3,41	3,21	3,16
Показатели технической зрелости (ПТЗ)	249	257	275	229
Глюкоациметрические показатели (ГАП)	3,6	3,7	3,9	3,1

Как видно, индекс технической зрелости сортов винограда, привезенных в местные условия, колеблется в пределах 229-275, а глюкоацидометрические показатели - в пределах 3,1-3,9. Этот показатель составил у сорта Шираз - 3,1, в Каберне Совиньон - 3,6, в Мальбеке – 3,7 и в Мерло - 3,9.

Не достигшее фенольной зрелости виноградное сырье не удовлетворяет потребности в сырье с точки зрения как технической зрелости, так и глюкоацимометрическим показателем. Поэтому сбор винограда технической и фенольной зрелости имеет особое значение для приготовления портвейна.

Результат

Глюкоацидометрические показатели (ГАП) интродуцированных сортов винограда колебались в пределах 3,1-3,9. В Ширазе этот показатель был 3,1, в Каберне Совиньон - 3,6, в Мальбеке 3,7 и в Мерло - 3,9. Значения технической зрелости и глюкоацидометрического индекса дают основание сделать вывод о том, что изученные для наших условий сорта винограда могут быть использованы при производстве портвейна.

Список литературы

1. Фаталиев Х.К. Технология вина / Фаталиев Х.К. - Баку: Наука, 2011, 596 с.
2. Кишковский З.Н., Мержаниан А.А. Технология вина / Кишковский З.Н., Мержаниан А.А. – Москва: ЛИПП, 1984, 503 стр.
3. Кишковский З.Н., Скурихин И.М. Химия вина/ Кишковский З.Н., Скурихин И.М. – Москва: Агропромиздат, 1988, 253 стр.

УДК 637.138:637.136:637.146.34

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ ПРОБИОТИКОВ В МОДЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

М. М. Джумажанова, Ж. Х. Какимова, Г. О. Мирашева, Г. Е. Тулькебаева,
Г. М. Байбалинова

Университет имени Шакарима города Семей, г. Семей, Казахстан

В промышленно развитых странах функциональные продукты стали частью повседневного рациона и продемонстрировали потенциальную пользу для здоровья.

Функциональность функциональных пищевых продуктов основана на биоактивных компонентах, часто содержащихся в продукте естественным образом, но обычно требующих добавления определенного ингредиента для оптимизации полезных свойств. В категорию функциональных пищевых продуктов входят:

- 1) обычные продукты с биологически активными веществами природного происхождения (например, пищевые волокна);
- 2) продукты с добавками биологически активных веществ (например, пробиотики, антиоксиданты);
- 3) введенные производные пищевые ингредиенты к обычным продуктам питания (например, пребиотики) [1].

Термин «пробиотик» является относительно новым словом, означающим «для жизни», и в настоящее время он используется для обозначения бактерий, связанных с благотворным воздействием на людей и животных. Первоначальное наблюдение положительной роли, которую играют некоторые отобранные бактерии, приписывается Илье Мечникову, лауреату Нобелевской премии, работавший в Институте Пастера в начале прошлого века, который предположил, что «зависимость кишечных микробов от пищи позволяет принимать меры для изменения флоры в нашем организме и замены вредных микробов полезными микробами» [2].

Пробиотики были определены как живые микроорганизмы, которые при введении в адекватных количествах оказывают благотворное физиологическое воздействие на хозяина.

Чтобы оказать положительное влияние на здоровье, жизнеспособность пробиотических бактерий является важным фактором их эффективности, так как они должны выживать во время обработки и хранения пищевых продуктов и проходить через желудок с повышенной кислотностью, а также ферменты и желчные соли в тонкой кишке [3].

Наиболее перспективным направлением для решения этой проблемы является использование частного случая процесса иммобилизации бактериальных клеток – инкапсулирования.

На сегодняшний день группой ученых университета ведутся научные исследования по разработке кисломолочных продуктов с инкапсулированными пробиотиками.

В рамках научного гранта, финансируемого МОН РК по приоритетному направлению «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции», предпериоритету «Технологии глубокой переработки сырья и продукции» по теме «Научно-практическое обоснование использования инкапсулированных синбиотических препаратов, обладающих иммуностимулирующей активностью, в производстве молочных продуктов» проведены научные исследования и разработки, одним из результатов данного гранта является разработанная технология получения инкапсулированных пробиотиков.

На основании экспериментальных данных был обоснован выбор материалов, используемых для инкапсулирования: альгинат натрия, желатин и хлорид кальция CaCl_2 . Исследован и обоснован выбор пробиотика для инкапсулирования - *Propionibacterium*

freudenreichii. Также был исследован процесс инкапсулирования пробиотика в альгинатно-желатиновую капсулу, а также исследована жизнеспособность инкапсулированных пробиотиков в модельной среде, имитирующей желудочно-кишечный тракт.

После того, как *P. freudenreichii* проходит через желудок и верхний кишечный тракт, *P. freudenreichii* должен предпочтительно прилипнуть к эпителию кишечного тракта и расти. В качестве руководства Международная молочная федерация рекомендовала, чтобы бактерии были активными и содержали не менее 10^7 КОЕ/мл. К сожалению, большинство пробиотиков, в том числе *P. freudenreichii*, не способны выживать в высокой пропорции суровых условий кислотности и концентрации желчи, обычно встречающихся в желудочно-кишечном тракте человека.

Поэтому инкапсулирование бактериальных клеток в альгинатно-желатиновые гели в настоящее время привлекает внимание к увеличению жизнеспособности пробиотических бактерий в кислых продуктах, и это широко используемый метод, потому что этот метод очень мягкий и выполняется при комнатной температуре в водной среде путем с использованием физиологически приемлемых химикатов.

Чтобы получить данные о поведении капсул во время имитации желудочно-кишечного тракта, была исследована стабильность в модельных средах SGF (pH 2) и SIF (pH 7,2). В SGF капсулы показали набухание без какого-либо признака распада в течение 2 ч. Результаты показывают, что капсулы быстро набухали в течение первых 30 минут, через 1 час набухание микрокапсул достигло равновесия без какой-либо эрозии.

Инкапсулированные пробиотики помещали в имитированную среду желудочного сока (SGF) pH 2,0 и инкубировали в течение 2 часов, затем капсулы переносили в имитированную среду тонкого кишечника (SIF) pH 7,2 и также инкубировали в течение 3 часов. Данный график показывает модельную среду имитирующий желудочно-кишечный тракт. Результаты показаны на рисунке 1.

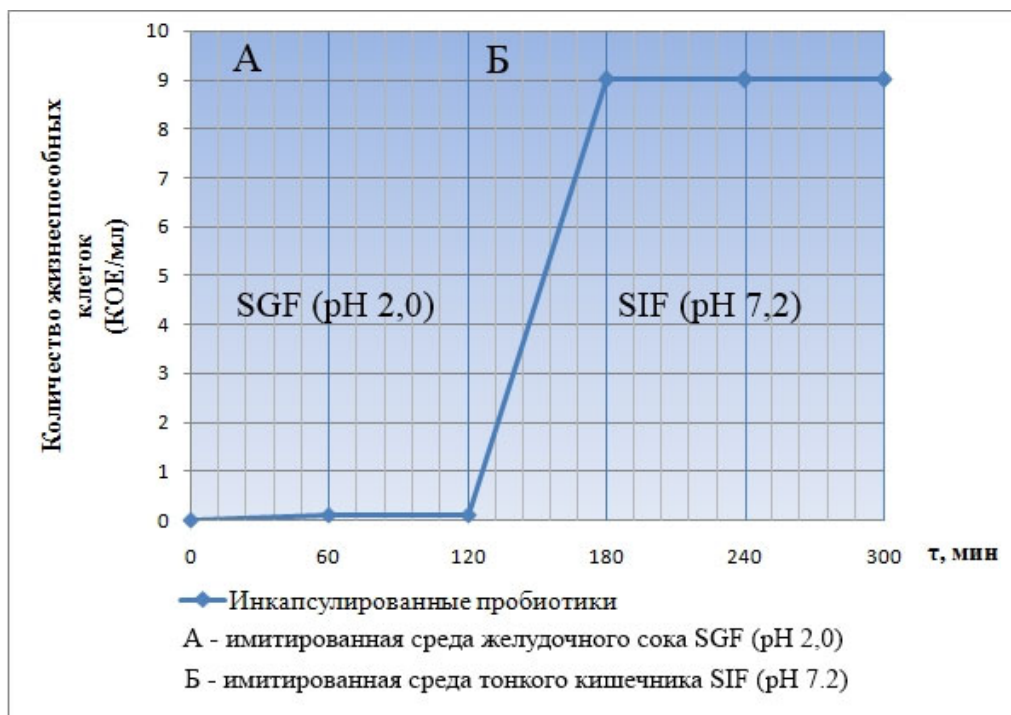


Рис. 1. Жизнеспособность клеток *P. freudenreichii* в зависимости от времени высвобождения клеток из капсул в модельной среде имитирующей желудочно-кишечный тракт

На первом этапе высвобождение клеток были незначительными в SGF (pH 2). После того, как инкапсулированные пробиотики были перенесены из SGF в SIF, было обнаружено большое количество и более высокая скорость высвобождения клеток *P. freudenreichii*. Когда капсулы поместили в SGF, альгинатный компонент подвергся катализируемому кислотой гидролизу, а также превращению групп $-\text{COO}-$ в группы $-\text{COOH}$, электростатическое притяжение между группами Ca^{2+} и $-\text{COO}-$ в соединении «яичная коробка» почти исчезало и, следовательно, шарики начали распадаться гораздо быстрее. Этот результат показал, что клетки *P. freudenreichii* могут непрерывно высвобождаться из микрокапсул в ЖКТ, количество и скорость высвобождения клеток *P. freudenreichii* в SIF были намного выше и быстрее.

Капсулы с содержанием *P. freudenreichii* на основе альгината и желатина были получены с помощью технологии экструзии, и продукт мог увеличить количество живых клеток до 10^9 КОЕ/мл. Капсулы, полученные методом экструзии, равномерно распределены без признаков коллапсированных сфер с размером $2,5 \pm 3,0$ мм. Клетки *P. freudenreichii* могут непрерывно высвобождаться из капсул, а количество и скорость высвобождения в SIF (pH 7,2) были намного выше и быстрее, чем в SGF (pH 2). Таким образом, метод инкапсулирования, оказался очень эффективным в увеличении жизнеспособности пробиотических бактерий по сравнению с неинкапсулированными свободными клетками. Альгинатно-желатиновые капсулы могут потенциально использоваться в качестве безопасного и защитного средства доставки жизнеспособных пробиотических бактерий.

Данные по исследованию жизнеспособности показали, что альгинатно-желатиновые капсулы обеспечивают самую высокую защиту по сравнению с другими видами капсул, так как конечная концентрация приблизительно 10^9 КОЕ /мл для *P. freudenreichii* была получена после 3 часов в имитирующей среде тонкого кишечника. Данные по жизнеспособности также указывают на то, что альгинатно-желатиновые капсулы обеспечивают лучшую защиту, что предполагает снижение проникновения кислоты, возможно, из-за более сильных взаимодействий между этими двумя полимерами.

Список литературы

1. Тужилкин В.И., Доронин А.Ф., Кочетова А.А. Функциональные пищевые продукты – стратегия современного питания // Технология здорового питания. Ч. 1. – М.: Московский гос. ун-т пищевых продуктов, 2003. – С. 60.
2. Metchnikoff E. The prolongation of life: Optimistic studies. 1st ed. New York and London // G.P. Putman's Sons; 1908.p. 161-183.
3. Артюхова С.И. Использование пробиотиков и пребиотиков в биотехнологии производства биопродуктов: монография – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 112 с.

УДК 577.325

ИММОБИЛИЗАЦИЯ ТРИПСИНА НА ПОЛИВИНИЛКАПРОЛАКТАМЕ И ЕГО СОПОЛИМЕРАХ С ПОЛИВИНИЛИМИДАЗОЛОМ

А. Н. Дубовицкая*, М. Г. Холявка***, М. С. Лавлинская*, А. В. Сорокин*, В. Г. Артюхов*

* Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

** Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

Разработка ферментных препаратов является перспективной областью научных изысканий и находит применение в аналитических исследованиях, медицинской промышленности, здравоохранении, сельском хозяйстве, а также в различных отраслях пищевой и легкой промышленности.

На сегодняшний день ряд энзимов, к которым относится трипсин – эндогенный протеолитический фермент класса гидролаз, синтезируемый экзокринными клетками поджелудочной железы млекопитающих [1], – применяют для размягчения мяса. Их использование основано на ферментативном гидролизе белков, что позволяет интенсифицировать технологический процесс, а также повысить пищевую ценность сырья и улучшить его органолептические характеристики.

Нестабильность некоторых энзимов ограничивает их широкое применение в промышленности. Одним из путей решения этой проблемы является иммобилизация ферментов на синтетических носителях [2].

Поли-N-винилкапролактam (ПВК) – термоосаждаемый полимер, обладающий высокой гидрофильностью, выраженной способностью к комплексообразованию и отсутствием токсичности, что позволяет использовать его как матрицу для иммобилизации широкого спектра биологически активных веществ. Применение ПВК в качестве матрицы-носителя позволяет повысить устойчивость фермента к термоинаktivации. Белковая молекула прикрепляется через химическую связь или включается в гель [3].

Поливинилимидазол (ПВИ) – это синтетический полимер, проявляющий основные свойства. Винилимидазол обладает высоким термодинамическим сродством к воде. Полимеры на основе имидазола легко связываются с биологическими молекулами посредством водородных связей [4].

Целью исследования являлось изучение каталитических свойств трипсина, иммобилизованного на матрице поливинилкапролактама и его сополимеров с поливинилимидазолом.

В качестве объекта исследования был выбран трипсин быка фирмы Диаэм. Носителями для иммобилизации выступили синтетические полимеры – поливинилкапролактam и его сополимеры с поливинилимидазолом со следующим содержанием звеньев: 1) ВК (винилкапролактam) – 47%, ВИ (винилимидазол) – 53%; 2) ВК – 64%, ВИ – 36%; 3) ВК – 79%, ВИ – 21%.

Иммобилизация трипсина проводилась в соотношении 100 мг фермента на 1 г матрицы при добавлении раствора фермент-носитель к 1% разогретому (1 час инкубации при температуре 50 °С) раствору резорцина в отношении 1:1. В качестве иммобилизационной среды использовался 0,1 М фосфатный буфер с pH 6,5; инкубация проводилась в течение 20 минут при температуре 37 °С, а затем – при комнатной температуре до полного высыхания препарата. Каталитическая активность фермента определялась по субстрату BAPNA.

В результате проведенных экспериментов и последующих расчетов была определена ферментативная активность препаратов трипсина (рис. 1).

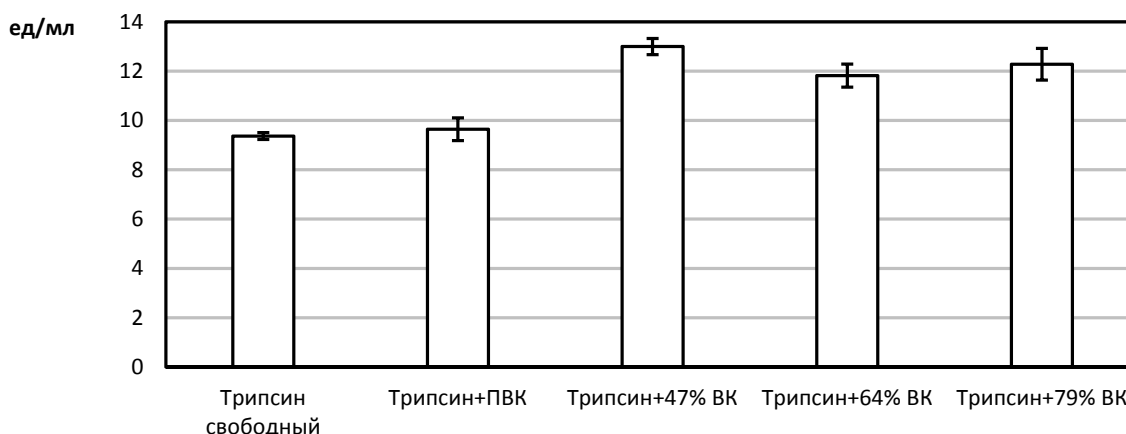


Рис. 1. Ферментативная активность препаратов трипсина

Самым многообещающим носителем показал себя сополимер с содержанием 47% винилкапролактанных звеньев и 53% винилимидазольных звеньев. Ферментативная активность трипсина, иммобилизованного на данном носителе, составила $13 \pm 0,4$ ед/мл, что соответствует 139% от каталитической способности нативного фермента. Носителем с наименьшим значением активности иммобилизованного трипсина оказался поливинилкапролактан. Активность энзима, иммобилизованного на нем, составила $10 \pm 0,5$ ед/мл, что соответствует 103% от нативного трипсина. Повышение ферментативной активности по сравнению со свободным энзимом может быть обусловлено несколькими механизмами. Во-первых, активность трипсина может увеличиваться после иммобилизации за счет изменения конформации его молекулы, что положительно влияет на скорость реакции. Во-вторых, ферменты могут ингибироваться высокими концентрациями субстрата или некоторыми продуктами реакции, что снижает наблюдаемую активность, иммобилизация же полностью или частично предотвращает ингибирование. Кроме того, многие детергенты могут вызывать снижение активности интактного энзима, так же как и проведение эксперимента при температуре выше оптимальной для данного фермента вследствие термического искажения, тогда как иммобилизованный препарат в большей степени защищен от потери каталитической активности [5].

Таким образом, изучение поливинилкапролактама и его производных как матрицы для иммобилизации ферментов является перспективным направлением исследований биофизики и биотехнологии.

Список литературы

1. Холявка М. Г. Практикум по биотехнологии: иммобилизованные биологические объекты в системе лабораторных работ / М. Г. Холявка, М. А. Наквасина, В. Г. Артюхов. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 161 с.
2. Варфоломеев С. Д. Химическая энзимология: учебник / С.Д. Варфоломеев. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 480с.
3. Шерстюк С. Ф. Поливинилкапролактан — обратимо осаждаемый термополимер. Соосаждение белков / С. Ф. Шерстюк, И. Ю. Галаев, А. П. Савицкий, Ю. Э. Кирш, И. В. Березин // Биотехнология. – 1987. – № 2. – С. 179–182.
4. Anderson E. B. Imidazole- and imidazolium-containing polymers for biology and material science applications / E. B. Anderson, T. E. Long // Polymer. – 2010. – Vol. 51. – №12. – P. 2447–2454.
5. Rodrigues R. C. et al. Modifying enzyme activity and selectivity by immobilization // Chemical Society Reviews. – 2013. – Vol. 42. – №. 15. – P. 6290-6307.

УДК 637.3.07

АНАЛИЗ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЛЛОВЫХ ШКАЛ

Е. В. Дымов, И. Ю. Резниченко

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Анализ качества пищевых продуктов проводится в соответствии с методологией и методами, регламентированными требованиями нормативных документов. Важными потребительскими свойствами пищевых продуктов являются сенсорные характеристики (органолептические). Одним из нашедших широкое практическое применение методов оценки уровня качества пищевых продуктов является рейтинговая оценка. Рейтинговая оценка качества заключается в количественной оценке с помощью балльных шкал (балловых шкал), которые представляют собой объединение описательных характеристик, применяемых для оценки уровня качества продукции [1]. Балловые шкалы используют, как правило, для органолептической оценки, выявления дефектов или пороков продукции, для установления уровня качества. При оценке качества некоторых пищевых продуктов, в нормативных документах изложены балловые шкалы и порядок оценки органолептических характеристик продукции, данные шкалы активно применяются при исследовании качества традиционных и новых продуктов, например, сыров [2-5]. Для пищевых продуктов, не имеющих заложенных нормативной документацией данной методологии, разрабатывают балловые шкалы различного порядка [6,7].

Цель работы заключалась в определении уровня качества сыров, реализуемых на потребительском рынке г. Кемерово для установления их сорта.

В задачи исследования входили: анализ маркировки и упаковки образцов сырья, оценка органолептических показателей с помощью балловой шкалы, выявление уровня качества образцов сыров.

Объектами исследования являлись образцы сыра «Голландский» различных производителей. Образец №1 производитель: Алтайский край, Усть-Калманский р-н, с. Усть-Калманк, ул. Ленина, 34. Образец №2 - Свердловская область г. Екатеринбург, переулок Никольский, д.1.

В работе применяли методы исследований, согласно требований ГОСТ 32260 [2].

В результате оценки качества упаковки образцов выявили, что упаковка образцов целостная, не поврежденная, вид упаковки целлофан, упаковка полупрозрачная. Упаковка соответствует требованиям ГОСТ 32260.

Анализ маркировки проводили на соответствие требованиям ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки». Установили, что у образца №1 «Сыр Голландский» сведения о продукте нанесены мелким шрифтом, нечитабельны, не указана информация о наличии ГМО и не указан единый знак обращения. Маркировка образца не соответствует требованиям ТР ТС 022. У образца №2 отклонений и несоответствий требованиям ТР ТС 022 не выявлено.

Согласно балльной оценке у образцов определяли следующие показатели качества: вкус и запах, консистенцию, рисунок, внешний вид и цвет. В результате балловой оценки образцов (по 100 – балльной шкале) установили, что образец №1 набрал в сумме 96 баллов, в том числе по вкусу и запаху 43 балла и относится к высшему сорту. Образец №2 набрал в сумме 94 балла, в том числе по вкусу и запаху 42 и относится к высшему сорту.

Отклонения имеются в образце №1 по вкусу и запаху, которые характеризуются как менее выраженные сырные и имеют скидку в баллах 2. У образца №2 имеются отклонения по показателю рисунок. Фактически рисунок характеризовался неравномерностью, глазки расположены не по всей поверхности, за это снижение в баллах составило 2 балла. На рис. 1 представлен образец №2 – состояние поверхности и рисунок на разрезе.



Рис. 1. Внешний вид образца №2 и рисунок на разрезе

Таким образом, анализ уровня качества образцов сыра показал, что имеются отклонения в органолептических характеристиках, оба образца по уровню качества относятся к высшему сорту.

Список литературы

1. ГОСТ 31986-2012 Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. [Электронный ресурс]. М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200103472/>. – Дата обращения: 1.09.2020.
2. ГОСТ 32260-2013 Сыры полутвердые. Технические условия. [Электронный ресурс]. М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200107358> - Дата обращения 02.09.2020.
3. Перевозчиков, А.И. Органолептическая характеристика рассольного сыра "Брынза" и термокислотного сыра "Легенда Алтай" из молока коз и молока коров/А.И. Перевозчиков, Е.Г. Шувалова//Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства.- 2017.- № 19. - С. 171-173.
- 4.Заворохина, Н.В. Использование дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа при сравнительной оценке качества сыров DOP и их аналогов/ Н.В. Заворохина //Сыроделие и маслоделие. - 2017.- № 6.- С. 16-18.
5. Egorova E.Yu.Production of vegetable "milk" from oil cakes using ultrasonic cavitation/ Egorova E.Yu., Khmelev V.N., Morozhenko Yu.V., Reznichenko I.Yu.//Foods and Raw Materials. - 2017.- Т. 5. - № 2.- С. 24-35.
6. Зайцева, Н.С. Разработка и применением балловой шкалы для органолептической оценки кондитерских изделий/ Н.С. Зайцева, И.Ю. Резниченко// Пищевые инновации и биотехнологии. Сборник тезисов VIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. под общ. ред. А. Ю. Просекова. Кемерово.- 2020. - С. 294-296.
7. Плаксина, М.М. Дескрипторно-профильный анализ печенья/Плаксина М.М., Резниченко И.Ю.//Пищевые инновации и биотехнологии. Сборник тезисов VIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. под общ. ред. А. Ю. Просекова. Кемерово.- 2020. - С. 318-320.

УДК 664.66.022.39

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ИЗ ШИПОВНИКА В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А. Е. Елизарова, Л. Н. Федянина, Е. С. Смертина, В. А. Лях

Дальневосточный федеральный государственный университет, г. Владивосток, Россия

Растительное сырье дальнего востока является обширной базой функциональных пищевых ингредиентов, для разработки продуктов диетического профилактического питания. Особое значение имеют промышленные заготовки от дикорастущих и культивируемых лекарственных растений, в том числе шиповник, который является одним из многотоннажных культивируемым видов. Он введен в культуру разрабатываются его высоковитаминные сорта [1].

Основным достоинством шиповника является высокое содержание в его плодах аскорбиновой кислоты, другого естественного продукта настолько богатого аскорбиновой кислотой не существует в природе. Кроме того, плоды шиповника содержат каротин (провитамин А) – 12–18 мг %, витамин В2 – 0,03 мг %, витамин К, витамин Р, а также флавоноиды, около 18% сахара, 4,0 % пектиновые вещества, органические кислоты [2,3].

Целесообразность обогащения пищевых продуктов физиологически ценными пищевыми ингредиентами на основе продуктов переработки шиповника (в виде свежих ягод, порошка, сиропов, экстрактов), позволяющими улучшать их потребительские свойства, отмечается в публикациях, как иностранных ученых, так и ученых из различных регионов Российской Федерации. С добавлением пищевых ингредиентов на основе шиповника создана линейка продуктов, включающая хлебобулочные изделия (ХБИ) и мучные кондитерские изделия, отдельные из которых обладают доказанным положительным действием на организм человека, в рецептуру продуктов включают различные формы шиповника [4 – 12].

Так, в некоторых работах показана возможность добавления порошка шиповника в рецептуры ХБИ, что обогащает их витаминами, биологически активными веществами (пектином, каротином и т.п.), улучшает органолептические показатели продукта. Однако, было отмечено, что выход готовых изделий ХБИ уменьшается, при увеличении их кислотности [4,5].

Внесение шиповника в рецептуру хлеба в виде экстракта на основе сыворотки и водного экстракта обеспечивало возможность сокращения продолжительности технологического цикла на 60–90 мин без снижения качества готовой продукции, за счет благоприятного действия экстрактов на бродильную микрофлору. Улучшались физико-химические свойства ХБИ по показателям пористости, формоустойчивости и удельного объема изделий. Экстракты шиповника увеличивали срок годности и повышали микробиологическую стабильность продукта при хранении [6].

Добавление шрота шиповника в рецептуру ржано-пшеничного хлеба, способствовало повышению кислотности изделий, увеличению их удельного объема, ускоряло технологический процесс. Однако была выявлена дозозависимость положительного эффекта включения шрота в рецептуру продукта. По результатам исследований физико-химических показателей качества ржано-пшеничного хлеба установлено, что их пористость, удельный объем увеличиваются по сравнению с контрольным образцом. Установлено, что при внесении максимального количества шрота из плодов шиповника (6 %) в хлебе появляется чрезмерно выраженный привкус добавок. Поэтому для обеспечения высоких органолептических показателей качества ХБИ рекомендуется использовать шрот в количестве не более 4 % от общей массы муки [7].

Эффективность добавления порошка шиповника в рецептуру мучных кондитерских изделий показана на примере разработанного сахарного печенья «веточка шиповника» и

«фантазия», которая проявлялась совершенствованием физико-химических показателей и качества готовых изделий и повышением их пищевой ценности, за счет витамина С и минеральных веществ [8,9].

Аналогичные исследования по созданию печенья с порошком шиповника проводились и другими учеными, которые также отметили пользу добавления шиповника в рецептуру печенья, в качестве витаминизирующего и реминерализирующего вещества [10,11].

Помимо печенья положительную тенденцию влияния порошка шиповника обнаружили при применении его в технологии булочных изделий, он способствует активизации процесса брожения теста, повышению качества готовой продукции и улучшению ее потребительских свойств. Изделия приобретали более темный цвет по сравнению с контрольным образцом, при этом вкус изделия более сладкий с привкусом шиповника. [12]. Помимо всего прочего порошок и водный экстракт плодов шиповника благоприятно влияет на технологию приготовления кексов опарным методом, образцы имеют лучшую комплексную оценку по физико-химическим и органолептическим показателям качества, в сравнении с контролем [13].

Однако применение отвара шиповника, изменяло цвет и аромат продукта, в результате придавая готовому продукту красноватый оттенок. Был обнаружен прямой дозозависимый эффект увеличения кислотности бубликов, значительных изменений в других нормируемых физико-химических показателей не наблюдалось, все образцы соответствовали нормативной документации на данный вид продукции [14].

В некоторых работах по разработке мучных кондитерских изделий указывается способность пищевых ингредиентов из шиповника снижать содержание продуктов окисления липидов фритюрных масел, уменьшало значения ПЧ, КЧ и АЧ, увеличивать срок годности готовых изделий [15,16].

Отмечается целесообразность применения биологически активных добавок на основе шиповника в производстве пахлавы. Порошок из шиповника вносился и в тесто, и в начинку. Отмечено значительное улучшение органолептической оценки полученных изделий. Они приобретали светло-коричневый оттенок, приятный выраженный вкус и аромат шиповника за счет внесения добавки. Также как и написано выше было отмечено замедление окислительных процессов и увеличения срока хранения пахлавы [17].

Применение смеси экстрактов шиповника и стевии в технологии булочек, снабжало их высокими органолептическими показателями по сравнению с контрольными образцами. С подобным сочетанием экстрактов стевии и шиповника созданы булочки, которые характеризовались более высокой пищевой ценностью, но и улучшали физико-химические свойства готового продукта, в том числе пористость, эластичность мякиша, разжевываемость [18].

Учитывая вышеизложенное – достаточную сырьевую базу шиповника на территории России, положительное его влияние как на технологические свойства мучных кондитерских изделий и ХБИ, так и на их пищевую ценность, все формы его применения в определённых, рациональных дозах, в качестве пищевых ингредиентов являются перспективными для разработки продуктов диетического профилактического питания.

Список литературы

1. Стрелец, В.Д. Производственно–хозяйственное обоснование промышленного выращивания шиповника / В.Д. Стрелец, В.И. Еремин, М.Х. Тутов, Е.А. Корягина – Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2005. – № 4 – 160–166 с.
2. Ламан, Н.А. Шиповник – природный концентрат витаминов и антиоксидантов / Н.А. Ламан, Н.А. Копылова / Минск: Наука и инновации, 2017. – Т. 10, № 176. – 45–49 с.
3. Зориков, П.С. Основные лекарственные растения Приморского края: Учебное пособие // Владивосток: Дальнаука, 2004. – 129 с.

4. Захаров, В.Л. Влияние добавок из плодов рябины, аронии и шиповника на физико-химические и микробиологические показатели пшеничного хлеба В.Л., Захаров, Т.В. Зубкова / Мичуринск: Вестник мичуринского государственного аграрного университета, 2016. – 94–98 с.
5. Перфилова, О.В. Новый сорт хлеба с шиповником / О.В. Перфилова / Мичуринск: Достижения науки и техники АПК, 2010. – № 8. – 77–78 с.
6. Лебеденко, Т.С. Prospects of improvement of accelerated bread technologies by usage of dogrose and hawthorn / Т.С. Лебеденко, В.О. Кожевникова, Т.П. Новічкова / Technology audit and production reserves, 2014. – № 3/5(17) – 8–11 с.
7. Oliinyk, S. Studying the influence of meats from wheat and oat germs, and rose hips, on the formation of quality of ryew heat dough and bread / S. Oliinyk, O. Samokhvalova, N. Lapitska, Z. Kucheruk / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020. – Vol. 1. – P. 59–65.
8. Пат. 2412596 Российская Федерация, А21D 13/08. Способ приготовления печенья сахарного «Веточка шиповника» [Текст] / Л.П. Пашенко, Ю.Н. Труфанова, Е.В. Насильникова; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежская государственная технологическая академия – № 2009119633/13; заявл. 25.05.2009; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6. – 14 с.
9. Типсина, Н.Н. Разработка рецептур мучных изделий с использованием плодов шиповника / Н.Н. Типсина, В.В. Матюшев, Н.И. Селиванов, Н.И. Чепелев / Барнаул: Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2016. – № 1(135). – 161–165 с.
10. Магомедов, Г. О. Сахарное печенье на основе обогащенных мучных композитных смесей [Текст] / Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова, Е. В. Шакалова // Кондитерская фабрика, 2006. – № 11–12. – С. 8–9.
11. Tanska, M. Effect of fruit pomace addition on shortbread cookies to improve their physical and nutritional values / M. Tanska, B. Roszkowska, S. Czaplicki, E.J. Borowska, J. Bojarska, A. Dąbrowska // Plant Foods Hum Nutr. – 2016. – № 71 – P. 307–313.
12. Якутова, И.А. Использование порошка шиповника в производстве булочных изделий / И.А. Якутова, М.Н. Мельникова / Екатеринбург: Современное хлебопекарное производство: перспективы развития – Материалы XVII Всероссийской заочной научно-практической конференции, 2016. – 66–70 с.
13. Белокурова, Е.В. Разработка технологии кексов с использованием добавок из плодов шиповника майского (*Rosa majalis*) / Е.В. Белокурова, М.А. Костюкова, М.А. Курова / Воронеж: Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, 2014. – № 4(62) – 142–146 с.
14. Захарова, А.С. Бублики с отваром из плодов шиповника / Захарова А.С., Сазонов М.А./ Барнаул: Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности – Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, 2016. – 472–474 с.
15. Агзамова, Л.И. Производство мучного кондитерского изделия повышенной пищевой ценности / Л.И. Агзамова, З.Ш. Мингалеева, С.В. Борисова, О.В. Старовойтова, О.А. Решетник / Вестник Казанского технологического университета, 2010. – № 11 – 264–268 с.
16. Дубцова, Г.Н. Использование природных антиоксидантов при производстве хвороста / Г.Н. Дубцова, И.А. Дедова, И.У. Кусова, Д.И. Быстров / Вестник ВГУИТ, 2015. – № 2(64). – 214–218 с.
17. Толстова, Е.Г. Возможности обогащения кондитерских изделий пищевыми волокнами / Е.Г. Толстова / Вестник НГИЭИ, 2012. – № 6. – 83–91 с.
18. Чижикова, О.Г. Разработка хлебобулочных изделий с применением стевии / О.Г. Чижикова, А.К. Чайка, Т.К. Каленик, Е.С. Смертина, О.Н. Самченко, И.О. Пилипенко / Владивосток: Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление, 2009. – № 4 – 79– 88 с.

УДК 663.86

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДКОРМКИ ДЛЯ ДРОЖЖЕЙ С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕМЕНИ СБРАЖИВАНИЯ НАПИТКА НА ОСНОВЕ КУЛЬТУРЫ *MEDUSOMYCES GYSEVII*

В. П. Емельяненко, С. Н. Савельев, Е. А. Руденская
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Актуальность работы обусловлена негативным влиянием наиболее популярных, на данный момент, прохладительных напитков, лидирующие положение среди которых занимают напитки на основе сахарных сиропов с добавлением красителей (лимонады) и увеличивающимся интересом потребителей к напиткам, содержащим повышенное содержание биологически активных веществ (биолимонады и квасы). Однако удовлетворить спрос потребителей российский рынок прохладительных напитков не в состоянии, поскольку доля таких товаров среди ассортимента мала.

Использование микроорганизмов в производстве прохладительных напитков не является новым направлением, однако развитие его на российском рынке в большей степени ограничивается использованием дрожжей–сахаромицетов (*Saccharomyces minor* (syn. *S. paradoxus*) расы М.) и молочнокислых бактерий (*Betabacterium B* № 11 и № 13) для производства кваса. Вследствие процесса брожения в напитке накапливаются витамины В1, В2, РР, молочная кислота, аминокислоты, диоксид углерода и другие соединения, которые повышают его биологическую и пищевую ценность) [3]. Однако, даже наличие этих компонентов, не позволяет квасу вырваться на лидирующую позицию в индустрии (объемы его производства в 1,5 раза ниже, чем у лимонадов). Это, вероятнее всего, обусловлено его специфическими органолептическими показателями [4].

Для производства напитков с повышенным содержанием биологически активных веществ используют и другие микроорганизмы. Так, например, для производства биолимонада применяется культура *Gluconobacter oxydans*. Данный микроорганизм принадлежит к семейству *Acetobacteraceae*. *G. Oxydansis*. Он способен вызывать неполное окисление сахаров, спиртов и органических кислот, выделяя в питательный раствор глюконовую и кетоглюконовую кислоты. Эти кислоты обладают антиоксидантными свойствами и предупреждают осаждение солей кальция. На данный момент эту культуру использует для производства биолимонада Bionade фирма Radeberger (Германия). Напиток по органолептическим показателям близок к лимонадам. Отечественные напитки на основе данной культуры–продуцента отсутствуют [6].

Наиболее перспективным микроорганизмом–продуцентом, на основе которого возможно создание прохладительного напитков, обогащенного биологически активными веществами, является *Medusomyces gysevii* (чайный гриб). Чайный гриб представляет собой консорциум микроорганизмов: дрожжей (*Saccharomyces sp.*, *Torulopsis dattilf* и др.) и уксуснокислых бактерий (*Gluconacetobacterim xylinum*, *Acetobacterim acet*). Метаболитами данных бактерий являются органические кислоты (уксусная, молочная, глюконовая, лимонная, яблочная и др.), витамины (С, РР, В1, В3, В5, В6, В12), пищеварительные ферменты, кофеины, танины и углекислый газ, которые необходимы для организма человека [5].

Исследования по созданию напитка на основе чайного гриба уже ранее проводились, однако совмещали в себе изменение лишь одного параметра культивирования чайного гриба (питательного раствора, технологических параметров), в связи с чем на российском рынке присутствуют напитки, технология производства которых незначительно отличается от традиционной схемы производства.

Наибольший интерес вызывает исследование во главе с Сотниковым В. А. по иммобилизации культуры чайного гриба на твердый носитель. Основными принципами работы являются:

- 1) разделение физиологических фаз брожения и окисления чайно-сахарного сиропа во времени и в пространстве
- 2) иммобилизация пленки «чайного гриба» на носителях с целью формирования его глубинной культуры.

Изначально культуру выращивал на чайно-сахарном сиропе с повышенным содержанием экстракта чая и ростовых факторов. Далее продуцент иммобилизовали на кусочках древесины (липы, сосны) размерами 2х5х2, увлажненных до полного влагонасыщения. Впоследствии проводилось брожение при температуре 28 °С и низком уровне аэрации (5–15% от максимального уровня парциального давления растворенного кислорода), целью которого является накопление максимального количества глюконовой кислоты и спирта. Следом идет головное брожение, посредством которого происходит превращение этих компонентов в органические кислоты, чему способствует витамины группы В. Температура сбраживания 28 °С, уровень аэрации 20-30% от $m\text{pO}_2$. Далее происходит концентрация жидкости для того, чтобы превратить накопивший спирт (примерно 1,2%) в уксусную кислоту и повысить содержание органических кислот, концентрация которых в питательном растворе не превышает 10 г/л. Процесс идет при 20-22 °С и повышенном уровне аэрации (55-65% от $m\text{pO}_2$). По окончании процесса концентрация кислот достигает 17 г/л, а концентрация сухих веществ 7,5-8,5% [5].

За основу текущего исследования была взята работа Бондаревой Н.И и соавторов. Целью работы является подбор оптимального питательной среды для накопления в растворе максимального количества витаминов С и Р. Были исследованы 9 образцов, основу которых составляли сахар, вода, чайный экстракт и листья или плоды растений. В состав наиболее оптимального питательного раствора входили плоды черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus*), сахароза и вода. Результатом исследования является обогащение питательного раствора 1,41 мг\% и 0,46 мг\% (за 10 суток культивирования) витаминами С и Р соответственно [1].

Немаловажную роль сыграло и исследование М.В. Гернет и соавторов. Целью работы являлось увеличение скорости сбраживания раствора на основе чая консорциумом из пивоваренных дрожжей (*S. Cerevisiae*) и молочнокислых бактерий (*Betabacterium breve*). Данная проблема была решена с помощью добавления подкормки для дрожжей Siha Proferm Н+2 200 мг\дм³ и 400 мг\дм³ и аминокислотного витаминного активатора 0,5% и 1%. С помощью них удалось снизить время сбраживания с 207 часов до 67 часов [2].

Именно эти исследования позволили найти способ решения одной из проблемы создания напитка на основе чайного гриба – скорость сбраживания. При традиционной технологии производства скорость сбраживания раствора составляет 0,05 – 0,08 к. е.\ч, что не подходит для промышленного производства. Для решения этой проблемы была использована среда на основе плодов черники обыкновенной и сахарозы с добавлением подкормки для дрожжей Vita Drive. Питательный раствор имеет следующую рецептуру:

- 1) 11% сахарозы
- 2) 1,5% плодов черники обыкновенной
- 3) 0,04% подкормки для дрожжей Vita Drive
- 4) 87,46% вода.

Всего было исследовано 7 образцов: питательный раствор на основе черники и сахарозы обыкновенной без подкормки после 1,3,7 суток сбраживания (образцы №1, №2, №3) и с добавлением подкормки (образцы №4, №5, №6) и контрольный образец №7 на основе черники обыкновенной и сахарозы без внесения культуры чайного гриба. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения pH и скорости кислотообразования в образцах

Показатель	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
pH	2,24	2,08	1,80	1,85	1,77	1,35	3,81
Скорость кислотообразования, к. е.\ч	0,396	0,139	0,165	1,129	0,092	0,590	-

По данным таблицы можем сделать вывод, что внесение подкормки и использование питательного раствора на основе плодов черники обыкновенной позволили увеличить скорость кислотообразования с 0,05 – 0,08 к. е.\ч до 0,535 к. е.\ч (т.е. в 6,7 раза). Добавление же подкормки увеличило скорость кислотообразования в среднем в 2,3 раза (скорость кислотообразования для проб без добавления подкормки в среднем 0,233 к. е.\ч, в то время как скорость кислотообразования для проб с подкормкой в среднем составляет 0,535 к. е.\ч).

В дальнейшем планируется исследовать влияние аэробных и анаэробных условий культивирования на скорость кислотообразования. Такие исследования проводились на дрожжах–сахаромицетах и показывали положительное влияние на скорость сбраживания. Т.к. использование подкормки для дрожжей показало положительное влияние на скорость кислотообразования, то справедливо предположить, что целесообразно обратить внимание и на влияние кислорода.

Список литературы

1. Киселева, Т.Ф. Совершенствование технологии слабоалкогольных сброженных напитков/Т. Ф. Киселева, Е. М. Кузив, В. А. Помозова // Пиво и напитки. — 2005. — №2. — С. 38–39.
2. Клещевский Ю. Н., Карташова Л. В., Николаева М. А., Рязанова О. А. Рынок безалкогольных напитков: состояние и перспективы развития // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2018. № 4. С. 86–94. DOI: 10.21603/2500-3372-2018-4-86-94.
3. Gupta A, Singh VK, Qazi GN, Kumar A: Gluconobacter oxydans : its biotechnological applications. J Mol Microbiol Biotechnol 2001;3: 445–456.
4. Сотников В.А., Марченко В.В., Напиток "Чайный гриб" и его технологические особенности / Пищевая промышленность.. 2014, в.12, с.49-52 (РИНЦ).
5. Бондарева Н.И., Митина С.С., Аванесян С.С., Тимченко Л.Д. Содержание аскорбиновой кислоты и рутина в ферментативной жидкости чайного гриба(*medusomyces gysseii*)при различных условиях культивирования // Наука. Инновации. Технологии. – 2016. – №2. – С. 147-158.
6. Гернет, М.В. Разработка технологии функциональных напитков брожения с использованием чая/М.В. Гернет, И.Н. Грибкова, К.В. Кобелев, Б. Р. Хашукаева // Пиво и напитки. — №1. — 2016. — С. 12 –16.

УДК 637.247

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Г. Н. Забегалова, А. М. Ермолина

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина,
г. Вологда, Россия

Тенденция настоящего времени показывает существенные отклонения в пищевом рационе современного человека. Поэтому актуальной задачей является совершенствование ассортимента функциональных кисломолочных продуктов за счет включения в их состав разнообразных функциональных ингредиентов, предотвращающих возникновение в организме человека дефицита питательных веществ.

К одному из основных современных направлений развития молочной отрасли относится оптимизация производства молочной продукции. Использование в качестве основы обезжиренного молока позволит не только увеличить объемы вырабатываемой продукции, но и получить продукт с высокой пищевой ценностью и пониженным содержанием жира [1]. Разработка функциональных кисломолочных продуктов в сочетании с растительными компонентами позволит получить сбалансированный состав, тем самым решая проблему, связанную с коррекцией структуры питания населения [2].

Зерновые продукты являются источниками пищевых волокон, снижающих уровень холестерина в крови, оказывающих профилактическое и лечебное воздействие в области нарушений функций желудочно-кишечного тракта [3]. Зерновые компоненты богаты незаменимыми аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами, микро- и макроэлементами [4]. Для сравнения химический состав кукурузной, льняной, соевой, рисовой и гречневой муки представлен в таблице 1 [5].

Таблица 1

Химический состав муки

Вид муки	Минеральные вещества, мг						Витамины, мг				Пищевые волокна, %
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	B1	B2	PP	C	
Кукурузная	7,0	147	20	30	109	2,7	0,35	0,13	1,80	-	4,4
Льняная	24,8	833	290	660	780	9,6	0,51	0,25	3,34	0,66	7,5
Соевая	6	1600	220	620	620	14,3	0,7	0,24	1,95	32	14,1
Рисовая	22	50	20	30	119	1,3	0,06	0,03	1,4	356	2,3
Гречневая	3,0	130	42	48	250	4,0	0,4	18	3,1	353	2,8

Были проведены исследования в области разработки рецептуры нового функционального молочного продукта с использованием муки зерновых культур. Экспериментальные исследования проводились на кафедре технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО «Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина».

Объектами исследования выступали молоко обезжиренное, закваска болгарской палочки и термофильного молочнокислого стрептококка в соотношении 1:4, мука зерновых культур (кукурузная, льняная, соевая, рисовая, гречневая, гороховая, ячменная, полбяная).

Рассматривали внесение муки зерновых и бобовых культур как реологического компонента, влияющего на консистенцию продукта.

Регуляторы консистенции связывают воду, в результате чего пищевая коллоидная система теряет свою подвижность, консистенция изменяется.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили по результатам опытов, используя методы статистики, с помощью компьютерной программы STATISTICA Advanced.

Выявлена линейная зависимость между влагосвязывающей способностью муки зерновых культур и синерезисом кисломолочного сгустка с коэффициентом корреляции 0,808 (рис. 1).

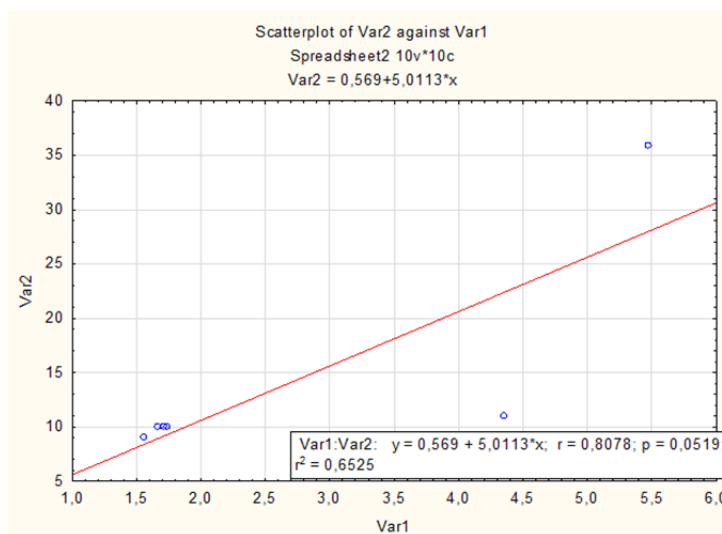


Рис. 1. Влияние влагосвязывающей способности образцов на синерезиса кисломолочного сгустка

Зависимости между влагосвязывающей способностью и условной вязкостью не выявлено, что показано на рисунке 2.

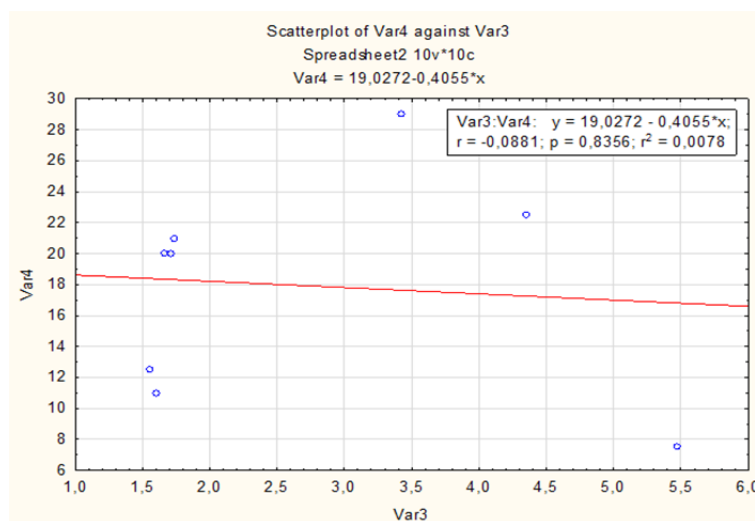


Рис. 2. Влияние влагосвязывающей способности на условную вязкость образцов

Влияние наполнителей на органолептические показатели исследуемых образцов показано на рисунке 3. Опытный образец, содержащий в своём составе гороховую муку, имел неприятный ярко выраженный гороховый вкус. Образец с соевой мукой так же отличался неприятным привкусом сои и мучнистой консистенцией. В дальнейшем исследования с данными образцами проводиться не будут.

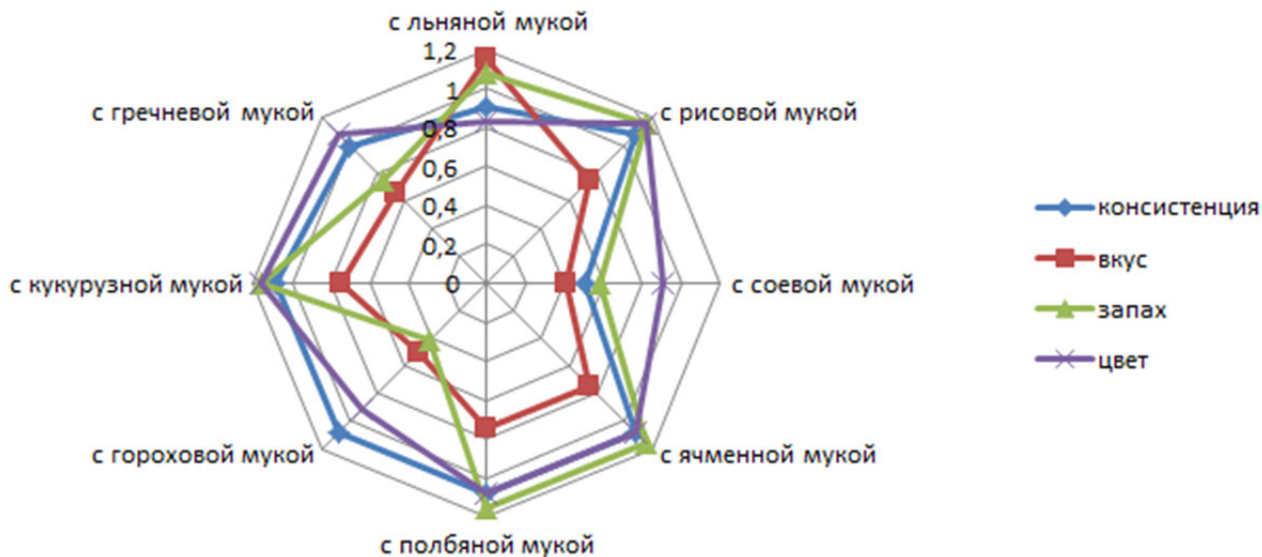


Рис. 3. Влияние вида муки на органолептические показатели образцов

На основании проведенных исследований получены математические модели, демонстрирующие зависимость синерезиса кисломолочного сгустка от влагосвязывающей способности муки злаковых и бобовых культур.

Органолептическая оценка показала, что введение муки зерновых и бобовых культур в большей степени оказывает влияние на показатели вкуса и консистенции, и позволила исключить исследуемые образцы с неблагоприятными показателями.

Список литературы

1. Храмцов, А.Г. Рациональное использование молочного сырья на принципах безотходной технологии / А.Г. Храмцов // Переработка молока. – 2015. – №1. – С. 31-35.
2. Тарасова, Е.Ю. Исследование и разработка технологии ферментированного молочно-злакового продукта: диссертация кандидата технических наук: 05.18.04 / Тарасова Елена Юрьевна. – Омск, 2014 – 192 с.
3. Бобренева, И.В. Подходы к созданию функциональных продуктов питания [Текст]: монография. — СПб.: ИЦ Интермедия, 2012. — 465 с.
4. Макаркин, Д.В. Разработка технологии кисломолочного мультизлакового продукта [Текст]: дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук / Д.В. Макаркин. – Москва, 2018. – 433 с.
5. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / Под ред. членкорр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

УДК 665.347.8

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНАЦИИ ПОДСОЛНЕЧНЫХ МАСЕЛ

Д. А. Жданов, А. А. Варивода

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар,
Россия

Основным технологическим процессом переработки подсолнечных масел является рафинация. Рафинация – это ряд важнейших технологических процессов обработки масел с целью удаления из них примесей и тех сопутствующих веществ, которые снижают качество и технологические свойства масла. Количество сопутствующих веществ невелико, но они в значительной мере определяют качество продукта.

Фосфолипиды выделяют из масел путем обработки последних водой или водными растворами электролитов, вследствие чего фосфолипиды коагулируют и выпадают в осадок. Этот метод получил название гидратация. Применяемые в настоящее время способы отделения гидратационного осадка имеют ряд недостатков. Отстаивание отличается длительностью и недостаточной эффективностью процесса, при центрифугировании используют энергоемкое и дорогостоящее оборудование, фильтрование через фильтры предполагает их частую замену и очистку.

В настоящее время среди масложировых предприятий стали широко использоваться нетрадиционные методы выведения фосфолипидов из масел, отличающиеся высокой эффективностью и улучшенным качеством получаемых конечных продуктов.

Одним из таких методов является гидратация с применением электромагнитной активации. На стадии смешивании гидратирующего агента с нерафинированным маслом воздействует переменное электрическое поле, создаваемое аппаратом электромагнитной активации (ЭМА), за счет чего увеличивается выход фосфолипидов [1].

Обработка масел после гидратации низкочастотным ультразвуковым полем ускоряет образование гидратирующих фосфолипидов и способствует более полному их удалению, но этот метод не используется по причине отрицательного воздействия на здоровье человека.

При гидратации подсолнечных масел используется разбавленная фосфорная кислота. Механизм действия фосфорной кислоты до сих пор не выяснен, но имеются данные, что кислотная обработка способствует переходу негидратирующих форм фосфолипидов в более полярные формы, которые легче подвергаются гидратации. Использование фосфорной кислоты снижает коррозионную устойчивость оборудования, что ведет к увеличению себестоимости продукции. Одним из современных методов является обработка масел растворами поляризующих соединений, а именно смесь лимонной и янтарной кислот.

Использование смеси кислот в соотношении 1,5:1 соответственно позволяет наиболее эффективно разрушить комплексные соединения негидратируемых фосфолипидов с ионами металлов и перевести негидратируемые формы фосфолипидов в гидратируемые.

Применение этого метода в промышленности невозможно, так как использование лимонной и янтарной кислот является дорогостоящим.

Помимо фосфолипидов в подсолнечных маслах содержатся пигменты, присутствие которых ухудшает товарный вид. В подсолнечном масле присутствуют две большие группы пигментов: каротиноиды и хлорофиллы.

Хлорофилл представляет собой смесь двух твердых веществ: хлорофилл а, окрашенный в светло-зеленый цвет и хлорофилл б – окрашенный в сине-зеленый цвет.

Для удаления из масел окрашивающих соединений в процессе рафинации существует модуль адсорбционной очистки. Адсорбция – это процесс концентрирования вещества из раствора или газа на поверхности твердого тела или жидкости. Адсорбция происходит под действием молекулярных сил на поверхности адсорбента и ведет к уменьшению свободной поверхностной энергии.

В настоящее время состояние многих существующих технологий требует нового эффективного подхода для повышения качества и выхода готового продукта. Одним из принципиально новых методов является применение УФ-излучения.

Известно, что устойчивость фосфолипидов связана с содержанием красящих веществ (хлорофиллов, каротиноидов). Поэтому провели исследования влияния пигментов на содержание фосфолипидов. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Влияние красящих веществ на содержание фосфолипидов
в образцах подсолнечных масел**

Объект исследования	Хлорофилл а, мг/кг	Хлорофилл б, мг/кг	Каротиноиды, мг/кг	Фосфорсодержащие вещества, %
Образец 1	0,42	1,22	3,12	0,62
Образец 2	0,49	0,85	1,76	0,62
Образец 3	0,50	0,76	1,60	0,07
Образец 4	0,40	0,38	0,76	0,05

Образец1-масло нерафинированное; образец2-масло нерафинированное, обработанное УФ-излучением; образец3-масло, полученное гидратацией образца 2; образец4-масло, полученное путем нейтрализации образца 3.

Как видно из приведенных в таблице 1 данных, после обработки масла по принятой последовательности характерно снижение значений содержания хлорофилла «а» и «б» и каротиноидов. Одновременно происходит уменьшение массовой доли фосфолипидов.

Так, например, при снижении хлорофилла «б» в 3 раза, каротиноидов в 4 раза содержание фосфолипидов в масле после обработки УФ-излучением и гидратации снижается от 0,62 до 0,05, то есть уменьшается в 12,4 раза, что связано с присутствием красящих веществ (каротиноидов и хлорофиллов).

Нами была проведена сравнительная оценка полученных образцов соизмеримая по шкале Ловибонда, которая также отражает тенденцию при снижении синих единиц шкалы в 2,5 раза. Количество красных единиц характеризуют содержание каротиноидов, снижается в 2 раза в нейтрализованном масле по отношению к нерафинированному (таблица 2).

Таблица 2

Цветность образцов подсолнечных масел по шкале Ловибонда

Наименование объекта	Красные	Желтые	Синие
Образец 1	11,7	35	5,6
Образец 2	10,6	35	3,9
Образец 3	11,0	35	4,5
Образец 4	5,8	35	2,2

Таким образом, цветность подсолнечного масла по шкале Ловибонда подтверждает, что снижение значений синих и красных единиц свидетельствуют об удалении фосфорсодержащих веществ, чем больше снижение синих и красных единиц, тем больше удаление фосфорсодержащих веществ.

Список литературы

1. Арутюнян Н.С. Рафинация масел и жиров. Теоретические основы, практика, технология, оборудование // Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, Е.А. Нестерова/ - СПб.: Гиорд, 2004. -256с.

УДК 639.3.043.2

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ ДЛЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

А. О. Журавлева, Ю. Д. Сидоров, Е. В. Крякунова, М. А. Поливанов

Казанский национально-исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

В настоящее время мировые запасы рыбы в морях и океанах сильно истощились из-за чрезмерного вылова в течение XX века. В современном мире все больше стран переходят к индустриальным методам выращивания рыбы для обеспечения потребностей населения в столь важном и полезном продукте питания. Однако выращивание больших объемов рыбы в искусственных условиях столкнулось с проблемой обеспечения ее качественными и сбалансированными кормами, способными удовлетворять потребности рыб в основных питательных веществах для нормального роста и развития.

Если для выращивания рыб семейства карповых в российских рыбных хозяйствах в основном применяются зерновые корма отечественного производства, то для выращивания лососевых и осетровых рыб большинство кормов приходится закупать за рубежом, поскольку качество и ассортимент российских аналогов крайне низкие.

Для увеличения и улучшения темпов выращивания рыб в культуре и расширения ее видового разнообразия необходимо увеличивать производство кормов российского происхождения, расширять их ассортимент и разрабатывать новые технологии получения высокоэффективных кормовых добавок.

Целью данной работы является разработка энергосберегающей технологии производства кормов для лососевых рыб.

В данной работе предпочтение было отдано разработке технологии экструдированных кормов, так как такие корма помимо кормовых характеристик обладают также хорошими адсорбирующими свойствами и оказывают профилактическое воздействие на желудочно-кишечный тракт. Как показывает практика, гибель молодняка происходит большей частью из-за болезней желудочно-кишечного тракта. Однако корма, полученные методом экструзионной обработки, т.е. под действием высоких температур и давления, являются стерильными и не являются носителями кишечных патогенных микроорганизмов.

Экструдированные комбикорма изготавливают в виде гранул посредством механической деформации и температурной обработки сырья (110-128 °С для форели) под давлением 40 атмосфер в течение 4-6 секунд с последующим сбросом температуры и давления до атмосферного в экструдере, что приводит к структурным изменениям в продукте и формированию пористой структуры [1].

Важнейшим эффектом экструзии, повышающим питательную ценность экструдированных кормов, является клейстеризация крахмала, который обладает значительно большей сорбционной емкостью по сравнению с неоклейстеризованным крахмалом [2]. Такой крахмал приобретает способность адсорбировать в больших количествах не только воду, но и пищеварительные соки, в результате чего процесс ферментативного гидролиза крахмала в пищеварительном тракте идет гораздо быстрее и его усвояемость организмом рыб существенно повышается.

Технологическая линия производства экструдированных рыбных кормов [3] включает следующие операции:

1. Приемка и очистка исходного сырья осуществляется с помощью транспортеров, сепараторов, магнитных сепараторов.
2. Измельчение компонентов осуществляется на дробилках с горизонтальным ротором, необходимо для получения прочных и водостойких гранул.
3. Просеивание компонентов осуществляется с целью получения продукта с заданным размером частиц.

4. Смешивание компонентов осуществляется в смесителях горизонтального или вертикального типа.

5. Увлажнение и нагревание продукта в кондиционере с помощью водяного пара необходимо для обеззараживания и облегчения процесса формообразования продукта.

6. Экструдированием получают гранулы заданной формы и плотности, что позволяет контролировать плавучесть корма.

7. Сушка позволяет снизить влажность продукта с 20-25 % до 8-10 %.

8. Просеивание необходимо для получения продукта с диаметром частиц $d=0,67-0,8$ мм для молоди и до $d=8,0$ мм с градацией в зависимости от возраста рыбы.

9. Вакуумное напыление используется для введения в состав продукта жировых компонентов, осуществляется в смесителях при снижении давления до 20-30 МПа и последующем восстановлении давления до атмосферного, что позволяет ввести жировые компоненты во всю толщу гранул.

10. Охлаждение готового корма в противопоточных охладителях необходимо для сохранения структурной целостности полученных гранул.

11. Упаковка готовой продукции в мешки.

В состав полученных кормов входят высокобелковые и высокожирные компоненты, в которых содержится 45-52 % протеина и 14 % жира (рис. 1). Полученные комбикорма имели шарообразную форму и относились к медленно-тонущим, что по всем показателям качества соответствуют физиологическим потребностям лососевых рыб, в частности форели.

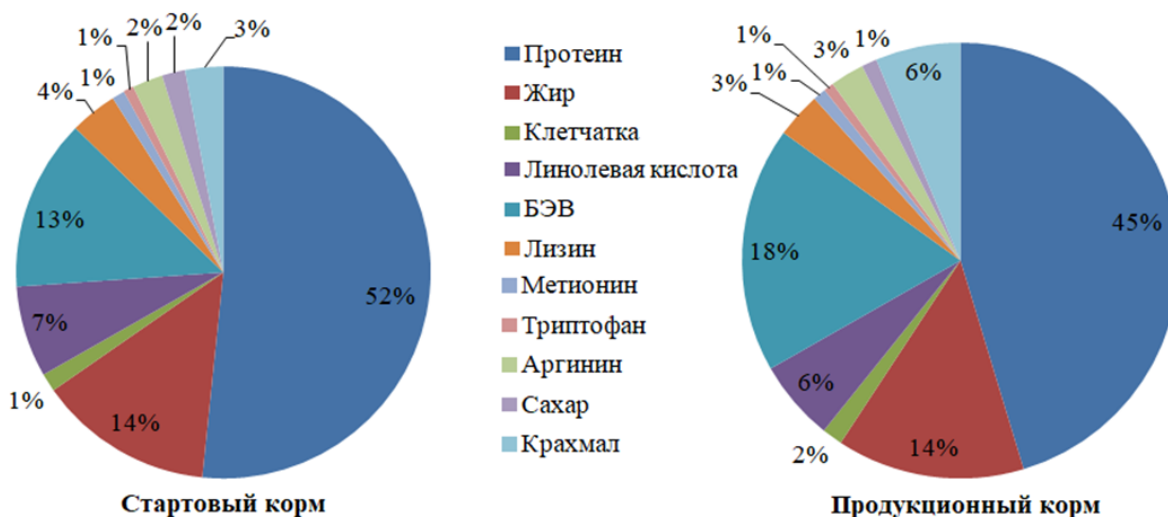


Рис. 1. Кормовая ценность экструдированных комбикормов для форели

Представленная в данной работе линия производства экструдированных комбикормов позволяет получать корма с заданной пищевой ценностью, адаптированные для разных видов и возрастных групп лососевых рыб, в частности, для форели, а также повысить срок хранения продукции.

Список литературы

1. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
2. Сидорова, В. И. Разработка новых технологий и техники производства кормов для рыб / В. И. Сидорова, Н. И. Январева, С. Ж. Асылбекова [и др.] // Новости науки Казахстана. – 2017. – Т. 134, № 4. – С. 164-182.
3. Кириллов, А. В. Аквакорма. Комбикормовые заводы «Под ключ» / А. В. Кириллов // Техника и технологии. Комбикорма. – 2015. – № 1. – С. 48-49.

УДК 637.04

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЧНЫХ БЕЛКОВ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МЯСНОМУ ПАШТЕТУ

Г. Н. Забегалова, А. Л. Новокшанова
Вологодская ГМХА, г. Вологда, Россия

Из литературных данных и собственных исследований [1] известно, что в рационах большинства россиян и спортсменов, в частности, наблюдается недостаточное содержание белка животного происхождения и превышение жирового компонента по сравнению с рекомендуемыми нормами физиологических потребностей. Одно из объяснений этой ситуации – высокое содержание жирового компонента в продуктах, которые для потребителя являются традиционными источниками белка: сыры, мясные полуфабрикаты, многие сорта рыб, орехи и пр. Несмотря на высокую питательную ценность такие продукты не вполне пригодны для устранения или предупреждения дефицита белка животного происхождения в рационе многих категорий граждан, включая спортсменов и лиц с высокими физическими нагрузками.

Решением этой проблемы может служить расширение ассортимента специализированных высокобелковых продуктов, а подходящими ингредиентами, способными повысить белковый профиль продукта, являются молочные белки. Актуальность работы обусловлена также необходимостью консолидации научных исследований в этой области с отечественными производителями функциональных пищевых ингредиентов в общих интересах. Объектами исследования служил концентрат сывороточных белков молока (КСБ)¹ и сухое молоко².

Концентрат сывороточных белков имеет высокий рейтинг биологической ценности и отличается большим содержанием разветвленных незаменимых аминокислот, таких как лейцин, валин, изолейцин, которые способствуют восстановлению и набору мышечной массы, а также защищают мышечное волокно от разрушения. Также концентрация сывороточных белков методом ультрафильтрации позволяет добиться значительного улучшения их влагосвязывающей способности [2].

Сухое молоко также может служить источником полноценного белка. Кроме того, сухое молоко богато рядом таких биогенных элементов, как кальций, фосфор и калий, содержание которых в 100 г продукта достигает, соответственно, 100 %, 98,8 % и 48 % от нормы суточной физиологической потребности. Пищевая ценность молочного сыра представлена в таблице 1.

Таблица 1

Макронутриентный состав молочного сыра

Показатели, %	Молочное сырье	
	Молоко сухое обезжиренное	КСБ-УФ80
Белок, не менее	34,0	80,0
Жир, не более	1,5	10,0
Углеводы	47,0-54,0	2,0

Цель работы заключалась в создании белкового паштета функционального назначения для спортсменов и людей с повышенной физической активностью благодаря увеличению содержания белков животного происхождения и понижению содержанию жира.

¹ Производства ООО «ТД ТАГРИС», г. Москва

² Производства АО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н. В. Верещагина, г. Вологда

Исследования проводили в модельных системах методом диспергирования ингредиентов в измельчителе механического типа при скорости вращения мешалки 3000 об/мин. Экспертизу образцов проводили органолептическим методом. Повторность экспериментов трехкратная.

В результате работы сформирован рецептурный состав продукта, основная масса сырья которого приходится на филе куриной грудки. В куриной грудке благодаря особому набору аминокислот [3] содержится до 24 % легкоусвояемого белка при содержании жира менее 2 %, что делает грудку идеальным продуктом питания для спортсменов, которым важно увеличить именно мышечную массу, не прибавляя жировую прослойку. Куриная грудка содержит витамины В₄, В₉ и В₁₂, стимулирующие кроветворение, а также витамины А, С, Н и РР, регулирующие деятельность надпочечников и участвующие в функционировании печени. Минеральный комплекс куриной грудки, представленный калием, магнием, цинком, селеном, медью, марганцем, железом, хлором, серой, кобальтом, фосфором и натрием, положительно влияет на работу сердечной мышцы в нормальном режиме, а также способствует повышению защитных сил организма.

Для придания однородности продукту и формирования характерной паштетной консистенции использован боковой шпик, содержащий до 80 % жира, и мука льняная, имеющая высокие влагоудерживающие свойства и содержащая до 22 % белков.

Введение в рецептуру КСБ и сухого молока позволило до трех раз повысить содержание белка в сравнении с жиром при невысокой калорийности продукта. Пищевая и энергетическая ценность паштета белкового функционального назначения представлена в таблице 2.

Таблица 2

Пищевая и энергетическая ценность паштета белкового функционального назначения

Показатели 100 г продукта	Значения
Калорийность, ккал	219,0
Белки, %	30,0
Жиры, %	9,1

При употреблении 100 г паштета потребность в белке удовлетворяется больше, чем на 25 % от рекомендуемой суточной физиологической нормы для всех групп населения, включая мужчин-спортсменов, имеющих очень высокую физическую активность.

Достоинством продукта является повышенная биологическая ценность и отсутствие пищевых добавок, имеющих химическую природу: нитрита натрия, глутамата натрия и др. Производство нового паштета будет способствовать расширению ассортимента специализированных белковых продуктов спортивного питания.

Список литературы

1. Новокшанова, А.Л. Разработка научных принципов создания продуктов спортивного питания на основе молочного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Новокшанова Алла Львовна. – Москва, 2019. – 487 с.
2. Kovtun Y., Rashevskia T. Use water binding capacity of the whey protein produced with various methods // Scientific works of university of food technologies volume lxi. – 2015. – P. 519-524.
3. Shehab T. Effect of cooking methods on amino acids composition of chicken meat. Theory and practice of meat processing. 2016;1(4):11-18. (In Russ.)

УДК 771.512

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВОГО БЕЛКА

А. Н. Иванкин***, А.В. Куликовский*, А. С. Князева*, А. М. Сорокин**

* Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, г. Москва, Россия

** Московский государственный технический университет (национальный исследовательский университет) им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

Дефицит пищевого белка сегодня представляет собой значимую проблему развития человеческой цивилизации. Сельскохозяйственная деятельность направлена на получение пищевых продуктов с высоким содержанием этого важнейшего компонента питания. Однако имеющихся ресурсов недостаточно для удовлетворения полной потребности человечества в пище. В последние годы все шире используются возможности биотехнологии для дополнительного вовлечения в пищевые цепи белковые продукты [1, 2].

Переработки отходов сельхозпродукции растительного, животного или рыбного происхождения используется сегодня для дополнительного получения биологически ценных ингредиентов. Микробиологические же источники практически не используются, хотя потенциально они превосходят все возможные пищевые ресурсы [3].

Микроорганизмы давно применяются в пищевой индустрии в основном как преобразователи природного сырья. Возможности же получения и использования биомассы как источника белка до настоящего времени не решены [4]. Микробные клетки содержат до 15% клеточного белка, который можно использовать в питательных композициях.

В работе в качестве объектов исследования брали дрожжи пекарские *Saccharomyces cerevisiae*. Выращивание дрожжевой культуры осуществляли в конических колбах Эрленмейера объемом 0.75 л, содержащих по 0.2 л питательной среды. Состав среды (г/л): тонко диспергированные древесные опилки лиственных пород – 15...20, сульфатный лигнин – 5...10, гидрофосфат аммония – 6, дигидрофосфат калия – 5, хлорид калия – 5, сульфат магния – 0.5. Устанавливали pH стерильной среды равным 4.8 путем добавления раствора аммиака или соляной кислоты. Через 1 ч культивирования в колбы однократно вносили стерильный 20%-ный раствор глюкозы в количестве 10 г/л.

Колбы с культурой дрожжей выдерживали на качалке при температуре 40...50 °С в течение 12 ч до достижения в культуральной жидкости превышения оптической плотности среды в 4 раза (при 546 нм) против исходной дисперсии.

Таблица 1**Влияние pH среды на выход дрожжевого белка при росте *Saccharomyces cerevisiae***

№ пп.	Величина pH среды	Концентрация сырых клеток в культуральной жидкости, г/л	Выход белка по Лоури, г/л
1	2,5	12	1,8
2	3,0	14	2,3
3	4,0	19	2,9
4	5,0	20	3,0
5	6,0	16	2,4
6	7,0	14	2,1

В полученную биомассу клеток дрожжей, содержащей до 20 г/л сырых клеток, добавляли 1 г/л лимонной кислоты, фильтровали через бейтинг и подвергали тепловой обработке путем прогревания смеси 2 ч при 100 °С для разрушения клеточных оболочек и гидролиза биополимерных компонентов. Получали белковый препарат, представляющий

собой частично гидролизованные остатки лопнувших дрожжевых клеток. Их подвергали распылительной сушке. Сухой продукт содержал 55...65% белка и имел влажность 10%.

Выход клеток оценивали спектрофотометрически, содержание белка устанавливали по Лоури. Аминокислотный состав изучали стандартным методом, анализируя солянокислые гидролизаты [5].

Эффективность получения белка можно оценить, исходя из следующих данных. Скорость получения дрожжевого белка при культивировании в колбах составляла около 0,05...0,1 г/чл. Это значительно превышает скорость образования белка при получении животного сырья в процессе обычного выращивания скота или растительного белка при культивировании сельскохозяйственной продукции.

В табл. 1 представлены данные зависимости скорости роста дрожжей *Sacch. Cerevisiae* от величины pH, что позволяет оценить величину оптимального значения pH для данного процесса. В табл.2 показано влияние температуры, что позволяет установить оптимальные температурные условия культивирования, составляющие для данного типа питательной среды 45 ± 5 °C.

Таблица 2

Влияние температуры на выход дрожжевого белка

№ пп.	Температура, °C	Концентрация сырых клеток в культуральной жидкости, г/л	Выход белка по Лоури, г/л
1	25	15	2,2
2	35	18	2,8
3	45	22	3,2
4	55	19	2,7
5	65	10	1,5

Необходимо отметить, что введение в питательную среду мелкодисперсных опилок, и особенно, добавление сульфатного лигнина заметно способствовало снижению пенообразования при культивировании и более, чем на 10% увеличивало выход сырых клеток. Положительное влияние древесных компонентов на механизм пенообразования в дальнейшем наблюдали при испытаниях в ферментере. Процесс культивирования в установленных условиях не требовал проведения важной технологической операции – пеногашения.

Пеногашение используется в большинстве случаев путем добавления синтетических пеногасителей, например, полиметилсилоксанов, или различных масел для предотвращения излишнего вспенивания системы в результате развития живых систем. Размножение микроорганизмов в условиях интенсивного пенообразования затруднено, что может приводить к кратному снижению выхода биомассы.

Полученный белковый продукт изначально соответствует химическому составу обычной дрожжевой клетки: более 15% белков, 75% воды, по 1...2% липидов, углеводов, ДНК и солей. Такой состав соответствует естественному природному содержанию эукариотических клеток, благоприятен для человека и животных и может служить основой для создания высококачественных пищевых систем.

Для облегчения получения белкового продукта на стадии плазмолиза в смесь добавляли пищевую молочную кислоту, которая в использованном температурном интервале обработки приводила не только к высвобождению белка, но и к его частичному гидролизу.

Дальнейшее изучение молекулярно-массового распределения фракций белка методом денатурирующего электрофореза в полиакриламидном геле [5] показало, что более трети белка представлено в виде фракций с молекулярной массой менее 20 кДа.

В питании человека считается, что для наиболее благоприятного пищеварения при нормальной работе желудочно-кишечного тракта человека как раз необходимы белки с молекулярной массой, не превышающей данный уровень. Такая важная характеристика продукта позволяет рассматривать его как достаточно полезный компонент возможных питательных систем.

В результате проведенных исследований удалось получить белковый препарат с удовлетворительным аминокислотным составом (табл. 3). Видно, что имеет место наличие всех незаменимых аминокислот в приближенных к оптимальному соотношениях.

Таблица 3

Содержание незаменимых аминокислот в важнейших пищевых продуктах

Незаменимые аминокислоты	Дрожжевой белок	Пшеница	Соя	Рыбный белок (анчоус)	Животный белок (говядина)
ИЛЕ	3,62	2,69	4,85	1,94	4,93
ЛЕЙ	6,64	5,56	6,98	6,63	8,57
ЛИЗ	5,23	1,50	5,70	8,10	10,65
МЕТ	1,82	0,83	1,21	0,81	3,35
ЦИС	1,14	1,85	1,61	0,87	1,18
ФЕН	4,14	4,07	4,47	1,01	4,55
ТИР	3,25	2,19	2,89	1,12	3,98
ТРЕ	4,31	2,35	2,18	2,63	5,91
ТРИ	0,77	1,13	1,25	0	1,32
ВАЛ	5,60	3,60	4,76	4,07	5,56
Массовая доля белка в сырье, %	65,1	9,8	34,5	19,1	18,8

Таким образом, применение питательных сред с использованием дешевых древесных отходов для культивирования дрожжевого белка позволяет с достаточно высоким выходом получать белковые полупродукты, которые обладают высокой биологической ценностью и могут использоваться в кормовых целях, а также для получения пищевых систем.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта № 19-76-10013.

Список литературы

1. Лисицын, А.Б. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексахина. – М.: ВНИИМП, 2005. – 369 с.
2. Неклюдов, А.Д. Биологически активные соединения из природных объектов. Свойства и структурно-функциональные взаимосвязи / А.Д. Неклюдов, А.Н. Иванкин. – М.: Моск. гос. ун-т леса, 2003. – 480 с.
3. Иванкин, А.Н. Решение проблемы белковой пищи – искусственное мясо / А.Н. Иванкин, Г.Л. Олиференко, А.М. Сорокин, Н.Л. Вострикова // Мясная Индустрия. – 2019. – № 12. – С. 32–35.
4. Alfieri, F. Novel foods: Artificial meat / F. Alfieri // Encyclopedia of food security and sustainability. – 2019. – V. 1. – P. 280–284.
5. Иванкин, А.Н. Современные методы оценки качества и безопасности мясного сырья и мясопродуктов / А.Н. Иванкин, Т.Г. Кузнецова // Все о мясе. – 2005. – № 4. – С. 26–30.

УДК 57.063.8

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭНДОФИТНЫХ ШТАММОВ

И. И. Идиятов, А. И. Ерошин, Н. И. Хаммадов, С. Р. Хабилова
Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической
безопасности, г. Казань, Россия

Высокие темпы производства в животноводстве могут быть достигнуты комплексом мероприятий по улучшению качества, снижению потерь питательных веществ и токсичности кормов в процессе их заготовки, переработки и длительного хранения. Полноценное кормление – основа здоровья и продуктивности животных. В связи с этим, проблема контаминации кормов растительного происхождения микроскопическими плесневыми грибами (микробицетами) и продуктами их жизнедеятельности (микотоксинами) с момента заготовки до переработки, хранения и реализации в настоящее время обозначилась весьма остро и является определяющим доброкачественность (безвредность) фактором, при этом не ограничивается какой-либо территорией или временем года, актуальна для агропромышленных предприятий во всем мире и причиняет значительный экономический ущерб. В сельском хозяйстве микробицеты являются причиной снижения урожайности сельскохозяйственных культур, питательной ценности, физических и вкусовых качеств заготовленных кормов, выбраковки вследствие порчи при хранении сырья, затрат на проведение агротехнических мероприятий с применением фунгицидов, лабораторный контроль. В животноводстве – снижения производственных показателей, повышенного падежа, дополнительных затрат на корма, лечебные и профилактические мероприятия.

Перспективным направлением повышения доброкачественности растительного кормового сырья является разработка биологических препаратов с использованием эндофитных микроорганизмов в виду колонизации тех же экологических ниш, что и фитопатогены [1]. Имеются сведения, подтверждающие их способность уменьшать или предотвращать отрицательное воздействие патогенных микроорганизмов, стимулировать развитие растений. Штаммы эндофитных бактерий могут быть использованы для уменьшения влияния биотических и абиотических факторов за счет активной колонизации внутренних тканей и последующего позитивного биохимического и физиологического воздействия на растение. В тоже время, мало данных об эффективном использовании эндофитных микроорганизмов, продуцируемых ими биологически активных веществ и комплексов для защиты кормов.

Установление безопасности микроорганизмов, используемых в биотехнологической промышленности, является необходимым условием вследствие расширения номенклатуры используемых штаммов [2]. Поэтому целью данного исследования было установление параметров безопасности, выделенных из природных биотопов эндофитных штаммов бактерий в опыте на биологических моделях.

Материал и методы исследования. Опыты проведены в условиях отделения токсикологии ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». В экспериментах использовали микроорганизмы, идентифицированные как *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis*, *Bacillus subtilis*, выделенные из природных биотопов. Культивирование штаммов проводили в жидких питательных средах: молочнокислых - модифицированной сывороточной среде в условиях термостата при 30⁰С в течение 24ч, *Bacillus subtilis* – мясо-пептонном бульоне, при 37⁰С, 72ч. Концентрацию микробных клеток в суспензиях оценивали методом посева последовательных серийных десятикратных разведений на плотные питательные среды.

Токсикологическую оценку микроорганизмов осуществляли экспресс-методом на суточной культуре стилонихий (*Stylonychia mytilus*) и путем определения параметров

токсичности, вирулентности и токсигенности на белых мышах и крысах [3]. Токсичность штаммов в опыте на простейших определяли по жизнеспособности последних. Для этого из имеющихся суспензий путем неоднократных разведений дистиллированной водой получали рабочие растворы, соответствующие дозам: 5×10^{10} – $3,9 \times 10^8$ КОЕ/мл. В лунки планшета вносили по 20 мкл среды со стилонихиями, проводили подсчет их количества, затем добавляли 20 мкл исследуемой пробы, спустя 5 минут производили предварительный просмотр и подсчет количества живых инфузорий. Планшет с исследуемым материалом помещали в термостат и экспонировали в течение 3-х часов при температуре 21°C . Затем подсчитывали количество живых инфузорий, определяли процент их выживаемости. Каждую пробу исследовали в пяти повторностях.

Требования к безопасности испытуемых микроорганизмов консорциума касаются подтверждения безвредности, отсутствия токсичности, токсигенности и вирулентности на лабораторных животных (беспородных белых мышах и белых крысах). Испытания на безопасность позволяют выявить возможные реакции на введение, доказывающие отсутствие риска причинения вреда здоровью в результате его применения. Для определения безвредности суспензии микроорганизмов в физиологическом растворе (разведением 1×10^{11} КОЕ/мл) в объеме 1 мл вводили белым крысам однократно перорально при помощи атравматического зонда. Для исследования вирулентности суспензию суточных культур микроорганизмов в физиологическом растворе с титром клеток 1×10^{11} КОЕ/мл вводили белым мышам однократно внутрибрюшинно в объеме 1 мл и пятикратно с интервалом 24 ч перорально в той же дозе. Схема исследования токсичности идентична исследованию вирулентности, отличие состояло в инаktivации микробной суспензии прогреванием в течение 1,5 ч при 100°C . Для определения токсигенности микроорганизмы в виде суспензии выдерживали в термостате при температуре 35°C в течение 10 суток для накопления в ней токсинов, если они продуцируются штаммами. Затем суспензию фильтровали через бактериальный фильтр. Полученный фильтрат неразведенным вводили внутрибрюшинно белым мышам по 0,5 мл. Животным контрольных групп вводили физиологический раствор в аналогичных объемах. За подопытными вели наблюдение в течение 14 дней после проведения манипуляций, учитывая общее клиническое состояние. Критерием оценки по тестам являлось отсутствие проявления симптомов интоксикации и гибели подопытных. Статистическую обработку полученного цифрового материала осуществляли методом вариационной статистики с применением программы Microsoft Excel.

Результаты исследования. Результаты опытов показали, что суспензии микроорганизмов при экспонировании с стилонихиями не оказывали на них токсического воздействия, выживаемость простейших в опытных и контрольных пробах не имела достоверных отличий. Так, выживаемость стилонихий при инкубировании с бактериями *Lactobacillus plantarum* в титре $3,9 \times 10^8$ КОЕ/мл составила $92,17 \pm 2,33\%$, в титре $5,0 \times 10^{10}$ КОЕ/мл - $89,00 \pm 2,65\%$, *Streptococcus lactis* - $93,00 \pm 2,50$ и $90,89 \pm 2,61\%$, *Bacillus subtilis* - $92,67 \pm 2,43$ и $91,11 \pm 2,49\%$, соответственно, что согласно ГОСТ 31674-2012 характеризует пробы как малотоксичные.

Оценка безвредности позволяет выявить негативное воздействие испытуемых микроорганизмов на организм животного при вероятном образовании токсических примесей. Тесты на токсичность, вирулентность и токсигенность - возможную патогенность штаммов и контролируются по летальности животных или развитию у них интоксикации. Так, общее состояние подопытных мышей и крыс в ходе постановки экспериментов оставалось удовлетворительным, животные были подвижны, реакция на внешние раздражители, пищевая возбудимость были сохранены, нарушений в функциональной активности органов пищеварительной и мочевыделительной систем, проявления других симптомов интоксикации отмечено не было.

Пероральное введение белым крысам суспензий *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis* и *Bacillus subtilis* в концентрации 1×10^{11} КОЕ/мл не приводило к появлению признаков интоксикации и гибели, что свидетельствовало о безвредности микроорганизмов.

Токсичность штаммов определяет способность вызывать патологические изменения в организме и обусловлена наличием эндотоксинов, высвобождающихся из клеток после их разрушения. По результатам исследования установили, что термоинактивированные суспензии микроорганизмов *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis* и *Bacillus subtilis* при внутрибрюшинном введении белым мышам не вызывали падежа и появления признаков интоксикации, следовательно, не содержали значимых количеств эндотоксинов и токсического действия в испытываемой концентрации не оказывали.

Вирулентность характеризует степень патогенности микроорганизмов и является индивидуальным признаком, который может варьироваться под влиянием различных факторов. Так, при внутрибрюшинном и неоднократном пероральном введениях суспензий исследуемых микроорганизмов видимых изменений в клиническом статусе и гибели белых мышей отмечено не было, это являлось свидетельством авирулентности штаммов.

Токсигенность бактерий фенотипически проявляется в образовании экзотоксинов, секретируемых в окружающую среду. В опыте получена отрицательная реакция на парентеральное введение животным фильтрата испытываемых суспензий, следовательно, экзотоксинов в культуральной жидкости микробов в количествах, способных вызвать токсический эффект, нет. Данный факт характеризовал штаммы как нетоксигенные.

Заключение. Эндофитные штаммы *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis*, *Bacillus subtilis*, отобранные для использования с целью повышения доброкачественности сырья и кормов растительного происхождения, по результатам экспериментов на простейших *Stylonychia mytilus* и лабораторных крысах и мышах являются безопасными и могут быть использованы по назначению.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых и по государственной поддержке ведущих научных школ РФ в рамках выполнения гранта МК-1582.2020.11 (соглашение № 075-15-2020-225 от 27.04.2020) и поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90001.

Список литературы

1. Поиск эффективных средств биологической защиты растений и кормов против микромицета *Aspergillus flavus* / И.И. Идиятов, С.Р. Галлямова, В.В. Бирюля [и др.] // Ветеринарный врач. - 2017. - № 5. - С. 24-30.
2. Оценка безопасности выделенных из природных биотопов молочнокислых бактерий путем биотестирования на простейших и культуре клеток / С.Р. Хабирова, И.И. Идиятов, В.В. Бирюля [и др.] // Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии». – 2020. - № 1(33). – С. 67-72.
3. Система предрегистрационного доклинического изучения безопасности препаратов. Отбор, проверка и хранение производственных штаммов, используемых при производстве пробиотиков: Методические указания. - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. - 60 с.

УДК 663.252

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НАСТАИВАНИЯ НА МЕЗГЕ НА КАЧЕСТВО РОЗОВЫХ ВИН

К. В. Иманова

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, г. Гянджа,
Азербайджанская Республика

Одно из важнейших направлений в Азербайджане в последние годы - виноградарство и виноделие. Среди сортов вин наблюдается динамика удельного веса натуральных виноградных вин, в том числе розовых вин [1, 2].

Цель исследования - усовершенствовать технологию производства розовых вин с использованием местных сортов винограда.

Объект исследования - розовые вина, а также сорта винограда, полученный из них сусло, виноматериал, вина, дрожжи, стабилизаторы и др. Использовались сорта винограда Матраса и Хиндони, выращенные в разных местах.

Основные компоненты химического состава винограда, сусло, выжимного материала и виноматериала определены в соответствии с действующим ГОСТ-ом и методикой Крымского научно-исследовательского института виноградарства и энологии «Магарач».

Изучение качественного состава цветковых соединений розовых вин проводится с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Измерение химического состава ароматических компонентов виноматериалов проводится методом газожидкостной хроматографии.

Определяли оптическую плотность (ОП) образцов по сравнению с чистой водой при длинах волн 420, 520 и 620 нм в баках диаметром 1 мм и определяли цветовые комбинации и характеристики по следующим формулам. Что касается плотности цвета, то длины волн 420 нм, красного, 520 нм и 620 нм представляют собой процентное содержание синего.

Определяли поглощение образцов в баках толщиной 1 мм при длинах волн 420, 520 и 620 нм по сравнению с чистой водой и принимали их за общую плотность цвета (RIP).

При определении цветового тона было измерено поглощение образцов толщиной от 1 мм до чистой воды при 420 и 520 нм в баках, и их результаты (ОП420/ОП520) были представлены в виде цветового тона.

Электродный pH-метр WTW Inolab используется для измерения pH.

Спектрофотометрические измерения выполняются на спектрофотометре Shimadzu UV-1201.

Сорта винограда Матраса и Хиндони смешиваются (соотношение 40:60), взвешиваются одинаково и делятся на 3 части. Отделенные образцы измельчали в условиях микровиноделия, сульфитировали с содержанием 50-75 мг/л и выдерживали на мезге в разное время (3, 12 и 24 часа). Затем был спрессован, разделен и ферментирован. После первого переливки образцы сравнили.

Результаты анализа физико-химического состава образцов приведены ниже (таблица 1).

Таблица 1

Влияние продолжительности настаивания на мезге на физико-химический состав розовых вин

Показатели состава	Содержание в выжитом состоянии, промежуток, час		
	3	12	24
Сухие вещества, г/л	15,6	17,1	18,6
Титруемые кислоты, г/л	6,1	6,3	6,2
pH	3,20	3,16	3,22

Общие фенольные соединения, г/л	0,66	0,94	1,01
Антоцианы, мг/л	27,6	35,2	38,9
Плотность цвета (ОП ₄₂₀ +ОП ₅₂₀ +ОП ₆₂₀)	1,075	1,294	1,502
Цветовой тон (ОП ₄₂₀ /ОП ₅₂₀)	0,865	0,856	0,701
ОП ₄₂₀ , %	39,03	41,80	42,06
ОП ₅₂₀ , %	45,86	46,94	46,08
ОП ₆₂₀ , %	9,94	10,86	10,77
Спирт, ч %	12,2	12,4	12,3
Летучая кислотность, г/л	0,30	0,33	0,35
Количество сульфитной кислоты, мг/л			
Свободно	9,1	9,7	9,4
Общее	86,5	88,9	89,0
Минеральные вещества, г/л	1,61	1,64	1,65

Кислоты включают количество минеральных и органических кислот (ацетатная, лимонная, сукцинатная, молочная, винная, малатная), свободно содержащихся в вине. Некоторые кислоты в вине переходят из винограда в вино, а другие образуются при формировании вина, брожении и успокоении. Известно, что кислоты играют важную роль в формировании качества вина. Как видно из таблицы, количество титрующих кислот в виноматериалах, приготовленных для разных вариантов, колебалось в пределах 6,1-6,3 г / л, а рН среды - в пределах 3,16-3,22.

Сухие вещества в винах содержат кислоты, фенольные соединений, сахаристые вещества, глицерин, органические вещества и т.д. Когда в вино добавляют воду и спирт, объем увеличивается, но уменьшается количество сухого вещества. Вина, богатые сухим веществом, становятся более насыщенными и стойкими. Как видно из таблицы, количество сухого вещества было меньше в виноматериалах, приготовленных после 3 часов измельчения, и больше - в виноматериалах, хранящихся в течение 24 часов. Если взять конкретный подход, то можно увидеть, что общее количество фенольных соединений при 3-часовом хранении составило 0,66 г/л, при 12-часовом хранении - 0,94 г/л, а при 24-часовом хранении - 1,01 г/л. Одновременно увеличивалось количество антоцианов. Антоцианы составляли 27,6 мг/л, 35,2 мг/л и 38,9 мг/л соответственно.

Количество антоцианов увеличивается в зависимости от продолжительности мацерации. Увеличение плотности цвета в образцах вина варьировалось от 1,075 до 1,502 и шло рука об руку с увеличением срока хранения. Похожая картина была обнаружена в цветовой гамме. Цветовой тон ОП₄₂₀ 39.03-42.06 g, ОП₅₂₀ 45.86-46.08% и ОП₆₂₀ 12.2-12.4%, и здесь тоже повышен в основном в соответствии со сроком хранения.

Этиловый спирт - одно из важных веществ, влияющих на вкус и аромат вин [3]. Как известно, количество алкоголя в образцах натурального розового вина определяется в зависимости от содержания сахара в винограде, из которого оно изготовлено. В этом отношении сорт винограда Матраса компенсировал низкое содержание сахара в сорте Хиндогни.

Список литературы

1. Фаталиев Х.К. - Технология вина / Фаталиев Х.К. - Баку: Наука, 2011 -596 с.
2. Фаталиев Х.К., Микаилов В.Ш. - Состояние и перспективы развития виноделия Азербайджана // Фаталиев Х.К., Микаилов В.Ш. -“Магарач”, Ж. Виноградарство и виноделие, №1, 2011.с.35-36.
3. Кишковский З.Н., Мерджаниан А.А. – Технология вина / Кишковский З.Н., Мерджаниан А.А. – Москва: ЛИПП, 1984 -503 стр.

УДК 663.252

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И СОЗРЕВАНИЯ ВИН НА ЦВЕТ ОБРАЗЦОВ КАГОРА

М. М. Иммамкулиева, Х. К. Фаталиев

Азербайджанский Государственный Аграрный Университет, г. Гянджа, Азербайджанская Республика

На протяжении многих лет Азербайджан славится производством и ассортиментом высококачественных крепленых вин. В нашей республике произведено 12 портвейнов, 1 мадера, 1 херес и более 10 десертных вин. В 80-х годах прошлого века 92-95% вин, производимых винодельческой промышленностью Азербайджана, приходилось на долю крепленых вин. Винодельческая промышленность страны, имеющая давние традиции в этой области, была известна своими марками вин с уникальными органолептическими характеристиками. Многие из них стали всемирно известными. Одним из самых известных из них был кагор Кюрдамир, изготовленный по «Кюрдамирской технологии». Следует отметить, что в то время в СССР по Кюрдамирской технологии производилось 23 марки вина. Среди них Шамахи, Газахстан, Нектар, Чумай, Черный Доктор и другие. Надо отметить, что большинство этих вин производится и сегодня [1].

В отличие от столовых вин, вина Кагор - это не только ферментированные продукты из виноградного сусла, но и сделанные с добавлением спирта и сахаросодержащих веществ извне.

Следует особо отметить роль местных и зарубежных специалистов в организации и производстве крепленого вина в Азербайджане. В результате их усилий азербайджанские крепленые вина неоднократно удостоивались высших наград международного уровня, престижных выставок и конкурсов, в том числе Гран-при. На мировом рынке сформировались покупатели ряда азербайджанских вин, в том числе Кагоров. Однако производство крепленых вин, имеющих такую историческую традицию, в последнее время переживает период застоя. Основная причина этого - изменение производства и ассортимента вина в связи с переходом от плановой экономики к рыночной. Однако мировые центры крепленого вина не отказались от этих вин и продолжают успешно это делать.

Острая конкуренция на мировом рынке в последнее время диктует расширение производства широкого ассортимента оригинальных вин. В таких условиях наша страна должна восстановить и продолжить производство своих всемирно известных вин.

Теоретические основы десертного виноделия заложены в исследованиях проф. М.А. Ховренко, М.А. Герасимова, З.Н. Кишковского, А.А. Преображенского, а также Н.С. Охраменко, А.К. Родопуло, К.К. Алмаши и других ученых.

Однако исследования не смогли дать комплексного решения существующих проблем в этой области. В частности, известно, что процесс в классическом методе требует длительного и кропотливого труда. С другой стороны, ассортимент виноградников страны за последние годы изменился, и были введены ценные сорта, такие как Мерло и Каберне Совиньон, которые ранее не использовались для Кагора. Эти и другие пробелы в этой области потребовали проведения исследований.

Как видно, перед данной областью стоит научная проблема, которую необходимо решить.

Цель исследования - усовершенствовать технологию производства вин типа Кагор с использованием аборигенных и интродуцированных сортов винограда.

Существует тесная связь между химическим составом винограда и качеством вина. Качество вина зависит в первую очередь от сырья, состава, почвенно-климатических условий, в которых выращивается сорт винограда, а технология выращивания - еще один фактор, влияющий на качество после технологии обработки.

Хранение созревание виноматериалов Кагор сопровождается глубокими физико-химическими процессами. Наши наблюдения и анализ показывают, что произошедшие трансформации заложили основу для формирования будущих когора. Учитывая исключительную важность фенольных соединений и ароматобразующих веществ для Кагора, были изучены изменения этих типов веществ в процессе созревания.

Как видно, интенсивность окраски и количество антоцианов варьировали в образцах кагора, полученных разными методами (табл. 1).

Таблица 1

Изменение цвета образцов вина Кагор при созревании

Методы производства вина	Показатели	Мерло		Матраса		Каберне-Совиньон	
		исходный	Через 1 год	исходный	Через 1 год	исходный	Через 1 год
При брожении на мезге	Интенсивность цвета	1,25	1,01	1,09	0,80	1,16	0,69
	Антоционы, мг/дм ³	580	390	460	330	474	315
Методом нагрева и брожением на мезге	Интенсивность цвета	1,71	1,02	1,45	0,57	1,34	0,51
	Антоционы, мг/дм ³	570	235	405	63	552	86
Нагретый по 30-35 ⁰ С мезгу с массообмендобавляют ферментные препараты	Интенсивность цвета	1,88	0,86	1,58	0,60	1,74	0,81
	Антоционы, мг/дм ³	660	130	620	110	660	120

Из исследований ясно, что влияние технологических приемов на последующее количество антоцианов и интенсивность окраски также зависело от сорта. Уменьшение интенсивности окраски было более заметным в Медресе и Каберне Совиньон, чем в Мерло. В третьем варианте высокое содержание антоцианов указывает на то, что эти вина требуют более длительного выращивания и, следовательно, более высокого качества.

Исследования показали, что существует несколько причин такого снижения антоцианов. Во-первых часть антоцианов полимеризуется и в результате образуется вкус и аромат присущий типа кагора. Во-вторых, при созревании некоторые антоцианы соединяются с мономерными фенолами с образованием димеров, тримеров и так далее.

Список литературы

1. Фаталиев Х.К., Имамкулиева М.М., Джафарова К.Т. Исследование производства вин типа кагор по методу «Кюдамир» в Азербайджане. // Пиво и напитки безалкогольные и алкогольные, соки, вино, спирт. №4, 2019, стр. 36-40.

УДК 663.43:534.321.9

ОБРАБОТКА ВОДЫ УЛЬТРАЗВУКОМ НА СТАДИИ ЗАМАЧИВАНИЯ – СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОРАЩИВАНИЯ ЯЧМЕНЯ

Т. Ф. Киселева*, Л. В. Пермякова*, И. Ю. Сергеева*, Ю. Ю. Миллер**

* Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

** Сибирский университет потребительской кооперации, г. Новосибирск, Россия

Солодовенная промышленность в настоящий период претерпевает существенные изменения. Связано это, напрямую, с недостаточной сырьевой базой для пивоваренного производства, снижением ее восполнения за счет зарубежных поставок ввиду санкций в отношении России. На фоне достаточно продолжительного процесса получения солода, который требует использования дополнительных сырьевых и энергетических ресурсов, проблема обеспечения промышленности собственным сырьем становится еще актуальнее. В этой связи необходимо рассматривать вопрос обеспечения сырьем комплексно и решать его не только за счет совершенствования технологических процессов и отдельных параметров, но и за счет проведения научных исследований по созданию новых сортов зерновых культур, обладающих отличительными характеристиками в отношении улучшения как химического состава, так и повышения иммунитета к различным видам микробиологических и физиологических заболеваний, а также расширения зоны их воспроизводства.

Характерной особенностью производства зерна ячменя в Западной Сибири является нестабильность урожаев по отдельным периодам. Это варьирование может изменяться почти в 2 раза, преимущественно в сторону снижения, это обусловлено резкой контрастностью погодных условий в различных районах региона. Поэтому как состав зерна, так и его технологические характеристики также нестабильны. Важной задачей является выявление возможных способов воздействия на сырье для корректировки его технологических свойств с целью дальнейшего положительного влияния на процесса солодоращения.

Одним из показателей, влияющих на биологические процессы роста является прорастаемость зерна (выражается двумя показателями: энергия и способность прорастания – количество зерен, способных при определенных условиях, прорасти за 3 и 5 суток, соответственно). Эти показатели должны не сильно отличаться друг от друга, так как по ним судят о степени растворения в процессе проращивания. Плохая прорастаемость ячменя, наличие непроросших зерен, может способствовать появлению плесени на поверхности, снижает диастатическую силу полученного из него солода.

Для цели настоящих исследований нами проведена обработка воды, используемой для замачивания, на установке лабораторного типа «УЗТА-1000». При действии ультразвуковых колебаний на воду происходит изменение ее структуры, что отражается на свойствах воды, используемой для замачивания зерна. Главный процесс, который происходит при этом – кавитация, которая вызывает диссоциацию молекулы воды, приводит к разрушению водородных связей и, тем, самым, повышает активность воды [1,2].

Селекционерами Западной Сибири выявлено, что сорта местной и сибирской селекции являются достаточно изменчивыми. Они могут давать хороший стабильный урожай новых сельскохозяйственных культур, тем самым дают возможность получить семенной материал высокого качества для солодовенной промышленности.

В качестве объектов исследования были использованы местные ячмени сортов Ворсинский-2, Грейс, Маргрет урожая 2018 года, выращенные в регионе Западной Сибири.

Так как важными технологическими показателями для производства солода является прорастаемость (энергия и способность прорастания), то упор делали именно на них. Полученные результаты проведенного эксперимента нашли отражение в приведенной таблице 1.

Таблица 1

Значение показателей прорастаемости исходных образцов ячменей

Сорт ячменя	Энергия прорастания, %	Способность прорастания, %
Ворсинский 2	88,5	89,9
Грейс	92,3	93,5
Маргрет	94,6	95,8

Как видно из приведенных данных, исследуемые образцы могут быть с определенными ограничениями использованы для производства солода. Особенно это относится к сорту Ворсинский-2, который имеет значение показателей прорастаемости ниже пограничных (не менее 90 %). В дальнейшем это может привести не только к пониженному выходу экстракта, но и плохому процессу осахаривания, медленному и неполному сбраживанию, низкому содержанию ассимилированного азота и, в конечном итоге, к пиву плохого качества. Поэтому значение показателя прорастания является латентной биологической активностью. Поэтому в результате исследований необходимо подобрать такой режим обработки зерна, который позволит приблизить данные показатели к нормативным.

Вода, используемая для замачивания, участвует во всех физиологических и биологических процессах, происходящих в зерне, ее роль такая же, как и кислорода. Для образования в зародыше новых клеток и тканей необходимы растворимые строительные материалы, которые переходят в такое состояние под действием воды и могут мигрировать внутри зерна. Поэтому роль воды на стадии замачивания является главенствующей. Повлиять на это можно путем воздействия ультразвука (в данном эксперименте использовалась частота колебаний от 1,0 до 10,0 кГц). Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние обработки воды ультразвуком на прорастаемость ячменей

Сорт ячменя	Энергия прорастания,%				Способность прорастания, %			
	Частота ультразвуковых колебаний, кГц							
	1,0	2,5	5,0	10,0	1,0	2,5	10,0	20,0
Ворсинский-2	91,2	95,2	94,8	88,5	92,5	96,8	96,7	89,5
Грейс	93,7	96,2	94,6	89,3	95,6	97,5	95,4	90,4
Маргрет	95,1	98,0	96,1	93,2	96,5	98,7	97,2	94,3

Полученные данные свидетельствуют о том, что обработка замочной воды ультразвуком с частотой колебаний от 1,0 до 20, кГц положительно влияет на значение показателей, связанных с интенсивностью прорастивания. Наилучшие значения были получены при обработке замочной воды частотой 2,5 кГц. Увеличение значения показателя энергии прорастания составило от 3,96 % (для сорта Маргрет) до 5,25 % (для сорта Ворсинский-2). Наибольший прирост показателей отмечен для сорта Ворсинский-2, который имел изначально пониженную прорастаемость. Увеличение показателя способности прорастания составило от 0,5 до 5,5 % для сорта Ворсинский-2. Дальнейшее увеличение частоты обработки приводит к существенному снижению исследуемых показателей.

Для дальнейших исследований на стадии замачивания вода была обработана ультразвуком частотой 2,5 кГц. Для данного эксперимента использовали ячмень показавший сорта Ворсинский-2. В качестве контроля служил образец ячменя того же сорта, но вода, используемая для замачивания, не была подвергнута воздействию ультразвука.

Одним из важнейших технологических показателей, влияющих на биокатализ компонентов зерна и скорость процесса проращивания, является накопление ферментативной, в частности амилалитической, активности. Именно эти ферменты необходимы для перевода в растворимую форму отложившихся в эндосперме резервных веществ. Изменение данного параметра приведено на рисунке 1.

Из представленных на рисунке 1 данных отчетливо прослеживается положительное влияние обработки замочной воды ультразвуком ячменя сорта Ворсинский-2 на накопление амилалитической активности.

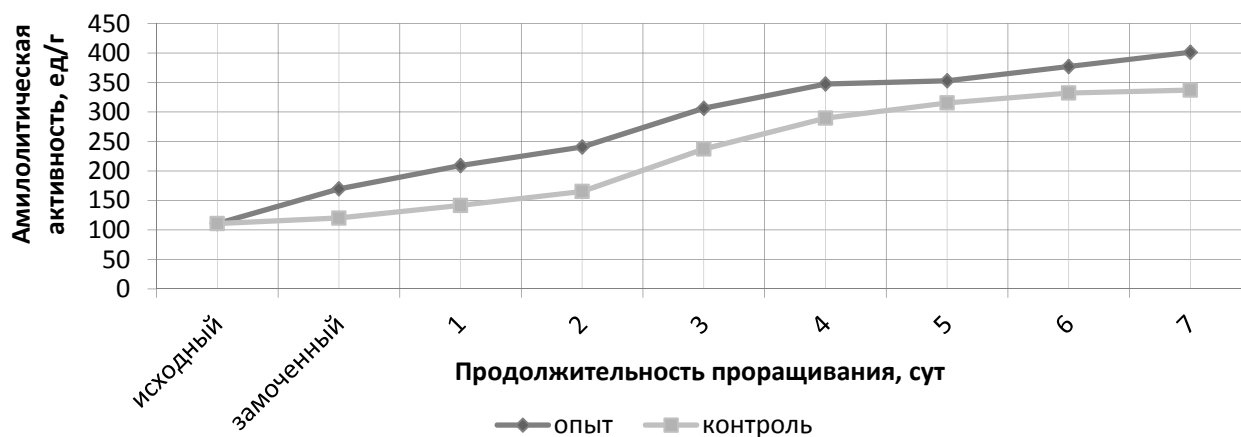


Рис. 1. Динамика накопления активности амилалитических ферментов в ячмене «Ворсинский-2»

Положительная динамика по сравнению с контрольным образцом наблюдается и на протяжении всего исследуемого периода проращивания. Анализ накопления ферментативной активности дает возможность предположить уменьшение продолжительности проращивания ячменя на 1-2 суток.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что обработка воды, используемой на стадии замачивания в производстве ячменного солода ультразвуком, является перспективным способом интенсификации длительного процесса. Проводить такую обработку следует ультразвуком частотой 2,5 кГц перед замачиванием. При использовании данного способа можно существенно повлиять на процесс накопления ферментов, которые в дальнейшем, на стадии затираания, смогут обеспечить необходимую степень гидролиза крахмала, тем самым повысить выход экстракта. Кроме этого, обработка позволяет сократить процесс солодоращения до 5 суток.

В заключении можно также сделать вывод, что использование ячменя Западно-Сибирского региона представляется возможным для целей пивоварения. Это также положительно отразится на создании своей сырьевой базы пивоваренной отрасли.

Список литературы

- 1 Шестаков, С.Д. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, В.И. Богуш, И.Ю. Потороко. – М.: Изд-во «ГИОРД», 2013. – 152 с.
- 2 Казаков, И.О. Исследование влияния ультразвуковой обработки на стойкость напитков на основе зернового сырья /И.О. Казаков, Т.Ф. Киселева, И.А. Еремина, Д.С. Микова // Техника и технология пищевых производств, 2015. - № 1(36). – С.30-34

УДК 577.16

ВИТАМИННАЯ ЦЕННОСТЬ ПЛОДОВ САДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

В. М. Коденцова*, О. А. Вржесинская*, Н. А. Бекетова*, О. В. Кошелева*, М. Ю. Акимов**

* Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи,
г. Москва, Россия

** Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина, г. Мичуринск, Россия

В научной литературе и быту часто можно встретить утверждение, что свежие фрукты и ягоды являются источником витаминов. С целью разобраться, источником каких именно витаминов служат фрукты в рационе современного человека, а также пополнения и обновления данных по их содержанию в национальных таблицах химического состава пищевых продуктов было проведено исследование содержания витаминов С, В₁, В₂ и Е в плодах различных сортов 16 садовых и ягодных культур.

Объектом исследования служили плоды семечковых (яблоко, груша), косточковых (вишня, слива, абрикос), ягодных (земляника садовая, малина, черная смородина, красная смородина, крыжовник) и нетрадиционных культур (жимолость, калина, кизил, облепиха, шиповник) – всего 188 образцов, собранных по достижении спелости на опытно-производственных площадках ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина». Для уменьшения влияния на биологическую вариабельность агроклиматических условий все анализируемые образцы были получены из одного района в один сезон. Содержание витамина В₁ определяли флуориметрическим тиохромным методом, витамина В₂ – флуориметрическим методом титрования рибофлавинсвязывающим белком после кислотно-ферментативного гидролиза гомогенизированных образцов, витамина Е (токоферолы) – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуориметрическим детектированием [1, 2], витамина С – йодометрическим титрованием.

Определенное в эксперименте содержание витаминов в плодах и ягодах представлено в табл. 1 и 2.

Таблица 1**Содержание витаминов-антиоксидантов в съедобной части плодов**

Культура	аскорбиновая кислота, мг/100 г			витамин Е, мг ТЭ/100 г		
	<i>Me</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>Me</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
Абрикос	8,9	4,4	23,2	-	-	-
Боярышник	27,0	19,4	34,0	-	-	-
Вишня	18,1	14,0	21,9	0,13	н/о	0,53
Груша	9,85	5,7	13,2	-	-	-
Жимолость	31,0	26,0	35,4	0	н/о	0,10
Земляника	68,2	59,6	87,1	0,35	0,26	0,61
Калина	39,4	33,0	96,0	-	-	-
Кизил	21,0	19,0	32,1	-	-	-
Крыжовник	28,0	24,5	32,0	1,2	0,8	1,50
Малина	25,6	22,9	34,9	0,34	0,15	0,44
Облепиха	86,2	56,8	111,0	8,8	6,6	16,3
Слива	8,2	4,7	11,1	0,18	0,04	0,25
Красная смородина	33,1	23,5	51,0	1,9	1,7	2,1
Черная смородина	189,0	116	248	1,7	0,9	2,9
Шиповник	670,0	453	985	-	-	-
Яблоня	17,6	8,0	27,0	-	-	-

Наиболее высокое содержание витамина С было обнаружено в шиповнике, однако в свежем виде его не употребляют, а при термической обработке он практически полностью

теряется. При промышленном производстве сиропа шиповника аскорбиновую кислоту добавляют в него перед укупориванием. Исключительно высоко содержание витамина С в черной смородине. Количество витамина С в плодах садовых и ягодных культур далее убывает в ряду облепиха > земляника > калина, красная смородина, жимолость, крыжовник, малина > кизил, вишня, яблоня > груша, абрикос, слива, что полностью согласуются с ранее полученными данными [3] и подтверждает, что С-витаминная ценность, колеблясь в широком диапазоне, тем не менее остается достаточно постоянным признаком.

Содержание витамина Е в ягодах незначительно за исключением смородины и крыжовника, необычайно высоким содержанием этого витамина отличается облепиха (табл. 1). Содержание витаминов группы В в ягодной продукции мало (табл. 2), что в целом не противоречит данным национальных и американских таблиц химического состава пищевых продуктов [4, 5].

Таблица 2

Содержание витаминов В₁ и В₂ в съедобной части плодов (мг/100 г)

Культура	витамина В ₁			витамина В ₂		
	Me	min	max	Me	min	max
Вишня	0,044	0,029	0,056	0,029	0,020	0,049
Жимолость	0,064	0,035	0,064	н/о	н/о	н/о
Земляника садовая	0,031	0,024	0,041	0,018	0,008	0,029
Крыжовник	0,021	0,019	0,023	0,008	0,006	0,010
Малина	0,050	0,046	0,053	0,034	0,028	0,039
Малина ремонтантная	0,021	н/о	0,030	0,033	0,025	0,050
Облепиха	0,035	0,029	0,046	0,054	0,041	0,071
Смородина черная	0,028	0,021	0,036	0,004	н/о	0,008
Яблоко	0,015	0,010	0,019	0,007	н/о	0,013

Пищевую ценность продукта оценивают не только по абсолютным количествам того или иного нутриента (витамины, минеральные вещества, пищевые волокна и др.), но и с позиций их реального вклада в обеспечение физиологической потребности организма. С этой целью содержание витаминов в порции ягод (150 г) или фруктов (200-250 г) было выражено в % от рекомендуемого суточного потребления этих микронутриентов (рис 1). В качестве рекомендуемой нормы суточного потребления принимали для витамина С – 90 мг, витамина В₁ – 1,5 мг, витамина В₂ – 1,8 мг, витамина Е – 15 мг токофероловых эквивалентов (МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»).

Как наглядно видно на рис. 1, потребление 1/3 (50 г) порции свежих ягод черной смородины или 1 порции облепихи или земляники полностью обеспечивает потребность организма в витамине С. Остальные ягоды также являются хорошим источником этого витамина, обеспечивая в зависимости от культуры и сорта поступление от 23% до 58% от рекомендуемой нормы его потребления.

Рекордсменом по содержанию токоферолов является облепиха, порция которой обеспечивает до 90% от их рекомендуемого суточного потребления (от 66% до 163% в зависимости от сорта). Черная смородина за счет 150 г покрывает потребность в витамине Е на 17% (9-29% в зависимости от сорта), крыжовник – на 12% (8-15%). Остальные ягоды и яблоки весомым источником токоферолов в питании населения не являются.

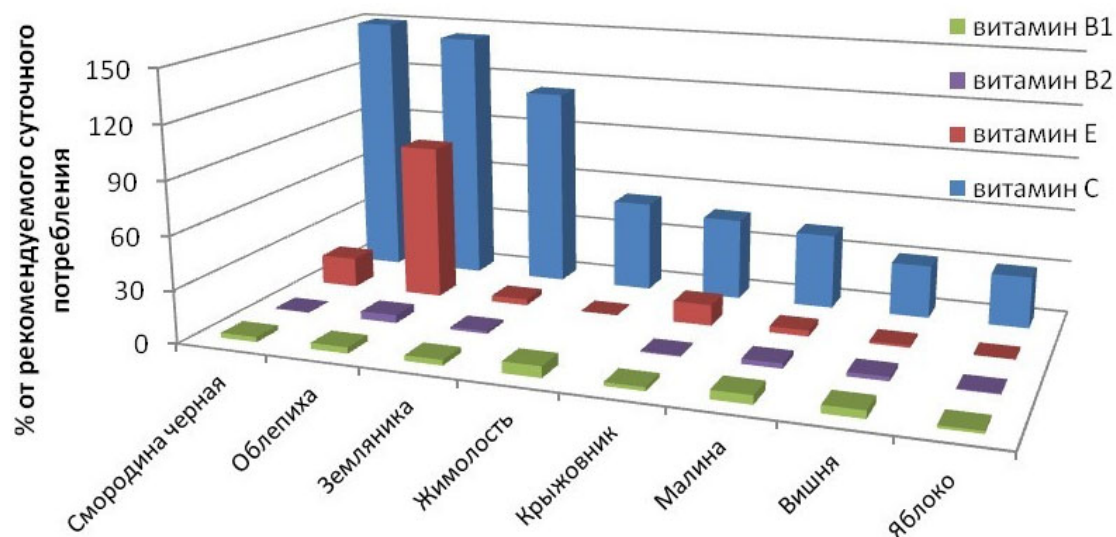


Рис. 1. Вклад порции (150 г) ягод и яблок в обеспечение организма витаминами в % от рекомендуемого суточного потребления

Суммируя полученные данные, необходимо отметить, что плодовые и ягодные культуры вносят существенный вклад в обеспеченность организма только витамином С. В то же время они не могут являться значимым носителем витаминов группы В и Е. Одна порция плодовых или ягодных культур покрывает потребность организма человека в витаминах В₁, В₂ и Е не более чем на 6% (за исключением крыжовника, черной смородины и облепихи в случае витамина Е).

Полученные результаты еще раз демонстрируют, что добавление в продукцию свежих ягод, являющихся источником витамина С, не приводит к увеличению содержания других витаминов до уровня, позволяющего отнести продукцию к категории обогащенной. Добавленные фрукты и ягоды выступают в роли наполнителей, улучшающих вкус и аромат продукции, что согласуется с ранее сделанным на основании расчетов заключением [6].

Авторы выражают благодарность сотрудникам Федерального научного центра имени И.В. Мичурина Макарову В.Н., Жидехиной Т.В., Кольцову В.А., Юшкову А.Н., Новоторцеву А.А., Брыксину Д.М. и Хромову Н.В. за предоставленные образцы плодов культур.

Список литературы

1. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. – М.: Брандес-медицина, 1998. – С. 128-149.
2. Руководство Р 4.1.1672-03. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 240 с.
3. Кошелева, О. В. Содержание витамина С в плодовоовощной продукции / О.В. Кошелева, В.М. Коденцова // Вопросы питания. – 2013. – Т. 83, №3. – С. 45-52.
4. Скурихин, И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
5. USDA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nal.usda.gov/fnic/usda-nutrient-data-laboratory>. - Дата обращения: 25.08.2020.
6. Коденцова, В. М. Об обогащении молочных продуктов витаминами // Переработка молока. – 2017. – Т. 187, № 7. – С. 54-57.

УДК 602.4:581.192

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛИРОВАННОГО БИОПРОДУКТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА

С. Король, О. Я. Мезенова

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия

В наше время важно противостоять стрессу и депрессии, которые все чаще сопровождают негативные явления в обществе. Одним из способов увеличения стрессоустойчивости является поддержание организм употреблением специализированных биопродуктов с натуральными компонентами, обладающими успокаивающими и стрессоустойчивыми свойствами, что являлось целью исследования.

Натуральными источниками ценных биологически активных веществ со антистрессовым потенциалом являются листья мяты перечной, цветы ромашки аптечной, плоды боярышника, листья подорожника [1,2]. Важную роль в нормализации нервной системы организма играет аминокислота глицин. Доказано, что дефицит глицина приводит к повышению нервной возбудимости, отрешенному восприятию жизни, депрессии [3]. Данной аминокислотой богаты коллагеновые ткани живых организмов, в том числе рыбная чешуя. Повышенной усвояемостью глицина обладают гидролизаты коллагеновых тканей, в том числе желатин и гидролизат чешуи. В связи с этим в составе проектируемого биопродукта использовали пищевую технологическую добавку «Ихтиоколлагеновый ферментолитат» (ТУ 9283-004-00471544-2016), полученную на кафедре пищевой биотехнологии КГТУ путем гидролиза чешуи сардины ферментом коллагеназой [4].

Перспективно изготавливать биопродукты в виде железированных изделий, структурообразователем которых является желатин. Все большую популярность приобретают кондитерские изделия в виде так называемых «желатинок». Для повышения биологической ценности нового биопродукта в качестве «сладкого» компонента применяли измельченную стевию, являющуюся сахарозаменителем, а для создания нужной консистенции использовали желатин, который богат аминокислотой глицином [5].

Для извлечения растительных биологически активных веществ антистрессовой направленности измельченное лекарственно сырье замачивали в теплой воде с температурой 60 °С в течение 30-45 минут, систему фильтровали, а водный экстракт использовали в качестве основы для биопродукта. Для придания ему заданной упругой и устойчивой к внешним факторам консистенции в фитоэкстракт вводили желатин, который предварительно замачивали в небольшом количестве фитоэкстракта. Для улучшения вкусовых характеристик вводили лимонную кислоту и тонко измельченную стевию. Систему выдерживали для набухания и формирования консистенции, после чего формовали в виде штучных изделий по 5 г в различной форме: круглые, прямоугольники, звездочки. Для уменьшения усушки и повышения хранимостпособности формованные биопродукты с поверхности покрывали тонким слоем раствора пищевого воска.

Химический состав готового биопродукта: содержание воды 60%, массовая доля белкане менее 17%, содержание глицинане менее 3г/100 г, содержание флавоноидов не менее 1мг/100 г, содержание витамина С не менее, 2 мг/100 г.

Изготовления нового биопродукта, получившего название «АнтиНейрон», проводили по следующей технологической схеме (рис. 1):

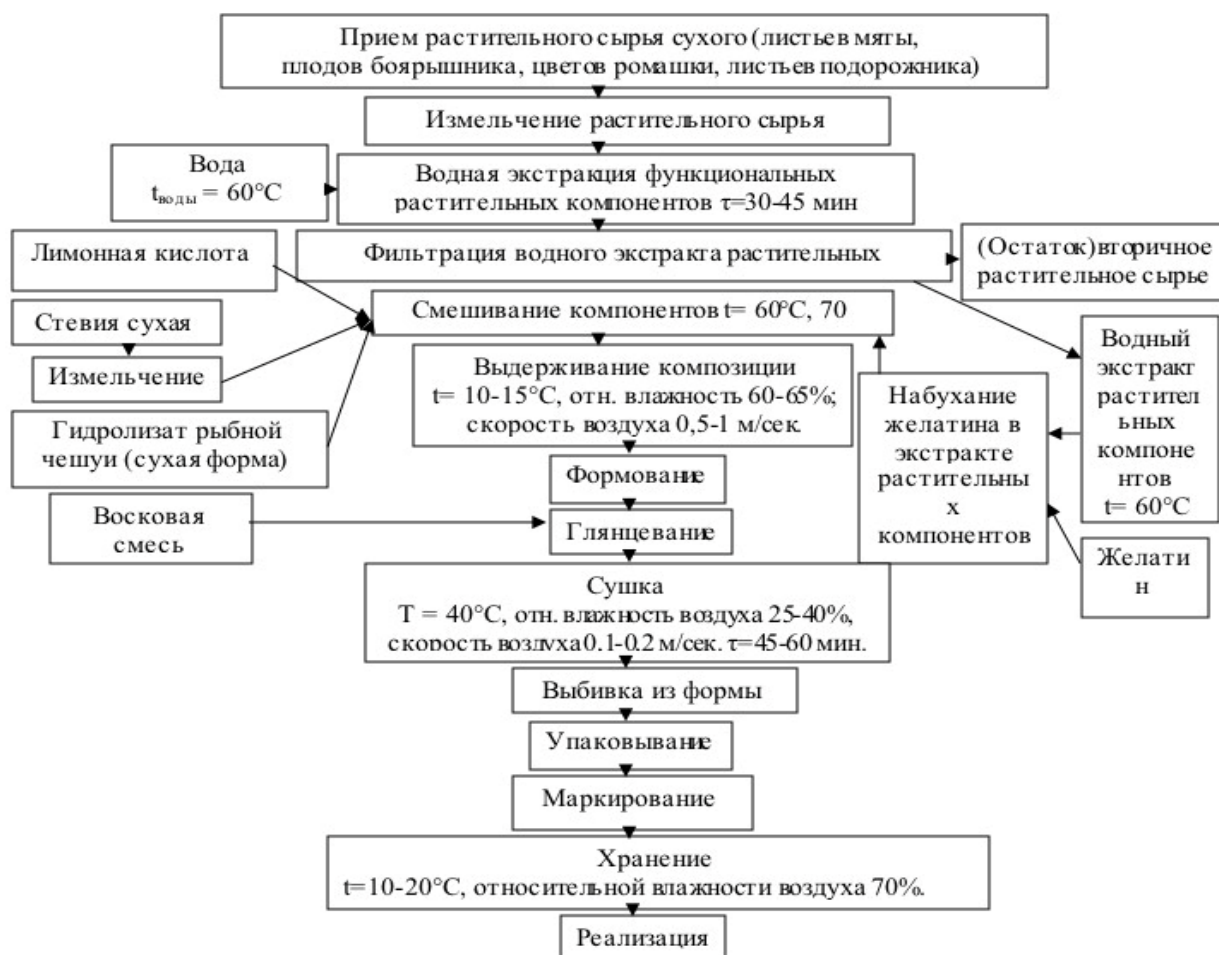


Рис. 1. Технологическая схема производства желированного биопродукта антистрессовой направленности «АнтиНейрон»

Расчет функциональности нового биопродукта проводили по содержанию в нем аминокислоты-нейромедиатора глицин с учетом требований МР 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ», регламентирующих его адекватный и верхний допустимый суточные нормы потребления (соответственно 3,5 и 5,6 г) [6]. Расчеты позволили обосновать рекомендуемые суточные дозы употребления разных видов биопродукта и показать функциональность 100 г:

- в «АнтиНейрон мята» содержание глицина 3,25 г (81,3% суточной нормы);
- в «АнтиНейрон боярышник» содержание глицина 3,12 г (78% суточной нормы);
- в «АнтиНейрон ромашка+подорожник» глицина 3,19 г (79,8% суточной нормы);

Разработанный биопродукт представляет собой формованную «желатинку» коричневого цвета. В аромате и вкусе биопродукта присутствуют специфические оттенки из-за вносимого фитоэкстракта лекарственного растения (листья мяты, плоды боярышника и др.).

По результатам сенсорных исследований были получены рабочие профили органолептической оценки качества биопродукта трех ассортиментов, определенные с применением 5-балловой шкалы по каждому признаку (рис. 2).

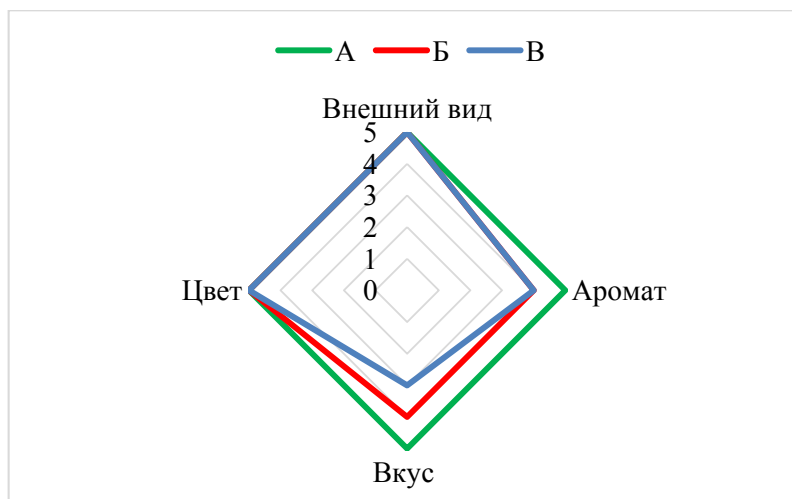


Рис. 2. Профилограммы органолептических показателей готового биопродукта:
А- «АнтиНейрон мята»; Б- «АнтиНейрон боярышник»;
В - «АнтиНейрон ромашка+подорожник»

При систематическом употреблении таких продуктов, богатых глицином, входящим в состав гидролизата рыбной чешуи и желатина, а также растительными фитопарафармацевтиками успокоительного действия (листья мяты перечной, цветы ромашки аптечной, плоды боярышника, листья подорожника), можно существенно помочь организму в профилактике нервных заболеваний, предотвратить нервные срывы, повысить устойчивость организма к стрессу.

Список литературы

1. Морозова Т.В. Фармакогностическое и фармакологическое исследование сырья боярышника / Т.В. Морозова, В.А. Куркин, А.В. Куркина, О.Е. Правдивцева, А.В. Дубищев, Е.Н. Зайцева. - СПб. – 2015. - 959-953 с.
2. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. - Изд: КМК. -2014. – Т. 6. – 392 с.
3. Верещагина, А. А., Колчанова А. Н Стресс: причины, следствия, защита - Вопросы экономики и управления. - 2016. - № 5.1 (7.1). - 117-119 с.
4. Мезенова О.Я. Биотехнологии новых функциональных продуктов на желатиновой основе из вторичного рыбного сырья / О.Я.Мезенова, М.А. Матковская. - Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. - 2014. - №1. -111-113 с.
5. Антипова Л.В. Коллаген: источники, свойства, применение / Л.В. Антипова, С.А. Сторублевцев. – Воронеж. - Изд.: ВГУИТ. – 2014. – 512 с.
6. МР 2.3.1.1915-04 Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Российской Федерации [Офиц. сайт]. URL: <http://www.minzdravsoc.ru/docs/mzsr/letters/204> - Дата обращения: 25.09.2020.

УДК 637.07

ПРОБЛЕМА ДЕТЕКЦИИ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЭСТРОГЕНОВ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

М. М. Коростелева

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности,
г. Москва, Россия

Эстрогены – необходимые стероиды в формировании женского организма и поддержания женского здоровья. Как дефицит, так и избыток эстрогенов способствует развитию каскада изменений, вовлекающих в порочный круг соматическую и половую системы. Вместе с тем, некоторые продукты питания могут являться источниками веществ с эстрогенподобной активностью. Природные эстрогены синтезируются млекопитающими в различных количествах в зависимости от стадии полового созревания и периода беременности/лактации и могут переходить в молоко. В современной молочной практике около 75% молока производится от отельных коров; поэтому количество гормонов, которые могут попасть в молоко, может вызывать беспокойство [1].

Так, в работе Michels и соавторов, отмечается связь между потреблением коровьего молока и увеличением экскреции с мочой половых гормонов. В ходе рандомизированного эксперимента 109 женщин в постменопаузе употребляли 1 л молока (1,5% жирности) в сутки в течение 4 дней, затем следовал 4-хдневный перерыв, далее 1 л цельного молока (3,5% жирности) в сутки в течение 4 дней. Потребление молока приводило к значительному увеличению экскреции эстрона (E1) с суточной мочой, тогда как экскреция эстрадиола (E2), эстриола (E3) и 16-кетоэстрадиола увеличивалась только после употребления молока пониженной жирности, при этом экскреция глюкуронида и прегнандиола с мочой существенно не изменилась [2]. Аналогичное исследование, целью которого являлось количественное определение гормонов, присутствующих в молоке с различным содержанием жира (0, 1, 2, 3,25, 10 и 35%) методом ELISA, установило, что концентрация прогестерона достоверно коррелировала с увеличением жирности молока ($r = 0,8251$, $p = 0,04$) [3]. Другой эксперимент был посвящен воздействию различных доз эстрогенов из коровьего молока на уровень гормонов в крови мышей. Мышей обоих полов случайным образом разделили на 3 экспериментальные группы ($n = 6$) и контрольную ($n = 12$). Первая экспериментальная группа получала 4 мл/сут молока от беременной коровы с натуральным эстроном (E1) и 17β -эстрадиолом (E2) в концентрациях 0,093 и 0,065 нг/мл, соответственно. Вторая экспериментальная группа получала 4 мл/сут молока в течение 8 дней с добавлением 10 нг/мл E1 и E2. Третья – 4 мл/сут молока, содержащего по 100 нг/мл E1 и E2. Контрольная группа не получала молока. Результаты исследования показали, что потребление как нативного молока от беременных коров, так и молока с добавлением 10 нг/мл E1 и E2, не влияло на уровни E1 и E2 в плазме крови у обоих полов. Отмечался повышенный уровень эстрогенов в плазме крови у обоих полов, увеличение массы матки у самок и снижение уровня тестостерона в плазме у самцов из третьей группы, однако концентрации в третьей группе превышали физиологические концентрации эстрогенов молока в 1000 раз, что крайне маловероятно найти такие концентрации в коровьем молоке [4]. Ряд работ посвящен влиянию типа корма на химический состав молока. Так, авторы наблюдали значительные различия в фитохимическом профиле молока: концентрация даидзеина, генистеина, и апигенина была выше в образцах сырого нативного молока коров, получавших в качестве корма клевер, чем в молоке коров, вскармливаемых смешанным рационом/или травой [5].

Для оценки возможного влияния термической обработки и сквашивание молока на концентрацию эстрогенов, Snoj и соавторы с помощью коммерческих наборов для ELISA измеряли концентрации E1 и E2 в образцах молока, предварительно нагретых до 70 и 95 °C в течение 5 минут. Кроме того, эти показатели определялись в тех же образцах молока через 2 дня самопроизвольного скисания при комнатной температуре, и эти образцы сравнивались с уровнями E1 и E2 в сыром, необработанном молоке. Концентрации E1 в необработанном и переработанном молоке (молоко, нагретое до 70 и 95°C, и простокваша) составляли (среднее $\pm$ стандартная ошибка) $47,25 \pm 4,16$, $44,84 \pm 3,47$, $41,00 \pm 4,55$ и $44,92 \pm 3,91$ пг/мл соответственно. Концентрации E2 в тех же образцах молока составляли $36,11 \pm 10,01$, $32,46 \pm 9,88$, $31,78 \pm 9,56$ и $31,43 \pm 8,00$ пг/мл соответственно. Таким образом, концентрации эстрогенов ни в термически обработанном молоке ни в ферментированном, существенно не отличались от таковых в исходном сырье [6].

В связи с этим, крайне важно разрабатывать инновационные аналитические системы, которые позволяют проверять широкий спектр матриц и получать быстрые и надежные результаты [7]. Zutz и соавторы предложили модель грибового биосенсора для определения активности эстрогена в образцах, полученных от коров, и проверили клиническую применимость метода для диагностики беременности на 140 кобылах и 120 коровах. В качестве биосенсора использовали генетически модифицированный штамм нитчатого гриба *Aspergillus nidulans*, содержащий рецептор эстрогена человека альфа и зону, в которой экспрессия гена β -галактозидазы контролируется эстроген-чувствительным элементом. Результаты, полученные с помощью биосенсора, были сопоставимы с таковыми, полученными иммуноферментным анализом (ИФА). В отличие от ИФА, предварительной обработки образцов путем химической экстракции не требовалось. Для 17β -эстрадиола биосенсор показал предел обнаружения 1 нг/л [8]. Другой метод, основанный на жидкофазной микроэкстракции из полых волокон, был разработан для экстракции выбранных эстрогенных соединений из цельного коровьего и низкожирного молока и цельного натурального йогурта. После пробоподготовки образцов с использованием реагента N, O-бис-(триметилсилил)-трифторацетамида, они были проанализированы с помощью газовой хроматографии-тандемной масс-спектрометрии. Относительное стандартное отклонение (RSD) для внутридневной и межсуточной точности площадей пиков находились в диапазоне 0,65–9,69 и 1,00–11,47%, соответственно. Коэффициенты определения были выше 0,991 для калибровочных кривых метода, в то время как значения предела определения (LOD) и предела количественного определения (LOQ) варьировали между 0,06–2,55 и 0,16–6,11 мкг/л для цельного коровьего молока, 0,04–1,70 и 0,11–4,86 мкг/л для полуобезжиренного козьего молока и 0,07–3,73 и 0,23–9,81 мкг/л для натурального йогурта, соответственно. Показатели точность и прецизионность метода находились в диапазоне 84 – 119% и значения RSD ниже 20% [9].

Описан простой, быстрый и воспроизводимый метод одновременного определения природных эстрогенов и микоэстрогенов (лактонов резорциловой кислоты) в молоке с помощью сверхвысокопроизводительной жидкостной хроматографии в сочетании с трехквადрупольной тандемной масс-спектрометрией с электрораспылением и ионизацией (UHPLC/ESI-MS/MS). Экстракцию проводили методом твердофазной экстракции с использованием графитированной сажи в качестве твердого сорбента. Использование технического углерода позволяет избежать предварительной обработки проб, а экстракция проводится путем разбавления проб молока водой. Значения коэффициента корреляции были получены в диапазоне от 0,9991 до 1, с хорошим извлечением (67-107% на самом низком уровне добавок), повторяемостью (4,8-16,8%) и воспроизводимостью (3,2-16,3%). Более того, очень низкий матричный эффект наблюдался как для эстрогенов, так и для микоэстрогенов [10]. Также ряд авторов разработал молекулярно-импринтированные полимеры, сочетающие технику поверхностного молекулярного импринтинга и магнитную сепарацию для

разделения и определения 17 β -эстрадиола (E2) из молока. В процессе синтеза акрилоилхлорид использовался для создания двойных связей на наночастицах Fe₃O₄ и одновременно служил софункциональным мономером, взаимодействующим с акриламидом. Полученные наноматериалы показали высокую адсорбционную способность, быстрое время установления равновесия 10 мин и удовлетворительную селективность в отношении целевой молекулы [11].

Таким образом, необходимы дальнейшие исследования для определения концентрации эстрогенов в молоке с разным содержанием жира для количественной оценки потенциальной патофизиологической роли и для последующего нормирования этих показателей.

Список литературы

1. N. W. Shappell, E. P. Berg, J. D. Magolski / An in Vitro Comparison of Estrogenic Equivalents Per Serving Size of Some Common Foods// J Food Sci. - 2019 Dec;84(12):3876-3884.- doi: 10.1111/1750-3841.14847. Epub 2019 Nov 19
2. K. B. Michels, N. Binder, F. Courant et al/ Urinary excretion of sex steroid hormone metabolites after consumption of cow milk: a randomized crossover intervention trial. // Am J Clin Nutr.- 2019 Feb 1;109(2):402-410.- doi: 10.1093/ajcn/nqy279
3. A. R. Gilman, W. Buckett, W. Y. Son et al/ The relationship between fat and progesterone, estradiol, and chorionic gonadotropin levels in Quebec cow's milk// J Assist Reprod Genet. - 2017 Nov;34(11):1567-1569. Epub 2017 Aug 24 - doi: 10.1007/s10815-017-1025-0
4. N. Grgurevic, J. Koracin, G. Majdic et al/ Effect of dietary estrogens from bovine milk on blood hormone levels and reproductive organs in mice // J Dairy Sci. - 2016 Aug;99(8):6005-6013.- doi: 10.3168/jds.2015-10610. Epub 2016 Jun 2
5. H. J. Clarke, C. Griffin, D. K. Rai et al / Dietary Compounds Influencing the Sensorial, Volatile and Phytochemical Properties of Bovine Milk// Molecules. - 2019 Dec 19;25(1):26. - doi: 10.3390/molecules25010026.;
6. T. Snoj, M. C. Zuzek, N. Cebulj-Kadunc et al/ Short communication: Heat treatment and souring do not affect milk estrone and 17 β -estradiol concentrations. // J Dairy Sci.- 2018 Jan;101(1):61-65. - doi: 10.3168/jds.2017-13205. Epub 2017 Nov 2.;
7. Е.А. Юрова /Методы контроля показателей качества и безопасности в молочной промышленности//Переработка молока. -2017. № 4 (210). - С. 12-14. Е. А. Yurova / Methods for monitoring quality and safety indicators in the dairy industry// Processing of milk. -2017.- №4 (210).P. 12-14
8. C. Zutz, K. Wagener, D. Yankova et al. /A robust high-throughput fungal biosensor assay for the detection of estrogen activity// Steroids- 2017 Oct;126:57-65. doi: 10.1016/j.steroids.2017.07.005. Epub 2017 Jul 14.
9. G. D'Orazio, J. Hernández-Borges, A. Herrera-Herrera /Determination of estrogenic compounds in milk and yogurt samples by hollow-fibre liquid-phase microextraction-gas chromatography-triple quadrupole mass spectrometry// Anal Bioanal Chem.-2016 Oct;408(26):7447-59. doi: 10.1007/s00216-016-9833-0. Epub 2016 Aug 15.
10. A. L. Capriotti, C. Cavaliere, S. Piovesana et al/ Simultaneous Determination of Naturally Occurring Estrogens and Mycoestrogens in Milk by Ultrahigh-Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry Analysis. //J Agric Food Chem.- 2015 Oct 14;63(40):8940-6. doi: 10.1021/acs.jafc.5b02815. Epub 2015 Oct 2.
11. R. Gao, X. Cui, Y. Hao et al. / A highly-efficient imprinted magnetic nanoparticle for selective separation and detection of 17 β -estradiol in milk// Food Chem. - 2016 Mar 1 Epub 2015 Sep 3;194:1040-7.- doi: 10.1016/j.foodchem.2015.08.112.

УДК 579.63

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

А. Ю. Корчагина, Л. В. Брындина

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова,
г. Воронеж, Россия

В связи с ростом спроса на животноводческую продукцию, увеличивается накопление органических отходов, образующихся при убое, что создает угрозу для окружающей среды.

В процессе производства мяса и мясных изделий жидкие отходы образуются: при разгрузке животных с транспортных средств и содержании их на скотобазах, в местах забоя, при варке, потрошении, промывке внутренностей, мойке и дезинфекции рабочих помещений и инвентаря, при мытье мяса перед обработкой, консервировании, замораживании, при выработке колбас и копченостей.

Потребляемая в производственном процессе вода загрязняется белково-жировыми компонентами животного происхождения (жиром, кровью, каньгой, волосом).

Сточные воды мясной промышленности быстро загнивают и приобретают гнилостный запах, их особенностью является наличие бактериального загрязнения [1].

Их сброс, несмотря на предварительную очистку, в городские очистные сооружения создает дополнительную нагрузку на биоценоз активного ила. Для эффективного разложения таких соединений необходима высокая скорость аэрации, так как в составе активного ила преобладают аэробные микроорганизмы. Но часто в реальных условиях, времени на окисление этих веществ микробными сообществами недостаточно, и в стоке накапливаются легкоокисляемые органические вещества. Этот дисбаланс между поступающими органическими веществами и окисленными микробиотой активного ила приводит к росту нитчатых бактерий, являющихся одной из причин вспухания активного ила [2].

Снижение концентрации поступающих веществ сточных вод мясоперерабатывающих предприятий позволит регулировать этот дисбаланс. А учитывая постоянное ужесточение требований к сбрасываемым стокам в городскую канализацию, рост тарифов за очистку, внедрение ресурсосберегающей технологии, снижающей исходную концентрацию загрязняющих веществ сока, позволит активировать сапрофитную микрофлору биоценоза активного ила. Это будет способствовать улучшению качества очистки сточных вод и минимизации нагрузки на водные экосистемы [3].

Общеизвестно, что содержимое желудочно-кишечного тракта убойных животных смывается в канализацию вместе с другими стоками. В связи с вышеизложенным, предлагается снизить концентрацию загрязняющих веществ, поступающих на очистку за счет ферментации микробиомом кишечника убойных животных малоценного и непищевого сырья. Это создаст благоприятные условия для жизнедеятельности сапрофитной микрофлоры активного ила, повысит ее ферментативную активность за счет уменьшения концентрации загрязняющих веществ, поступающих на очистку и позволит антагонистически вытеснить нитчатые бактерии [4].

Предложено использование измельченного малоценного сырья к.р.с., содержащего большое количество белка, но не имеющих большого технологического значения, которое подвергается ферментативному гидролизу в течение 7 дней при гидромодуле 1:1 с добавлением консорциума микроорганизмов желудочно-кишечного тракта свиней (Таблица 1) при температуре 40 ± 2 °C для получения кормовой добавки [5].

Таблица 1

Состав нормофлоры кишечника свиней

№	Наименование микроорганизмов	функция
1	Лактобактерии (Lactobacillus)	выделяют амилалитические ферменты
2	Бифидобактерии (Bifidobacterium)	выделяют амилалитические ферменты

3	БГКП(Escherichia)	выделяют протеолитические ферменты
4	Энтерококки (Enterococcus spp.)	выделяют амилалитические ферменты
5	Стафилококки (Staphylococcus saprophyticus, Staphylococcus epidermidis)	выделяют протеолитические ферменты
6	Дрожжи (Candida spp.)	создают анаэробные условия, приводящие к увеличению скорости ферментации

Таблица 2

Влияние концентрации микрофлоры жкт свиней на степень гидролиза

	1 сутки	3 сутки	7 сутки	
	Белок, мг/мл	Белок, мг/мл	Белок, мг/мл	Степень гидролиза, %
Контроль (без добавления консорциума микроорганизмов)	0,14	1,0	10,0	19
3%	4,0	8,9	12,5	53,7
4%	3,7	10,7	18,0	72,0
5%	4,8	12,5	22,0	77,1
6%	4,7	11,7	19,0	74,3

Ферментативное разложение биологических отходов превращает их в ценный и легко усваиваемый корм, что позволяет включать ферментированные биологические отходы в рацион питания животных. Исследования показали, что при переработке отходов к.р.с. наибольшая степень гидролиза – 77,1% достигается при концентрации вносимых микроорганизмов 5% к массе сырья (Таблица 2).

Таким образом, глубокая переработка побочного мясного материала способна уменьшить примерно на 25% сбросы в городскую систему канализаций, позволяя снижать нагрузку на биоценоз активного ила и обеспечить повышение эффективности животноводческих предприятий за счет изготовления дополнительной продукции.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта 20-34-90126 «Оптимизация биоценоза активного ила городских очистных сооружений», № договора 20-34-90126\20.

Список литературы

1. Комаров В.Н. Проблемы экологии в пищевой промышленности [Текст]/ В.И. Комаров, Т.А. Мануйлова//Экология промышленности России. – 2002. – № 11. – С. 4-7.
2. [Электронный ресурс] <https://terra-ecology.ru/vspuhanie-i-penoobrazovanie-ila/>
3. Эпов А.Н., Канунникова М.А. Очистка сточных вод предприятий агропромышленного комплекса [Текст]/ Философия выбора. – 2015. - № 1. – С. 52-59.
4. Капустин В.П., Уйменов А.В. Переработка отходов животноводства и птицеводства вопросы современной науки и практики // Университет им. В.И. Вернадского. 2007 Т.2, №4 (10). С. 23-26.
5. Сорокин В.В. Нормальная микрофлора кишечника животных. Кишинев: Штиинца, 1973. – 80 с.

УДК 664.66

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОЗВРАТНЫХ ОТХОДОВ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ ДИСТИЛЛЯТОВ

Л. Н. Крикунова, Е. В. Дубинина

Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности, г. Москва, Россия

Возвратные отходы хлебопекарного производства - это не только брак, образующийся при изготовлении хлеба, но и непроданная продукция, которую возвращают производителю. В Российской Федерации доля возвращаемой на хлебопекарные предприятия продукции составляет около 10 %, а в отдельные периоды может достигать 20-25 % [1]. Такая же проблема существует во многих европейских странах.

Специалистами ВНИИПБиВП разработана технология дистилятов из возвратных отходов хлебопекарного производства, которая включает в себя требования к сырью (использование пшеничного хлеба или смеси пшеничного и ржано-пшеничного хлеба), технологические режимы подготовки его к дистилляции на стадиях получения осахаренного сусла и его сбраживания, способы и режимные параметры дистилляции [2, 3]. Новизна технических решений, положенных в основу разработанной технологии, защищена Патентом РФ [4].

При дистилляции кроме основного продукта – дистилята, выделяются головная и хвостовая фракции, а также в кубе остается нелетучая часть сброженного сусла – барда, количество которой составляет, по нашим данным, до 70-80 % от массы сброженного сусла. Поэтому изучение биохимического состава барды и определение направлений её использования несомненно является актуальным, так как позволит не только повысить рентабельность разработанной технологии, но и решить экологические проблемы данного производства.

Независимо от содержания отдельных компонентов, состав и содержание которых зависит от исходного биохимического состава сырья, способов и режимных параметров его подготовки к дистилляции, барда представляет собой сложную полидисперсную систему, состоящую из взвешенных частиц и растворенных в ней веществ. Основным ценным компонентом барды, образующейся при производстве пищевого этилового спирта является сырой протеин. Проблемам утилизации послеспиртовой барды посвящены многочисленные исследовательские работы [5-8]. Следует учитывать, что, процесс дистилляции принципиально отличается от ректификации, что может отразиться на биохимическом составе барды. До настоящего времени работ в данном направлении в Российской Федерации и за рубежом не проводилось.

В качестве объектов исследования в работе использованы образцы барды, полученной при дистилляции сброженного сусла из пшеничного хлеба (образцы 1, 2) и смеси пшеничного и ржано-пшеничного хлеба в соотношении 2:1 (образцы 3, 4). Для сбраживания использовали спиртовые дрожжи в виде препаратов активных сухих дрожжей (АСД) – расы Turbo 24 (образцы 1, 3) и Fermiol (образцы 2, 4). Анализу подвергали исходную барду, а также твердую и жидкую фракции после её разделения методом ультрафильтрации на мембранном фильтре.

Объекты исследования оценивали по содержанию общего белка, массовой концентрации аминного азота, активной кислотности, качественному составу и концентрации аминокислот, органических кислот и минеральных веществ (катионов) с использованием современных стандартизированных методик.

Установлено, что в составе барды содержание сырого протеина составляло от 3,93 г/100 см³ до 4,54 г/100 см³ в зависимости от вида используемого сырья и расы дрожжей. Максимальное содержание сырого протеина было выявлено в образце 3, полученном при переработке смеси пшеничного и ржано-пшеничного хлеба с использованием расы Turbo 24. Преимуществом барды, получаемой при производстве дистиллята из возвратных отходов хлебопекарного производства, является низкое содержание некрахмальных полисахаридов по сравнению со спиртовой бардой, что снижает ценность последней.

Твердая фракция проанализированных образцов представляла собой продукт с влажностью 52,5-64,2 % и содержанием белка 32,6-36,7 % в пересчете на сухое вещество. Выявлено, что независимо от биохимического состава исходного сырья в образцах твердой фазы барды при использовании дрожжей Turbo 24 содержится больше белкового компонента в среднем на 5-10 %.

Анализ жидкой фракции, представленный в таблице 1, показал, что на её биохимический состав оказывает значительное влияние как вид сырья, так и используемая раса дрожжей.

Таблица 1

Основные биохимические показатели жидкой фракции барды

Показатели	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Сухие вещества, %	5,20	5,35	5,28	4,98
Активная кислотность, <i>pH</i>	4,36	4,16	4,25	3,93
Аминный азот, мг/дм ³	179	210	126	134
Сумма свободных аминокислот, мг/дм ³ , в том числе:	574	465	702	553
- глутаминовая кислота	65	31	75	42
- серин	52	44	68	68
- треонин	58	26	82	54
- аланин	101	76	119	89
Сумма свободных органических кислот, г/дм ³ , в том числе:	4,1	3,2	6,0	5,4
- янтарная кислота	1,3	0,9	1,3	1,1
- молочная кислота	1,4	1,1	3,3	2,9
Сумма катионов, мг/дм ³ , в том числе:	2552	2517	2825	2745
- Na ⁺	1650	1731	1993	1738
- NH ₄ ⁺	53	68	60	67
- K ⁺	443	398	479	621

Не выявлено влияния вида сырья и расы дрожжей на концентрацию сухих веществ и активную кислотность жидкой фракции барды. Установлено, что содержание аминного азота в образцах, полученных с использованием пшеничного хлеба выше на 30-35 % чем в образцах из смеси пшеничного и ржано-пшеничного хлеба. Напротив, суммарная концентрация свободных аминокислот оказалась выше при использовании смеси, что связано с биохимическим составом исходного сырья (ржаного хлеба). Выявлена существенная разница как по суммарной концентрации свободных аминокислот, так по содержанию отдельных веществ этой группы. Установлено преимущество дрожжей Turbo 24 по накоплению свободных аминокислот. Содержание треонина – предшественника

пропанола, наиболее ценного компонента из высших спиртов, в образцах, полученных с использованием расы Turbo 24 в 1,5-2,0 раза выше, чем при использовании расы Fermiol.

Анализ содержания сводных органических кислот в образцах барды показал, что наибольшее влияние на него оказывает вид используемого сырья, а не раса дрожжей. Отмечена высокая концентрация янтарной кислоты в образцах барды. Известно, что янтарная кислота в определенных концентрациях может являться активатором ферментов осаживающего действия [9].

Изучение минерального состава образцов барды показало, что в максимальной концентрации в них содержались катионы Na^+ , что связано с внесением поваренной соли в рецептуру хлеба. Кроме того, исследованные образцы содержали ионы NH_4^+ и K^+ , которые, как правило, являются ингредиентами активаторов брожения.

Результаты оценки биохимического состава барды, полученной при производстве дистиллятов из возвратных отходов хлебопекарного производства и её фракций позволили определить следующие потенциальные направления их использования:

- производство высокобелкового кормового продукта из исходной барды без разделения на фракции;
- производство продуктов питания с повышенным содержанием растительного белка с применением высушенной твердой фракции;
- производство дистиллятов из возвратных отходов хлебопекарного производства по замкнутому циклу с заменой части воды жидкой фракцией барды на стадии получения сусла.

Список литературы

1. Трудный хлеб / Ю. Глуховская // Хлебное дело. – 2018. – №1, 22.05. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://plus.rbc.ru/news/5b0309107a8aa9185dd2e978>. – Дата обращения: 30.04.2020.
2. Исследование процесса получения сусла из возвратных отходов хлебопекарного производства / Л.Н. Крикунова, В.А. Песчанская, М.А. Захаров // Пиво и напитки. – 2018. – № 3. – С. 20-23.
3. Научно-практические аспекты производства дистиллятов из возвратных отходов хлебопекарного производства / Л.А. Оганесянц, В.А. Песчанская, Л.Н. Крикунова, Е.В. Дубинина // Ползуновский вестник. – 2020. – № 1. – С. 26-31.
4. Способ производства дистиллята из крахмалсодержащего сырья. Патент РФ 2679844. / Л.А. Оганесянц, В.А. Песчанская, Л.Н. Крикунова, Оpubл. 13.02.2019 Бюл. № 5.
5. Промышленные технологии переработки послеспиртовой барды / А.Л. Андросов, И.А. Елизаров, А.А. Третьяков // Вестник ТГТУ. – Т. 16. – № 4. – С. 954-963.
6. Использование послеспиртовой барды в качестве сырья для получения высокобелковых кормовых препаратов / Е.В. Мельникова, Л.С. Герман, З.В. Захаров, М.Ю. Жарко // Известия МГУТУ «МАМИ». – 2012. – Т. 4. – № 2(14). – С. 101-106.
7. Основные экологические проблемы при утилизации отходов спиртового производства и пути их решения / А.Н. Долгов, Г.В. Агафонов, Н.В. Зуева // Пиво и напитки. – 2014. – № 4. – С. 60-63.
8. Инновационное развитие пищевой биотехнологии / В.А. Поляков, Н.С. Погоржельская // Индустрия питания/Food Industry. – 2017. – № 4. – С. 6-14.
9. Влияние янтарной кислоты на активность эндогенных и микробных амилаз / С.М. Рябова, Л.Н. Крикунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 12. – С. 7-11.

УДК 637.344

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНАКТИВАЦИИ ПРОТЕАЗ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ГИДРОЛИЗАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова

Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Доктрина продовольственной безопасности РФ до 2030 года предусматривает обеспечение населения качественной и безопасной пищевой продукцией для активного и здорового образа жизни. При этом ресурсосбережение, соблюдение экологической безопасности, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды в настоящее время являются приоритетными направлениями в рамках реализации курса на устойчивое развитие российского государства [1–3].

В рамках этой программы для молочной отрасли актуальным является полная переработка молочного сырья, в том числе молочной сыворотки, объемы получения которой ежегодно увеличиваются после введения в РФ эмбарго на импорт определенных групп товаров в 2014 г. [4, 5]. Самый ценный ее компонент – сывороточные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, используемые организмом для структурного обмена. Их применение в пищевых технологиях сдерживается потенциальной аллергенностью [6]. Авторами разработана технология снижения аллергенности сывороточных белков в ультрафильтрационном концентрате подсырной сыворотки посредством биокаталитической конверсии с применением ферментных препаратов Flavorpro 766MDP и Promod 439L. Это высокоспецифичные эндо- и экзопептидазы, которые применяют для гидролиза β -лактоглобулина и α -лактоальбумина с целью получения легкоусвояемого и термостабильного белкового гидролизата [7]. В качестве исходного сырья использован концентрат подсырной сыворотки, выработанный на промышленной ультрафильтрационной установке MMS Swissflow UF с керамическими мембранами (ПАО Молочный комбинат «Воронежский»), с массовой долей общего белка 3,19 %.

Важным аспектом применения белковых гидролизатов, полученных с помощью протеолиза, является резерв или запас безопасности относительно использованных ферментов. В готовом продукте содержание активного фермента должно быть близким к нулю, что обычно достигается высокотемпературной тепловой обработкой. При этом она должна оказывать минимальное воздействие на компоненты полученного гидролизата и не обуславливать изменение его химического состава. Поэтому предварительно рассчитывают резерв или запас безопасности протеаз, по которому затем определяют время, необходимое для удовлетворительной их инактивации. Расчет этого показателя осуществляли по дозировке ферментных препаратов, заданной кратности снижения их активности и количеству остаточного белка после инактивации.

Известно, что максимальное количество фермента, при котором не обнаруживаются отрицательные эффекты (*NOAEL*) не должно превышать 0,44 ед. Энсона (*AU*)/кг/сутки [8].

Концентрация ферментного препарата Flavorpro 766MDP в единицах Энсона в УФ-концентрате подсырной сыворотки с массовой долей общего белка 3,19 % составляет 940 *AU*/кг белка. Следовательно, 1000-кратного снижения его активности будет недостаточно для обеспечения безопасности здоровья человека при употреблении гидролизата в пищу. При 10000-кратном снижении активности ферментного препарата Flavorpro 766MDP резерв безопасности составит: $0,44/0,094 = 4,68$.

Для ферментного препарата Promod 439L исходная концентрация в единицах Энсона в УФ-концентрате подсырной сыворотки с массовой долей общего белка 3,19 % находится в пределах 470 *AU*/кг белка. При 10000-кратном снижении его активности резерв безопасности составит: $0,44/0,047 = 9,36$.

Необходимую продолжительность инактивации протеаз (мин) для десятикратного снижения их активности рассчитывают по формуле [9]:

$$t_D = 1,19 \cdot 10^{(75-T)/8,31} \cdot (1 + S \cdot 10^{(75-T)/94}), \text{ мин}, \quad (1)$$

где T – температура инактивации, °C;

S – концентрация субстрата, %.

Таким образом, для используемых ферментных препаратов продолжительность инактивации посредством пастеризации при $t = (80 \pm 2)$ °C для десятикратного снижения активности составит:

$$t_D = 1,19 \cdot 10^{(75-80)/8,31} \cdot (1 + 3,18 \cdot 10^{(75-80)/94}) = 1,14 \text{ мин.} \quad (2)$$

Доказано, что снижение активности ферментов в 10000 раз требует нагревания более продолжительного, не менее чем в 4 раза относительно десятикратного снижения активности [9]. Таким образом, $1,14 \cdot 4 = 4,56$ мин достаточно для удовлетворительной инактивации ферментных препаратов Promod 439L и Flavorpro 766MDP.

По результатам проведенных исследований рекомендовано проводить пастеризацию гидролизата сывороточных белков при $t = (80 \pm 2)$ °C с выдержкой не менее 5 мин. Полученная пищевая композиция может быть применена для производства различных ассортиментных групп молочных продуктов со сниженной аллергенностью.

Работа осуществлялась в рамках гранта Президента РФ на 2020–2021 гг. для молодых ученых – кандидатов наук, соглашение № 075-15-2020-322 (МК-1267.2020.11).

Список литературы

1. Харитонов, В. Д. Энергоресурсосбережение в молочной промышленности / В. Д. Харитонов // Молочная промышленность. – 2020. – № 5. – С. 28–29.
2. Вопросы реализации наилучших доступных технологий в пищевой промышленности / А. Г. Храмцов, А. А. Борисенко, А. А. Брачихин, И. А. Евдокимов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 2-3 (374-375). – С. 8–13.
3. Жилинская, Н. В. Обогащенная молочная продукция – основной тренд коррекции дефицита микронутриентов: научные исследования и промышленное внедрение / Н. В. Жилинская // Молочная промышленность. – 2020. – № 6. – С. 32–34.
4. Топникова, Е. В. Взгляд отраслевой науки на перспективы развития производства продуктов сыроделия и маслоделия в современных условиях / Е. В. Топникова, Ю. Я. Свириденко // Переработка молока. – 2018. – № 9 (227). – С. 6–9.
5. Просеков, А. Ю. Россия на мировом рынке сыров: перспективы развития / А. Ю. Просеков // Сыроделие и маслоделие. – 2018. – № 6. – С. 4–6.
6. Пономарева, Н. В. Биоконверсия молочных белков для снижения остаточной антигенности / Н. В. Пономарева, Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова // Биотехнология. – 2015. – Т. 31, № 1. – С. 70–74.
7. Enzyme Products. Choose from our extensive portfolio of existing enzyme products [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.biocatalysts.com/enzyme-products/>. – Дата обращения: 11.05.2020.
8. Nielsen, P. M. Improved method of determining food protein degree of hydrolysis / P. M. Nielsen, D. Pedersen, and C. Dambmann // Journal of Food Science. – 2001. – Vol. 66 (5). – P. 642–646.
9. Whitehurst, R. J. Enzymes in Food Technology / R. J. Whitehurst and M. Oort. – Hoboken: Wiley-Blackwell Publishing, 2010. – 384 p.

УДК 664:663.052

ОСОБЕННОСТИ КАРТОФЕЛЬНОГО ПЕКТИНА И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю. Е. Милованова, И. С. Милентьева

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время растущий практический интерес и глобальная проблема промышленных отходов привели к изучению различных видов сырья для получения ценных веществ, в том числе пектиновых полисахаридов, одними из которых являются отходы картофеля. Данный корнеплод может стать весьма ценным сырьевым источником, так как содержание данных полисахаридов в картофеле находится на достаточно высоком уровне (картофель может содержать от 0,7 до 1,1 % пектиновых веществ [1]), поэтому изучение особенностей картофельного пектина и возможностей применения его в промышленности на данный момент весьма актуально.

Пектины содержатся во многих высших растениях и представляют собой группу сложных гетерополисахаридов, состоящих из частично или полностью метоксилированных остатков галактуроновой кислоты. Основным компонентом всех пектинов является D-галактуроновая кислота, присутствующая в растениях в трех полимерных формах: гомогалактуронан (HGA), рамногалактуронан-I (RG-I) и рамногалактуронан-II (RG-II). Другие структурные классы пектиновых полисахаридов также включают ксилогалактуронан, арабинан, галактан и арабиногалактан I [1].

Источниками пектина может выступать множество растений. Однако характерной особенностью является то, что данные полисахариды в каждом растении имеют свою определенную структуру и, как следствие, определенные физико-химические свойства. Так как при получении пектина главную роль играет прикладной интерес, то есть его дальнейшее использование в промышленности, необходимо учитывать данные особенности и свойства.

Пектиновые полисахариды столовых сортов картофеля в основном богаты рамногалактуронаном-I (RG-I, содержание до 75 %) и гомогалактуронаном (HGA, 20 %) [2].

RG-I картофеля содержит основную цепь повторяющихся дисахаридных звеньев рамнозы и галактозилуроновой кислоты – $[-\alpha - L - \text{рамнозил} - 1,4 - \alpha - D - \text{галактозилуроновая кислота} - 1,2 -]_n$. Его цепь может содержать до 300 остатков рамнозила и 300 остатков галактозилуроновой кислоты, а состав боковых цепей – до 50 гликозильных остатков. Такая сильно разветвленная природа RG-I картофеля позволяет отнести его к «волосатой области» пектина [1]. В большинстве случаев остатки рамнозы в положении C-4 замещены нейтральными боковыми цепями сахаров, такими как арабиноза и галактоза, образуя арабинан, галактан и арабиногалактаны.

Рамногалактуронан I ковалентно связан с гомогалактуронаном (HGA). HGA представляет собой линейный гомополимер α -1,4-связанной галактуроновой кислоты GalA и может быть отнесен к «гладкой области» картофельного пектина. Количество единиц GalA, присутствующих в цепи HGA картофеля, оценивается примерно в 100–200 единиц [2].

Учитывая, что пектин картофеля содержит большое количество рамногалактуронана I (75 %), его можно характеризовать как сильно разветвленный, что сильно влияет на снижение его желеобразующей способности.

Другими характеристиками пектина являются физико-химические показатели. Характерными среди них являются: степень этерификации, уже упоминаемая желеобразующая способность, молекулярный вес, комплексообразующая способность, урониновая составляющая, содержание свободных карбоксильных групп.

Степень этерификации (СЭ) – это степень содержания метоксильных групп $-\text{OCH}_3$ ко всем кислотным остаткам в молекуле пектина. В зависимости от пропорции этерифицированных групп пектин подразделяется на пектин с низким содержанием метоксила (LMP) (СЭ < 50 %) и пектин с высоким содержанием метоксила (HMP) (СЭ > 50 %).

Значение СЭ пектина является важным свойством, которое значительно влияет на его коммерческое использование в качестве желеобразующего вещества или загустителя. Структурные различия между молекулами пектина влияют на механизмы гелеобразования LMP и НМР; следовательно, их применение в пищевых продуктах также различно.

По данным исследований, пектин, экстрагированный из картофеля, имеет 33–45 % метоксилированных остатков в зависимости от сорта, поэтому считается низкоэтерифицированным [3, 4]. Недостатком низкометоксилированных пектинов является то, что для образования геля, как правило, в растворе необходимо достаточное количество ионов Ca^{2+} , зато, в отличие от высокометоксилированных, они хорошо работают с низким содержанием сухих веществ и с широким диапазоном уровня pH [5].

Низкоэтерифицированные пектины обычно обладают слабой желеобразующей способностью (способностью пектина образовывать гели, желе в растворе), которая зависит также от строения самого пектина. Низкоэтерифицированные пектины при добавлении в раствор не способны создавать желе, они образуют гели.

В численном выражении желеобразующая способность картофельного пектина в среднем составляет 45 кПа. Для сравнения желеобразующая способность высокометоксилированного яблочного пектина составляет 85 кПа [3].

LMP-пектины со слабой желеобразующей способностью обычно используются для производства плодово-ягодных наполнителей, начинок для конфет, для производства йогуртов, соусов [5].

На образование геля влияет также величина молекулы пектинового полисахарида, которая в количественном выражении характеризуется в молекулярном весе (М). С увеличением М происходит повышение желеобразующей способности [6].

Пектиновые вещества представляют, как правило, полимолекулярную смесь, т.е. смесь молекул различной величины, поэтому речь может идти лишь о средних значениях М.

Для картофельного пектина М в среднем составляет $1,5 \cdot 10^4$ Да. Для сравнения молекулярный вес яблочного пектина составляет $3,5 \cdot 10^4$ Да, а свекловичного – $2,0 \cdot 10^4$ Да [6].

Еще одно свойство пектина – комплексообразующая способность, выражающаяся в способности пектинов связываться с ионами тяжелых металлов и радионуклидов с последующим образованием нерастворимых комплексов, которые не всасываются и выводятся из организма. Комплексообразующую способность иногда также характеризуют как детоксицирующую активность (ДА).

Важной особенностью является также то, что способность связывания пектинов с тяжелыми металлами зависит от водородного показателя среды. Для пектинов, выделенных из разных источников, характерно определенное значение pH, при котором они достигают высшей детоксицирующей активности. При этом даже для пектина, выделенного из одного и того же вида сырья, активность также может зависеть от pH.

Наибольшую детоксицирующую активность картофельный пектин проявляет в кислой среде, при pH равном 4,0. При этом количество свинца, которое может связать пектин, – комплексообразующая способность – составляет в среднем 310–320 мг Pb^{2+} /г. Для сравнения, комплексообразующая способность свекловичного пектина при pH 5,0 составляет 505,0 мг Pb^{2+} /г, а яблочного – 312,3 мг Pb^{2+} /г [4].

Количество в молекуле полимера свободных карбоксильных и гидроксильных групп галактуроновой кислоты, а также уронидной составляющей также характеризует ДА пектина. Количество свободных карбоксильных групп и гидроксильных групп обратно связано с содержанием метоксилированных остатков (степень этерификации), поэтому зачастую низкоэтерифицированные пектины, в отличие от высокоэтерифицированных, обладают хорошей детоксицирующей активностью [3]. Содержание свободных карбоксильных групп в молекуле пектина картофеля составляет 20 %, гидроксильных – 30 %. Уронидная составляющая отражает содержание пектина в пересчете на

галактуроновую кислоту. Для картофельного пектина содержание пектина в пересчете на галактуроновую кислоту в среднем составляет 60 % [7].

В целом, перечисленные три показателя: комплексообразующая способность, количество свободных карбоксильных групп и гидроксильных групп и уронидная составляющая характеризуют картофельный пектин как хорошее детоксицирующее вещество. Такие пектины эффективно применять при производстве функциональных продуктов. Таким образом, можно сделать вывод, что картофельный пектин имеет сильно разветвленное строение и является низкоэтерифицированным пектином со слабой желеобразующей и высокой комплексообразующей способностями, а также высоким содержанием свободных карбоксильных и гидроксильных групп и высокой уронидной составляющей. На основе этих данных можно заключить, что потенциал пектина заключается в широкомасштабном применении во многих отраслях промышленности в качестве загустителя, структурообразователя, а также функционального компонента.

Учитывая его низкую этерификацию и слабое желеобразование, в пищевой промышленности его целесообразно использовать в качестве загустителя при производстве диетической продукции с низким содержанием сахара, при производстве плодово-ягодных наполнителей, соусов. Такой пектин эффективно можно использовать при выработке низкокалорийных и овощных консервов с содержанием сухих веществ ниже 60 %.

Применение низкоэтерифицированного картофельного пектина возможно и в молочной промышленности, в частности при производстве йогуртов, так как в молоке уже присутствуют необходимые ионы кальция, желирование при этом возможно и при низких температурах [5].

Учитывая высокую детоксицирующую активность картофельного пектина, его применение выглядит возможным в производстве профилактического и лечебного питания.

В фармацевтической промышленности картофельный пектин за счет высокой комплексообразующей способности может быть применен для производства лечебных препаратов, направленных на вывод тяжелых металлов из организма человека.

В целом можно сказать, что картофельный пектин может найти достаточно широкое применение во многих областях промышленности.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ при государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4)

Список литературы

1. Development of a continuous-flow system for microwave-assisted extraction of pectin-derived oligosaccharides from food waste / F. Arrutia et al. // Chemical Engineering Journal. – 2020. – № 395. – PP. 155–179.
2. Time of harvest affects the yield of soluble polysaccharides extracted enzymatically from potato pulp / H. Ravn et al. // Food and Bioproducts Processing. – 2015. – № 93. – PP. 77–83.
3. The use of enzyme preparations for pectin extraction from potato pulp / O. Hrabovska et al. // Ukrainian Food Journal. – 2018. – № 7(2). – PP. 215–233.
4. Kinetics of hydrolysis-extraction of pectin substances from the potato raw materials / O. Hrabovska et al. // Ukrainian Food Journal. – 2015. – № 4(4). – PP. 596–604.
5. Extraction, purification and characterization of pectin from alternative sources with potential technological applications / F. Dranca et al. // Food Research International. – 2018. – № 113. – PP. 327–350.
6. Optimization of ultrasound-microwave assisted acid extraction of pectin from potato pulp by response surface methodology and its characterization / J.-S. Yang et al. // Food Chemistry. – 2019. – № 289. – PP. 351–359.
7. Extraction, structure, and emulsifying properties of pectin from potato pulp / J.-S. Yang et al. // Food Chemistry. – 2018. – № 244. – PP. 197–205.

УДК 663.15

**ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОсорбЕНТА,
ПОЛУЧЕННОГО ТРЕХСТАДИЙНОЙ ОБРАБОТКОЙ БИОМАССЫ ГРИБА
RHIZOPUS ORYZAE F-1030**

Л. А. Мингазова, Е. В. Крякунова, З. А. Канарская, А. В. Канарский
Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань,
Россия

Перспективное направления развития в области применения кормовых средств и добавок, характеризующиеся как эффективные адсорбенты направленного действия, позволяет ежегодно выводит на интенсивно развивающийся рынок Российской Федерации новейшие целевые продукты, исследование свойств и качеств которых подтверждается уже не одно десятилетие [1]. Многочисленными исследованиями показано, что входящая в состав кормовых средств и добавок, клеточная стенка микробиологических грибов обладает уникальными сорбционными свойствами. Следует отметить, что сорбционные свойства клеточной стенки напрямую зависят от характера и условия роста микробиологических грибов [2]. Использование сульфитных щелоков для приготовления питательных сред, применяемых для культивирования гриба *Rhizopus oryzae* F-1030, расширит и дополнит древесины, который, по мнению специалистов, в настоящее время, является наиболее перспективным направлением для крупнейшего сектора экономики Российской Федерации - целлюлозно-бумажной промышленности. Производство наукоемкой продукции, а именно кормовых средств и добавок, на базе глубокой комплексной механической и химической переработки лесных ресурсов, позволит получать широкий ассортимент конечной продукции с высокой добавленной стоимостью. Коммерчески перспективным являются технологические производства, ориентированные на получении биосорбентов из клеточной стенки гриба *R. oryzae* F-1030, который является сапрофитом. Авторами [3] был предложен способ культивирования гриба *R. oryzae* F-1030 на питательной среде, основу которой составили сульфитные щелока - побочные продукты предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.

Целью проведенных исследований являлось изучение адсорбционных характеристик биосорбента, полученного из клеточной стенки гриба *R. oryzae* F-1030, выращенного с использованием отъемно-доливного метода культивирования с использованием питательной среде на основе сульфитного щелока.

В экспериментах использовали штамм *R. oryzae* F-1030 из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов. Культуру гриба *R. oryzae* F-1030 хранили на картофельно-глюкозном агаре, приготовленном из 200 г мелкоизмельченного картофеля, 20 г агара, 20 г глюкозы и 1 л воды. Наращивание мицелия гриба *R. oryzae* F-1030 проводили методом поверхностного культивирования на картофельно-глюкозном отваре, в 1 л которого содержалось 20 г глюкозы. Продолжительность поверхностного культивирования гриба *R. oryzae* F-1030 при температуре 28 - 30 °С составляла 7 дней. Для культивирования *R. oryzae* F-1030 использовали питательные среды, приготовленные из сульфитного щелока, предоставленного ОАО «Выборгская целлюлоза».

Последовательная трехстадийная обработка биомассы гриба *R. oryzae* F-1030 карбонатом натрия, соляной кислотой, а затем, использование стадии промывки продукта от остатков химических реагентов и продуктов реакции, позволили получить биосорбент у которого были исследованы адсорбционные свойства, в частности, такие показатели как эффективность адгезии частиц латекса, адсорбционная емкость и удельная поверхность.

Перечисленные выше показатели изучались стандартными методами исследования.

Определение эффективности адгезии полимером частиц латекса [4] оценивается по эффективности очистки модельной среды - дисперсии частиц моносистерного полистирольного латекса, имеющего размеры 0,17 мкм и ξ -потенциала поверхности -50 мВ.

Определение удельной адсорбционной емкости и удельной поверхности проводили по адсорбции красителя метиленового голубого [5]

Использование трехстадийной обработки биомассы гриба *R. oryzae* F-1030 способствовало получению биосорбента, который характеризовался следующими адсорбционными свойствами.

Таблица 1

Влияние условий обработки биомассы гриба *Rhizopus oryzae* F-1030 на адсорбционные свойства биосорбента

Показатели адсорбционных свойств биосорбента	Трехстадийная обработка биомассы гриба <i>R. oryzae</i> F-1030
Эффективность адгезии частиц латекса, Эл, %	99,1
Адсорбционная емкость, $Q_k \cdot 10^{-4}$, г/г	2,28
Удельная поверхность, $S_{уд.к}$, м ² /г	0,45

При обработке с гидромодулем на первой, второй и третьей стадиях 1:7, 1:8, 1:20 и продолжительностью обработки 0,5, 0,5 и 2,0 ч эффективность адгезии биосорбента частиц латекса составляла 99,1 %, адсорбционная емкость – $2,28 \cdot 10^{-4}$ г/г, удельная поверхность, определенная по красителю метиленовому синему – 0,45 (табл. 1).

Выводы

Использованная трехстадийная обработка биомассы гриба *R. oryzae* F-1030, выращенного с использованием отъемно-доливного метода культивирования на питательной среде основу которой составил сульфитный щелок, позволила получить биосорбент характеризующийся высокими показателями эффективности адгезии частиц латекса, адсорбционной емкостью и удельной поверхностью.

Список литературы

1. Биосорбенты на основе полисахаридов. Оценка сорбционной способности в отношении урана и тория / А.П. Карманов, А.В. Канарский, Л.С. Кочева [и др.] // Химия растительного сырья. - 2019. №4. - С. 431–440.
2. Химическая структура и сорбционная способность в отношении микотоксина зеараленона дегидрополимеров на основе феруловой кислоты и кониферилового спирта. Физикохимия растительных полимеров / А.П. Карманов, Л.С. Кочева, А.В. Канарский, [и др.] Материалы VIII международной конференции (01-05 июля 2019 г.). Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. - С. 212-215.
3. Мингазова Л.А. Синтез молочной кислоты грибом *Rhizopus oryzae* F-1030 на питательных средах из сульфитных щелоков / Л.А. Мингазова, А.В. Канарский, Е.В. Крякунова, З.А. Канарская. «Известия вузов. Лесной журнал». - 2020 № 2. - С 146-156.
4. ГОСТ 18992-80. Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия [Электронный ресурс]. Переиздание в марте 1990 г. (ИУС 2-84, 3-87, 12-88, 6-90). М.: Стандартинформ, 2016.–12с. - Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/10/10897/>
5. ГОСТ 13144-79. Методы определения удельной поверхности (с Изменением № 1). [Электронный ресурс]. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200024162>.

УДК 664.696.9

ВЛИЯНИЕ МУЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЭКСТРУЗИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н. В. Московенко

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

Обеспечение высокого качества жизни человека путем рационализации и сокращения дефицита микронутриентов в питании является приоритетным направлением государственной политики, что нашло отражение в распоряжении Правительства Российской Федерации «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030». Для улучшения фактического питания населения Российской Федерации необходимо разрабатывать и внедрять продукты с высоким содержанием биологически активных пищевых веществ. В качестве сырья для таких продуктов можно использовать композитные материалы растительного происхождения местного произрастания, такие как полба и семена льна. Это сырье обладает уникальным химическим составом и физиологической ценностью. [6].

Целью работы является разработка коэкструзионных изделий из композитных материалов. Для создания коэкструзионных изделий – палочки с начинкой, было проведено исследование влияния сырьевой базы в различных количественных соотношениях на реологические свойства готовых коэкструзионных изделий – палочки с начинкой из земляники. При этом во внимание принимался потенциал семян льна и полбы как функциональных ингредиентов с различным их содержанием.

В качестве сырья для производства коэкструзионных изделий были выбраны селекционная линия льна масличного «Уральский» и полба сорта «Руно», которые были выращены в Свердловской области.

Выбранная линия льна масличного содержит значительное количество белка (17,08-17,6%), представленного незаменимыми (валин, изолейцин, лейцин, гистидин и др.) и заменимыми (аргинин, аланин, глицин и др.) аминокислотами, лимитирующими являются валин, изолейцин, лейцин и треонин. Жирные кислоты в семенах льна присутствуют в количестве 44,8-46,2 % и представлены полиненасыщенными жирными и насыщенными жирными кислотами (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая и др.). В семенах льна отмечается высокое содержание макроэлементов (натрий, калий, фосфор) и микроэлементов (железо, селен, цинк и др.), витаминов группы В и витамина К и Е [5,8,11].

Полба является нетрадиционным видом пшеницы, позиционирующим себя как продукт здорового питания. Сорт полбы «Руно» отличается высокой урожайностью, устойчив к неблагоприятным погодным условиям и может возделываться на различных почвах. Полба обладает высоким содержанием пищевых волокон (4,1 г), макро и микроэлементов (калия – 143-147 мг, магния – 46-50 мг, серы – 50-57 мг, фосфора – 147-156 мг, марганца – 1,0-1,7 мг, железа – 1,47-1,63 г, меди – 210-224 мкг, цинка – 1,17 -1,28 мг), витаминов (тиамина – 0,101-0,105 мг, пиридоксина – 0,07-0,09 мг, рабофлавина – 0,02-0,04 мг, РР – 2,55-2,60 мг) [7,9].

Мучная смесь из семян льна и полбы выгодно отличается от муки пшеничной хлебопекарной высоким содержанием макро (белок, жир, углеводы) и микронутриентов (минеральные вещества, витамины К и Е) [2,3,4,10].

Таким образом, льняную и полбяную муку можно использовать как композитные функциональные ингредиенты для создания коэкструзионных изделий – палочки с начинкой.

Исследования проводили в лабораториях Уральского государственного экономического университета и на предприятии ООО «БОБ». На современном оборудовании были изучены реологические свойства по стандартным методикам.

Соотношения компонентов мучной смеси при производстве коэкструзионных изделий является важнейшим критерием при проектировании сбалансированной рецептуры [1]. В дополнении к пшеничной муке 1 сорта вносили льняную муку в размере от 5% до 25% с интервалом 10 %, муку полбяную - в количестве 20, 40, 60%. Влияние изменений содержания мучной композиции на реологические свойства готового продукта представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние содержания мучной композиционной смеси на реологические показатели коэкструзионного продукта

Содержание		Показатели		
Мука полбяная	Мука льняная	Набухаемость, мл/г	Растворимость, %	Влагоудерживающая способность, %
20	5	2,9	54	2,60
	15	3	53	2,75
	25	3,1	51	2,95
40	5	3,2	50	3,13
	15	3,3	48	3,17
	25	3,4	47	3,31
60	5	3,8	46	3,75
	15	3,9	44	3,86
	25	4	43	3,88

При внесении муки полбяной в количестве 20% от общего содержания мучной смеси и внесении муки льняной от 5 до 25% можно наблюдать тенденцию увеличения таких показателей, как набухаемость и влагоудерживающая способность на 0,2 мл/г и 0,35% соответственно, растворимость коэкструзионного продукта уменьшилась на 3 %. При добавлении в мучную смесь коэкструзионных изделий муки полбяной в количестве 40% и муки льняной в диапазоне от 5 до 25%, прослеживается аналогичная ситуация. С увеличением содержания муки льняной наблюдается тенденция уменьшения показателя растворимости (на 3%) и увеличение набухаемости (на 0,25 мл/г) и влагоудерживающей способности (на 0,18%). При добавлении 60% полбяной муки и льняной муки набухаемость увеличивается на 0,2% при увеличении внесения муки из семян льна с 5 до 25%, влагоудерживающая способность усиливается и составляет 3,88% при внесении муки льняной 25%, растворимость имеет наибольшее значение при минимальном внесении льняной муки в количестве 5%.

Таким образом, в результате были выявлены зависимости реологических показателей от содержания композитных материалов коэкструзионных продуктов:

- 1) Прямая зависимость - показатели набухаемость и растворимость увеличиваются при увеличении внесения муки полбяной и муки льняной;
- 2) Обратная зависимость - показатель растворимость уменьшается при увеличении внесения муки полбяной и муки льняной.

Оптимальные реологические свойства, в том числе набухаемость, растворимость и влагоудерживающие свойства коэкструзионных изделий были приобретены при вводе в рецептуру льняной муки в количестве от 15 до 25 %, полбяной муки в количестве 40%. Использование композитного сырья говорит о перспективности его применения в производстве коэкструзионных продуктов питания с лечебно-профилактическими свойствами. Таким образом, возможно создание диетических продуктов питания с низким

содержанием простых сахаров, высоким содержанием клетчатки, аминокислот и сбалансированным витаминно-минеральным составом.

Список литературы

1. Зависимость физико-химических свойств сухих экструзионных продуктов от количественного содержания компонентов рецептуры / Н.В. Московенко, Н.В. Тихонова // Продовольственный рынок: состояние, перспективы и угрозы: сборник статей Международной научно-практической конференции. - Екатеринбург, 2015. - С. 53-57.
2. Кандроков, Р.Х., Балова, Е.Р. Влияние гидротермической обработки на выход и качество полбяной муки / Р.Х. Кандроков, Е.Р. Балова // Аграрный вестник Урала. - 2018. - №2. - С. 54-58.
3. Колмаков, Ю.В., Зелова, Л.А., Пахотина, И.В. Факторы повышения объема хлеба и его белковости из композитных мучных смесей / Ю.В. Колмаков, Л.А.Зелова, И.В. Пахотина // Вестник КрасГАУ. - 2016. - №7. - С. 132-137
4. Колмаков, Ю.В., Зелова, Л.А., Пахотина, И.В. Хлеб из композитных мучных смесей / Ю.В. Колмаков, Л.А.Зелова, И.В. Пахотина // Вестник АГАУ. - 2015. - № 4. - С. 133-136.
5. Колотов, А.П. Качество основной продукции льна масличного в условиях Среднего Урала // Пермский аграрный вестник. – 2017.– № 2 (18). – С. 23–28.
6. Московенко, Н.В., Степанов, В.В. Производство функциональных продуктов на основе микроклонированной клубники / Н.В. Московенко, В.В. Степанов // Продовольственная безопасность: материалы Международной конференции научно-исследовательских проектов молодежи. – Екатеринбург, 2014. – С. 125-126.
7. Пенькова, Ю.В. Определение хлебопекарных свойств полбяной муки / Ю.В. Пенькова // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. - 2018. - № 9. - С. 195-198.
8. Поляков, А.В., Загоскина, Н.В. Лен как источник пищевого белка и незаменимых аминокислот //Клиническая фитотерапия и фитохитодезтерация, биологически активные пищевые добавки (БАД) /Всерос. науч.-исслед. и тех-нол. ин-т биол. пром-сти. Черноголовка, 2009. - С. 128-132.
9. Урожайность полбы и технологические качества зерна в зависимости от приемов возделывания / С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко, Н.В. Мешкова, Е.А.Филиппова, Т.А. Козлова // Аграрный вестник Урала. - 2017. - №5 (159). – С. 12-16
10. Хлебопекарные свойства композитных смесей муки из зерна пшеницы и полбы / Н. С. Санжаровская, Н.В. Сокол, О.П. Храпко, К.С. Мамедов, Н.Н. Романова // Новые технологии. - 2018. - №3. – С. 60-65.
11. Шведов, И.В., Шишков, Г.З., Петибская, В.С, Вирченко, Н.И., Кучеренко Л.А. Особенности химического состава семян некоторых масличных культур: сб. докл. междунар. научно-производств. конф. «Технологические свойства новых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур //Научно-технические аспекты производства экологически чистых масел, белковых продуктов с высокими потребительскими качествами». Краснодар, 2003. -С. 80-87.

УДК 641.564

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ПАШТЕТА, ОБОГАЩЁННОГО БЕТА-КАРОТИНОМ, ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Е. А. Науменко

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при президенте РФ,
Западный филиал, г. Калининград, Россия

В настоящее время среди группы холодных закусок набирают популярность паштеты. Они отличаются не только необычным вкусом и ароматом, но и как правило, богатым витаминно-минеральным составом [1].

В данных, представленных Росстатом, на начало 2020 года были выявлены изменения в рационе россиян за последние пять лет. Возрос дефицит в витаминах и макро-, микроэлементах, который отрицательно сказывается, в частности роста заболеваний среди различных групп населения. Исследования, проводимые учеными, доказали эффективность подхода к оздоровлению населения через коррекцию рационов питания, необходимость использования инновационных технологий в производстве сбалансированных пищевых продуктов для сохранения и укрепления здоровья, что также отражает данную концепцию в различных нормативно-правовых актах РФ, в том числе и в Федеральном законе от 1 марта 2020 г. N 47-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О качестве и безопасности пищевых продуктов» [2].

Таким образом перспективным направлением развития общественного питания является внесение в рецептурные композиции паштетов растительных ингредиентов, являющихся богатым источником витаминов, микроэлементов, пищевых волокон, антиоксидантов, антиканцерогенов, антимуtagens и др.

Капуста брокколи (*Brassica oleracea*) содержит большое количество витаминов (В, Е, А, РР, К, U, С) и необходимых человеку макро- и микроэлементов (К, Mg, Na, Fe, P, Zn, Mn, Cu, Se). В ней также отмечается высокое содержание бета-каротина - пигмента, который является мощным антиоксидантом, защищающим организм от вредных свободных радикалов, играющий важную роль в защите и поддержания здорового зрения, кожи и неврологических функций.

Водоросль вакаме (*Undaria pinnatifida*) - одна из самых полезных видов морских водорослей, так как имеет очень богатый минеральный и витаминный состав: витамины групп А, В, С, D, Е, К, РР; макро- и микроэлементы: железо; марганец; цинк; йод; фтор; фосфор; алюминий; селен; БАВ: антиоксиданты, пищевые волокна, коллаген и тиамин, растительные белки, холин; кислоты Омега-3.

Целью исследования является проектирование рецептуры паштета, обогащенной бета-каротином за счёт внедрения растительных компонентов для предприятий общественного питания.

Было предложено использовать в качестве сырья брокколи быстрозамороженная (ГОСТ Р 54683-2011, ТР ТС 021/2011, Хортекс), творог 9% (ГОСТ 31453-2013, ТР ТС 033/2013, АО «Молоко»), яйцо куриное пищевое (ГОСТ 31654-2012, ТР ТС 021/2011, Гурьевская птицефабрика), морская водоросль вакаме сушеная (ТУ 9284-021-89751414-15, ТР ЕАЭС 040/2016, Вегана-Гарнец).

На основании данных химического состава используемых в рецептуре ингредиентов были произведены расчеты по оптимизации рецептурного состава паштета с использованием компьютерной программы Excel при помощи поиска решения нелинейных задач. Для решения поставленной задачи была составлена матрица данных ингредиентного состава рассматриваемого продукта. В качестве критерия оптимизации было выбрано максимальное

значение содержания бета-каротина в компонентах. Далее были составлены параметры поиска решения рецептуры с соответствующими ограничениями [3].

Решение данной системы уравнений определило рецептурный состав проектируемой холодной закуски. В разработанной рецептуре на 100 г паштета содержание белка составляет 9,5%, жира – 3,2 %, углеводов – 11,5%. Содержание бета-каротина составляет 0,84 мг, что соответствует 17% от адекватного уровня потребления в сутки на 100 г паштета [4].

На основании спроектированной рецептуры были приготовлены экспериментальные образцы закусок и проведена дегустация.

Приготовленный экспериментальный образец паштета оценивался по органолептическим показателям: внешний вид, запах, консистенция и цвет, которые должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 3 (ГОСТ Р 55334-2012). Дегустаторами выставлялись баллы в соответствии с ГОСТ 31986—2012: оценка 5 баллов соответствовала изделию без недостатков; оценка 4 балла - с незначительными или легкоустраняемыми недостатками; оценка 3 балла - с более значительными недостатками, но пригодным для реализации без переработки.

Образец был оценен по пятибалльной шкале. Образец характеризовался зеленым цветом, обусловленным введением в состав рецептуры брокколи и водоросли вакаме. Полученный продукт представлял однородную, равномерно перемешанную массу с нежной мажущейся консистенцией, зеленого цвета с вкраплениями частиц творога, вкус в меру солёный с ароматом и привкусом растительных компонентов.

Согласно полученным результатам экспериментальных исследований была спроектирована рецептура паштета, обогащенного растительными компонентами. Полученный паштет обладает высокими органолептическими показателями, сбалансированным составом, что позволит расширить ассортимент холодных закусок, реализующихся на предприятии общественного питания и удовлетворить спрос в дефиците бета-каротина различных категорий потребителей. Полученный продукт может быть отнесен к функциональным продуктам, так как содержит 0,84 мг на 100 грамм продукта, что составляет 17% от адекватного уровня потребления.

Список литературы

1. Теоретические основы и маркетинговые исследования системы питания ово-лакто в регионе // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации / Науменко, Е.А, Белякова, А.А. - М.: Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. – 2019. - С. 113-117.
- 2 Развитие концепции здорового питания в России: проблемы и перспективы // Международный журнал экспериментального / Гаврилова, Ю.А., Бессонова, О.В., Смирнова, Н.А.- М., 2015. – № 2-3. – С. 405-406;
3. Лисин, П.А. Практическое руководство по проектированию продуктов питания с применением Excel, MathCAD, Maple: учебное пособие для ВПО – СПб.: Лань, 2020. – 240 с.
4. МР 2.3.1.1915-04 Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 46 с.

УДК 641.561

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПИЩЕВЫЕ РЕСУРСЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОТЕИНОВЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ

Ю. О. Некрасова, О. Я. Мезенова

Калининградской государственной технической университет, г. Калининград, Россия

Питание играет важную роль при подготовке спортсменов, так как спортивные нагрузки – это большой расход энергии и нервно-психологическое напряжение. Обычный рацион питания не способен обеспечить потребности спортсменов, поэтому для этой группы людей используют обогащенные продукты и биологически активные добавки к пище.

Согласно ТР ТС 021/2011 «спортивное питание» или «пищевая продукция для питания спортсменов» относится к специализированной пищевой продукции заданного химического состава, повышенной пищевой ценности и (или) направленной эффективности, состоящей из комплекса продуктов или представленная их отдельными видами, которые оказывают специфическое влияние на повышение адаптивных возможностей человека к физическим и нервно-эмоциональным нагрузкам [1]. В настоящее время спортивное питание пользуется популярностью не только у профессиональных спортсменов, но у людей, ведущих активный и здоровый образ жизни, который становится востребованным трендом сегодняшнего дня [2].

Перспективным сырьем для получения гидролизатов является вторичное рыбное сырье. Это – головы, хребты, плавники и другие части рыб, остающиеся на рыбокомбинатах после выработки пищевой продукции. В Калининградской области изготавливается 75% консервов «Шпроты в масле», в процессе производства которых остается от 2-4 тонны голов копченой кильки ежедневно. Данное сырье является ценным источником натуральных и полноценных белка и жира, а также фосфора и кальция – основных минеральных компонентов опорного аппарата организма. Именно данные нутриенты являются основными в спортивном питании, которые рекомендуется дополнительно принимать в виде пищевых и биологически активных добавок [3].

В КГТУ на кафедре пищевой биотехнологии ведутся исследования по получению протеиновых добавок из данного вида сырья путем высокотемпературного гидротермолиза с дополнительным применением протеолитических ферментов. В результате такой технологии получается протеиновый гидролизат, который характеризуется повышенным содержанием протеинов (более 80%) в составе которых преобладают низкомолекулярные пептиды с молекулярной массой 5-10 кДа (60-70%). Такая пищевая добавка может быть использована в протеиновом спортивном питании в качестве источника аминокислот и активных пептидов, обладающих дополнительными анаболическими эффектами [3].

Для спортивного питания не менее важными являются углеводы и пищевые волокна [4]. Доступным источником данных веществ являются яблочный жмых – вторичное сырье производства соков прямого отжима. В нем содержится до 60% углеводов: глюкоза, фруктоза, в особенности много пищевых волокон – пектина, клетчатки, лигнина, гемицеллюлозы. Углеводы необходимы организму для замены гликогена, который в дальнейшем расходуется организмом, как источник энергии. Также яблочный жмых характеризуется богатым витаминно-минеральным составом, который включает витамины А, В1, В2, С, РР и полезные минеральные вещества в виде кальция, фосфора, железа [4].

Целью исследования являлась разработка технологии протеинового батончика для спортивного питания с применением вторичных пищевых ресурсов.

Основным сырьем в производстве батончиков для спортивного питания выступали протеиновые гидролизаты голов копченой кильки и биодобавки из переработанных яблочных выжимок. В качестве дополнительного сырья использовали куриные яйца, измельченный кедровый орех, семена льна и пищевую соль. Батончик изготавливали по следующей разработанной технологии [5]: прием вторичного яблочного сырья, протеинового

гидролизата и вспомогательных компонентов (кедровый орех, семена льна, соль пищевая, куриное яйцо); промывание и протирание яблочных выжимок; дробление кедрового ореха; смешивание компонентов; формование батончика-снека; подсушивание с последующим охлаждением; упаковывание, маркирование и реализация готовой продукции.

Разработанный протеиновый батончик имел следующие показатели качества (табл.1).

Таблица 1

Физико-химические показатели проектируемого батончика-снека, предназначенного для спортивного питания

Наименование показателя	Значение
Массовая доля белка, %	42
Массовая доля балластных веществ, %	16,8
Массовая доля углеводов (в пересчете на глюкозу?), %	11,6
Массовая доля жира, %	11,4
Содержание витамин С, мг	5
Кислотность (в пересчете на яблочную кислоту), %	0,2
Массовая доля поваренной соли, %	0,8
Массовая доля золы, %	8,5
Массовая доля воды, %	8,7

Для анализа органолептических показателей готового продукта были разработаны 5-балльные профилограммы, учитывающие внешний вид поверхности батончика, консистенцию, внешний вид на разрезе, цвет, запах и вкус (рис. 1).

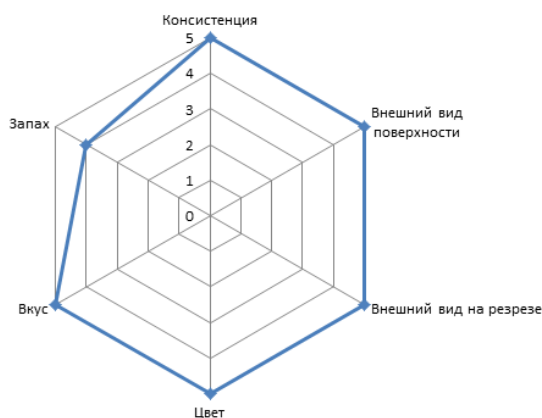


Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей протеинового батончика-снека

Разработанный продукт имел следующие органолептические характеристики: прямоугольная, плоская форма, без выпуклостей, поверхность чистая, без трещин и надрывов, цвет однородный, без видимых включений, светло-коричневый, запах выраженный, приятный, свойственный данному продукту, с характерными оттенками протеинового гидролизата и яблочного привкуса, без посторонних привкусов, сбалансированный, выраженный, солоноватый.

Для анализа вкуса и запаха были предложены профилограммы, учитывающие наличие оттенков различных пищевых добавок (кедрового ореха, яблочного жмыха, соли, семян льна, протеинового гидролизата). Результаты показали (рис. 2 и 3), что протеиновый батончик-снек имеет приятный, выраженный вкус с преобладанием оттенка внесенного протеинового гидролизата (шпротный привкус), сочетающийся с другими вкусовыми оттенками.

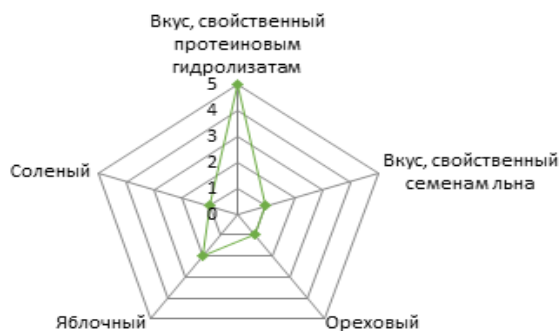


Рис. 2. Профилограмма вкуса протеинового батончика-снека

Результаты анализа запаха (рис. 3) показывают, что в протеиновом батончике преобладает аромат протеинового гидролизата (в данном случае, шпротный), сочетающийся с другими оттенками (ореховый, яблочный).



Рис. 3. Профилограмма запаха протеинового батончика-снека

С учетом состава и приятных органолептических свойств батончика его употребление рекомендуется спортсменам и людям, которые ведут активный и здоровый образ жизни, в качестве источника основных БАВ, необходимых для активной жизнедеятельности.

Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» № ТР ТС 021/2011. – 2012 [Электронный ресурс]. Дата обращения: 23.09.2020. – URL: https://sudact.ru/law/reshenie-soveta-evraziiskoi-ekonomicheskoi-komissii-ot-15062012_2/
2. Анализ современных тенденций в области производства продуктов питания для людей, ведущих активный образ жизни / Л.Г. Елисеева, Е.В. Крюкова, Л.В. Беркетова, Н.А. Грибова // Пищевая промышленность.-2017.-№1.- С. 16-19.
3. Обоснование рациональности параметром комплексной переработки вторичного сырья шпротных производств с применением метода высокотемпературного гидролиза / О.Я. Мезенова, Л.С. Байдалинова, Н.Ю. Мезенова [и др.] // Известия ТИНРО, Том 200. – 2020. - № 1. – С. 210 – 220.
4. Перфилова О.В. Яблочные выжимки как источник биологически активных веществ в технологии продуктов питания// Промышленная биотехнология, 2018. №3. С. 14-19.
5. Некрасова, Ю.О. Батончики-снеки для спортивного питания: маркетинговое исследование и технология/ Ю.О. Некрасова, О.Я. Мезенова// Вестник молодежной науки. – 2020. - № 3. – 8 с.

УДК 66.022.314

ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ МАЛЬТОДЕКСТРИНА И КОНЦЕНТРАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В МОЛОЧНОМ СЫРЬЕ

А. Л. Новокшанова, Н. О. Матвеева, К. А. Зайцев
Вологодская ГМХА, г. Вологда, Россия

Переработка молока вовлечена в производство специализированных пищевых продуктов для спортсменов, главным образом, как поставщик сырья для других отраслей пищевой промышленности. Однако технический потенциал молокоперерабатывающих предприятий также может быть реализован в производстве продуктов спортивного питания [1].

Еще один аспект пищевых продуктов для спортсменов, представленных на рынке России – преобладание импортных товаров. Это же самое можно сказать и об используемых ингредиентах для большинства специализированной пищевой продукции.

С учетом сказанного, создание отечественных специализированных пищевых продуктов для спортсменов на основе регионального молочного сырья и немолочных ингредиентов российских производителей, имеет большие перспективные возможности. В то же время в условиях имеющегося на многих предприятиях дефицита молочного сырья, актуальным остается вопрос более полной и комплексной переработки вторичного молочного сырья, которое обладает высокой пищевой ценностью и хорошей усвояемостью.

При этом изучение сочетания молочных и немолочных ингредиентов в различных пищевых системах представляет определенный научный и практический интерес.

Исследования проводили в рамках создания рецептуры продукта для спортивного питания. Наиболее востребованными в этой группе товаров являются продукты, сочетающие углеводы и белки.

Предметами исследования служили образцы концентрата сывороточных белков с массовой долей белка не менее 80 % (КСБ-УФ80) и образцы мальтодекстрина, отличающиеся степенью гидролиза: с массовой долей редуцирующих веществ 10,0-12,0 % и 18,0-20,0 %. Оба ингредиента производятся на предприятиях РФ. Из нормативной документации на эти виды сырья известно об их растворимости в воде. По данным производителей индекс растворимости КСБ-УФ80 равен 3 %, а оба вида мальтодекстрина полностью растворимы в воде, но данные о растворимости данных ингредиентов в других средах отсутствуют.

Теоретически на гидрофильные свойства гидроколлоидов: концентрата сывороточных белков и мальтодекстрина, могут повлиять многие факторы и, в первую очередь, такие физико-химические свойства растворителя, как концентрация сухих веществ, pH среды, наличие низкомолекулярных соединений и др.

Цель работы – изучение растворимости мальтодекстрина и КСБ-УФ80 в молочном сырье: пахте, творожной и восстановленной сыворотке.

Метод исследования растворимости – центрифугирование согласно стандарту [2]. Массовые доли жира, белка, лактозы, сухих веществ определяли инструментальным экспресс-методом с применением инфракрасного анализатора MilkoScan FT 120. Показатели сырья представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели молочного сырья

Молочное сырье	Массовая доля, %			
	жир	белок	лактоза	сухие вещества
Пахта	0,42±0,04	3,09±0,01	4,31±0,26	8,09±0,21
Сыворотка творожная	0,05±0,02	0,46±0,04	4,10±0,02	5,72±0,04
Сыворотка восстановленная подсырная	0,02±0,01	0,81±0,03	6,19±0,01	7,01±0,11

В опытных системах КСБ-УФ80 и мальтодекстрин вносили по отдельности в пахту, творожную сыворотку, восстановленную сыворотку. В контрольных вариантах КСБ-УФ80 и мальтодекстрины растворяли в дистиллированной воде.

К навескам ингредиентов массой 0,9 г приливали жидкую фазу объемом 5 см³ с температурой (70±5) °С, смеси тщательно перемешивали, растирая комочки, и доводили объем системы той же жидкой фазой до 10 см³. Пробы диспергировали, термостатировали при (70±5) °С в течение 5 минут, центрифугировали 5 минут со скоростью 1000 об/мин и сливали надосадочную жидкость. После декантирования пробы снова доводили той же жидкой фазой до объема 10 см³, центрифугировали в том же режиме, а затем измеряли объем осадка или убеждались в его отсутствии. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Растворимость КСБ-УФ80 и мальтодекстрина в разных растворителях

Ингредиент	Среда для растворения	Объем нерастворимого сырого осадка ингредиента, см ³
Мальтодекстрин (12)	Вода	0,0
Мальтодекстрин (20)	Вода	0,0
КСБ-УФ80	Вода	0,1-0,3
Мальтодекстрин (12)	Творожная сыворотка	0,0-0,0
Мальтодекстрин (20)	Творожная сыворотка	0,0-0,0
КСБ-УФ80	Творожная сыворотка	0,1-0,3
Мальтодекстрин (12)	Восстановленная сыворотка	0,0-0,0
Мальтодекстрин (20)	Восстановленная сыворотка	0,0-0,0
КСБ-УФ80	Восстановленная сыворотка	0,1-0,3
Мальтодекстрин (12)	Пахта	0,0
Мальтодекстрин (20)	Пахта	0,0
КСБ-УФ80	Пахта	0,0-0,1

Как видно из этих данных, мальтодекстрины, независимо от степени гидролиза гликозидных связей, полностью растворимы не только в воде, но и во всех испытываемых молочных средах. В условиях эксперимента, растворимость КСБ-УФ80 несколько лучше в опытных образцах пахты, чем в сыворотке. В образцах с водой, восстановленной и творожной сывороткой оставался нерастворимый остаток, объем которого позволяет говорить об индексе растворимости КСБ не более 3 %.

По данным исследования можно заключить о полной растворимости мальтодекстринов с декстрозными эквивалентами 12 и 20, как в пахте, так и в двух видах молочной сыворотки и о хорошей растворимости КСБ-УФ80 в исследуемом молочном сырье.

Планируется использовать оба гидроколлоида с целью придания функциональных и потребительских свойств продуктам спортивного питания.

Список литературы

1. Новокшанова, А.Л. Разработка научных принципов создания продуктов спортивного питания на основе молочного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Новокшанова Алла Львовна. – Москва, 2019. – 487 с.
2. ГОСТ Р ИСО 8156-2010. Молоко сухое и сухие молочные продукты. Определение индекса растворимости [Электронный ресурс]. М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/50/50542.shtml>. – Дата обращения: 25.09.2020.

УДК 664:351.773.139.2

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РЕЧНОЙ РЫБЫ

М. В. Осипова

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий
Новгород, Россия

Одним из перспективных направлений развития пищевой промышленности является переработка речной рыбы непосредственно в регионах вылова. Новгородская область является одним из регионов Российской Федерации отличающихся богатыми речными и рыбным ресурсами. По территории области протекает несколько больших и полноводных рек – Волхов, Мста, Шелонь и пр. В южной части области расположена сеть озер Валдайского национального заповедника, а в не посредственной близости от областного центра г. Великий Новгород одно из крупнейших озер в Северо-Западном регионе - озеро Ильмень.

Последние годы рыбодобытчики Новгородской области показывают стабильно высокие результаты по вылову рыбы. Объем пойманной рыбы составляет более двух с половиной тысяч тонн. Наибольший объем промысловой рыбы добывается в озере Ильмень – более полутора тысяч тонн. При этом объем добычи судака, как наиболее ценной промысловой рыбы региона, составляет свыше четырехсот тонн, что соответствует примерно 16% от общего объема выловленной рыбы.

С первых чисел апреля до начала июня в Новгородской области действует запрет на вылов судака, с первых чисел апреля до середины мая – запрет на вылов щуки. Это связано с нерестовым периодом рыбы. Для региона крайне важно сохранить биоресурсы, дать возможность ихтиофауне восстановить свою численность и популяцию. Все эти меры позволяют сохранять экологическую обстановку водных ресурсов Новгородской области на должном уровне.

В Новгородской области в настоящее время работает свыше сорока хозяйств, занимающихся промыслом речной рыбы. Большая часть этих хозяйств по итогам 2019 года показала увеличение рыбодобычи на 30-40%. При этом остро обозначилась проблема по комплексной переработке рыбы: существующих в регионе мощностей не хватает. В связи с этим, значительную часть выловленной речной рыбы хозяйства вынуждены отгружать для дальнейшей переработки в другие регионы страны.

Судак - одна из пресноводных рыб, относится к семейству окуневых, в приготовленном виде отличается отменным вкусом и ароматом, ценится за белое и нежное мясо без костей. В мясе судака содержится большое количество белка, аминокислот, витаминов и минеральных веществ. Также эта рыба ценится у рыбопереработчиков за относительную легкость при чистке и обработке.

Щука – одна из пресноводных рыб, относится к семейству щуковых. Взрослые особи отличаются большой массой. Мясо щуки признано диетическим, малокалорийным, содержит не значительное количество жира - 1-3%, большое количество белка – около 18%. Благодаря своим отменным качествам оно показано людям в целях профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, желудочно-кишечного тракта, в борьбе с ожирением.

Консервы из рыбы представляют собой предварительно обработанные, герметично упакованные и стерилизованные рыбопродукты. При этом для стерилизации подбираются щадящие режимы во избежание ухудшения вкусовых качеств и внешнего вида самой рыбы [1].

Технологический процесс приготовления консервов из рыбы начинается с этапа потрошения свежей, охлажденной или предварительно размороженной рыбы [2]. Далее проходит процесс разделки рыбы и порционирования на куски. В зависимости от рецептуры, рыбу подсаливают, осуществляют процессы жарки, бланширования или копчения. Подготовленную таким образом рыбу перекладывают в жестяную или стеклянную тару, добавляют специи и пряно-ароматические растения (черный перец горошком, лавровый лист

и пр.) и заливают различного вида заливками: томатной пастой, смесью томатной пасты и овощей, рыбным бульоном, растительным маслом [3]. Затем, подготовленные таким образом консервы закатываются крышками и подвергаются стерилизации во избежание микробиологической порчи, для уничтожения токсикогенной, патогенной и условно-патогенной микрофлоры, исключения бомбажа продукции. Стерилизация осуществляется методом автоклавирования с соблюдением специально подобранных температурно-временных режимов, зависящих, в том числе, от размера банок и типа консервов, условий хранения готовой продукции, согласно нормативно-технической документации [4]. Готовая продукция подвергается тщательному контролю, в т.ч. на целостность и герметичность упаковки.

В настоящее время актуальным является разработка новых продуктов - рыбных консервов в стеклянной таре из судака, щуки. Это поможет решить сразу несколько проблем. Одна из них - это расширение ассортимента для перерабатывающих предприятий, имеющих в своем арсенале оборудование для приготовления консервов в стекло-таре и ранее занимавшихся только переработкой мяса свиней, крупного рогатого скота и птицы. Другая – для потребителей со средним достатком и ниже среднего будет выгоднее приобретать консервы из рыбы с более низкой ценой, т.к. сырьем будет служить местная рыба, а не завезенная для переработки из соседних регионов, при этом предполагаемая стоимость консервов будет ниже.

Добыча и переработка судака и щуки в Новгородской области позволят комплексно решить проблему переработки речной рыбы.

Также еще одной известной проблемой современного общества является временной дефицит, в повседневной жизни для многих остро стоит проблема нехватки времени на приготовление пищи. Расширение ассортимента рыбных консервов позволит решить и эту проблему. Продукты можно будет потреблять сразу или достаточно будет их просто разогреть в микроволновой печи.

Также с учетом настоящих требований торговых сетей – консервы из рыбы в стеклянной или жестяной таре отличаются большими сроками годности [5]. Поэтому продукция будет пользоваться стабильным спросом у ее реализаторов.

Маркетинговые и социологические опросы показывают, что наибольшим спросом в Новгородской области среди покупателей пользуется продукция местных производителей. Особенно в сравнении с зарубежными аналогами. Считается, что местная продукция отличается лучшим вкусом, в ней больше пользы, т.к. для ее производства в переработку поступает самое свежее, а значит, и более качественное сырье.

Все выше перечисленное объективно показывает, на сколько значимой, перспективной и востребованной является в настоящее время именно комплексная переработка речной рыбы.

Список литературы

1. Технология производства рыбных консервов [Электронный ресурс] / Электрон.текст. дан.- Технологии производства URL: <http://proiz-teh.ru/rybnye-konservy.html#page>
2. Переработка и производство рыбной продукции: современные проблемы и перспективы их решения/ В. В. Батищев, Л.В. Антипова // Известия ВУЗов. Пищевая технология – 2002, № 5-6. – С. 9–11.
3. Функциональные продукты на основе рыбного фарша и овощей/ Л. В. Антипова, И.Н. Толпыгина, В. В. Батищев // Известия ВУЗов. Пищевая технология – 2003, № 1. – С. 32–34.
4. Владимцева, Т.М. Технология рыбы и рыбных продуктов. Методы определения качества рыбной продукции [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т.М. Владимцева; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019 – 105 с.
5. Потенциал рыбной промышленности и здоровья россиян/ В.В. Воробьев // Рыбное хоз-во. №1. - 2007. - с.21 -25.

УДК 663.86

ОБОГАЩЕНИЕ НАПИТКА БРОЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ОБЛЕПИХИ

Я. Э. Пазенко, О. Б. Иванченко

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

Антиоксиданты оказывают протекторный эффект на организм человека. Они защищают клетки от вредного воздействия свободных радикалов. Очень большая группа фенольных соединений, в том числе, полифенолы, – антиоксиданты. Полифенолы обладают противовоспалительным, антибактериальным и противовирусным эффектом, препятствуют образованию тромбов. Самое высокое содержание полифенолов встречается в кожуре плодов, которые являются главными источниками данных веществ. Добавляя сок ягод и фруктов в напитки, можно разработать функциональные напитки или обогатить их полезными для организма человека фенольными соединениями. Одним из источников полифенольных соединений являются ягоды облепихи. Добавление полифенольных соединений в квас с использованием ягод облепихи позволит создать полезный для человека функциональный напиток [1,2]. Целью данного исследования являлась разработка рецептуры кваса, обогащенного компонентами облепихи.

Методы исследования. В ходе работы было использовано квасное сусло, приготовленное из концентрированного квасного сусла (ККС) из расчета. 70% ККС использовали в процессе брожения, а оставшиеся 30% добавляли при купажировании кваса. В процессе купажирования в сброженное квасное сусло также вносили оставшийся сахар в виде сахарного сиропа, тщательно перемешивали. Для обогащения напитка сок облепихи вносили перед процессом брожения. В работе исследовали три образца напитка. Контрольный – образец 1, который приготовлен без добавления сока облепихи, образец 2 – с содержанием сока облепихи в квасном сусле облепихи в количестве 6 см³ на 300 см³ (2%), образец 3 – с содержанием в квасном сусле сока облепихи в количестве 3 см³ на 300 см³ кваса (1%). Долю сухих веществ определяли рефрактометрическим методом согласно ГОСТ 6687.2-90 [3]. Общую кислотность определяли согласно ГОСТ 6687.4-86 [4]. Массовую долю этилового спирта определяли на анализаторе спиртосодержащих напитков «Колос-2». Количество полифенольных соединений определяли методом Фолина-Чокальтеу спектрофотометрически и с использованием калибровочного графика (через определение содержания хлорогеновой кислоты). Проводили дегустационную оценку полученного напитка с участием 10 человек.

Результаты. Сначала было исследовано содержание фенольных соединений в облепихе замороженной. Далее была разработана рецептура и технология приготовления кваса, обогащенного соком облепихи. Среднее значение содержания полифенольных соединений в ягодах облепихи составило 0,98±0,18 мг/г. Был приготовлен квас трех образцов: контрольный (образец 1), образец 2 (2% содержания сока облепихи) и образец 3 (1% содержания сока облепихи). Результаты исследований снижения содержания сухих веществ в ходе и после брожения и купажирования приведены на рисунке 1.

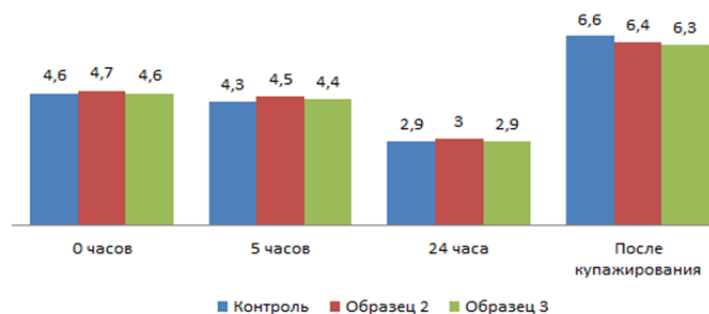


Рис. 1. Содержание сухих веществ по времени брожения, %

Согласно требованиям ГОСТ кислотность квасного напитка должна оставлять 1,5 – 7 к.ед. [5]. Полученные результаты приведены на рисунке 2.

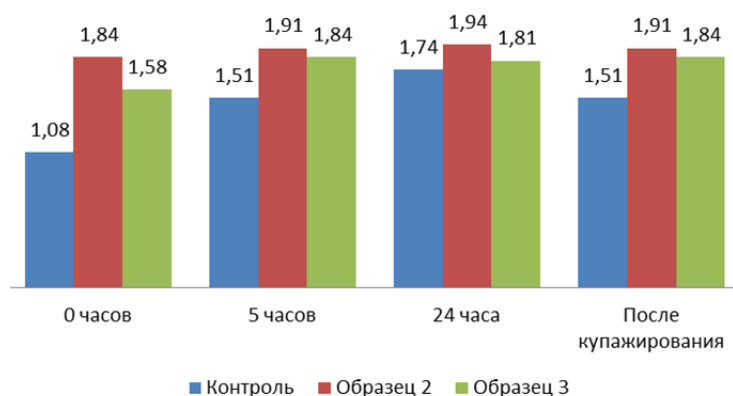


Рис. 2. Показатели кислотности кваса по времени брожения, см³

Одним из важных показателей является содержание этилового спирта, которое, исходя из нормативной документации, не должно превышать более 1,2% (рис. 3).

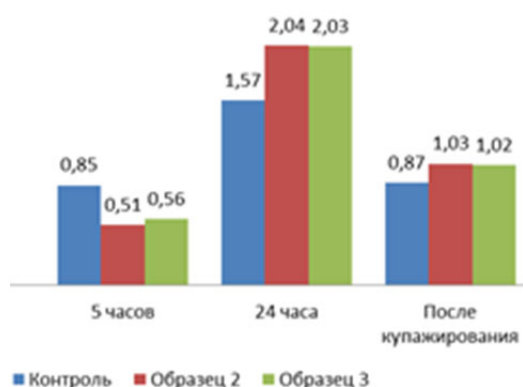


Рис. 3. Содержание спирта в квасе по времени брожения, %

Содержание фенольных соединений в готовом напитке представлено в таблице 1.

Таблица 1

Содержание фенольных соединений в квасе

Образец	Концентрация облепихового сока	Среднее содержание фенольных соединений, мг/мл
Контроль	-	1,17±0,04
Квас с соком облепихи	1%	3,52±0,09
	2%	4,88±0,09

С целью обогащения напитка полезными компонентами облепихи, а тем более в стремлении сделать его функциональным, необходимо добавить как можно большее количество облепихи. Проведение дегустации – один из главных показателей при разработке новых напитков. Именно органолептические показатели обуславливают спрос продукта в торговой сети. Органолептические показатели оценивали по 5-бальной шкале, где 5 – максимальная оценка признака. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Органолептические показатели кваса

Показатели	Оценка, баллы		
	Образец 2 (2%)	Образец 3 (1%)	Контроль
Цвет, внешний вид	5	5	5
Полнота вкуса	3	4	3
Насыщение CO ₂	4	3	4
Отсутствие дрожжевого тона	5	5	4
Присутствие хлебного тона	3	3	3
Отсутствие горечи	5	5	5
Вкус облепихи	3 облепиха перебивает вкус кваса	5 легкий вкус облепихи	-
Сладость	3	3	4
Кислотность	5	5	3
Заключение по дегустации	«Удовлетворительно»	«Отлично»	«Хорошо»

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проанализировано содержание фенольных соединений в ягодах облепихи. В замороженных ягодах оно составляет, в среднем, $0,98 \pm 0,18$ мг/г.

2. По физико-химическим показателям, Образцы 2 и 3 соответствуют нормативам ГОСТ 31494-2012. По результатам дегустационной оценки выявлено, что наиболее гармоничным напитком является образец с добавлением сока облепихи в концентрации 1 %, и в готовом напитке содержание фенольных соединений составляет $3,52 \pm 0,09$ мг/мл.

Так, с учетом более приятных вкусовых качеств, несмотря на то, что содержание облепихового сока в исследуемом образце меньше, был выбран исследуемый образец 3 с содержанием облепихи 1%.

Список литературы

1. Иванченко О.Б., Проскурякова Т.В. Продукты для здорового питания – основа инноваций в питании населения // В сборнике: Инновационные технологии в сервисе. Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. Под ред. А.Е. Карлика. – 2015. – С. 341–343.

2. Филиппова А.А., Иванченко О.Б., Хабибуллин Р.Э. Исследование свойств напитка брожения «Облепиховый» на основе меда // Вестник КНИТУ. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 173–176.

3. ГОСТ 6687.2-90. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ. М. : Стандартинформ, 2002. – С. 4–5.

4. ГОСТ 6687.4-86. Напитки безалкогольные, квасы и сиропы. Методы определения кислотности. М. : Стандартинформ, 1986. – С. 1–3.

5. ГОСТ 31494-2012. Квасы. Общие технические условия. [Электронный ресурс]. М. Стандартинформ, 2014. – 3 с. – Режим доступа: <https://www.internet-law.ru/gosts/gost/52590/>. – Дата обращения: 13.09.2020.

УДК 577.2

ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ НА ОСНОВЕ БРОМЕЛИНА И ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ РАЗЛИЧНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ: ДИНАМИКА УСТОЙЧИВОСТИ

С. М. Панкова***, М. Г. Холявка****, В. Г. Артюхов*

* Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

** Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

*** Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

Разработка биокатализаторов на основе ферментов является актуальным направлением исследований в области молекулярной биологии. За счет возможности молекул белка специфически связываться со многими видами носителей данное направление широко обсуждается в медицине, фармацевтике, косметологии.

Протеазы выполняют высокоспецифичные и селективные модификации белков, такие как активация зимогенных форм ферментов путем ограниченного протеолиза, свертывание крови и лизис фибриновых сгустков, процессинг и транспорт секреторных белков через мембраны.

Бромелин (КФ 3.4.22.4) представляет собой эндопептидазу, выделяемую из *Ananas comosus*, он является одноцепочечным гликозилированным ферментом [1, 2]. Оптимальный диапазон pH составляет 6-7, оптимальный диапазон температур – 50-60 °С, диапазон молекулярной массы - 26-28 кДа [3]. Молекула фермента включает типичную «папаиноподобную» складку, состоящую из двух доменов, разделенных бороздкой, содержащей активный центр из Cys26 и His159 и два дисульфидных мостика (Cys23-Cys63 и Cys57- Cys96) [4]. Бромелин ингибирует агрегацию тромбоцитов, блокирует рост раковых клеток, обладает противовоспалительным, фибринолитическим иммуномодулирующим действием [5-7].

Гиалуроновая кислота или гиалуронат – органическое соединение, относящееся к группе несulfатированных глюкозаминогликанов. Данное соединение представляет собой анионный линейный полисахарид с молекулярной массой, зависящей от способа её получения [8]. Установлено, что препараты гиалуроновой кислоты способствуют снижению концентрации пародонтопатогенных микроорганизмов в области послеоперационной раны даже при первичном бактериальном загрязнении (операции на пародонте), что оптимизирует заживление послеоперационных ран и снижает количество осложнений [9].

Целью исследования явилось изучение низкомолекулярной (300 кДа), средномолекулярной (500 кДа) и высокомолекулярной (800 кДа) гиалуроновой кислоты как стабилизатора жидкого ферментного препарата на основе бромелина.

В качестве объекта исследования был выбран бромелин фирмы «Sigma-Aldrich» (США), субстратом для гидролиза служил азоказеин фирмы «Sigma-Aldrich». В качестве стабилизирующих агентов применяли три вида гиалуроновой кислоты (ООО «Лаборатория Гиалика») с молекулярной массой 300 (НМГК), 500 (СМГК) и 800 (ВМГК) кДа.

Стабилизацию бромелина осуществляли путем растворения его навески массой 10 мг в 2 мл водного раствора гиалуроновой кислоты в концентрации 1.5 % с последующим перемешиванием при комнатной температуре.

Посев на плотную питательную среду проводили методом «газона». Бактерии были выращены в соответствии с ISO 11133-1-2011. Определение количества жизнеспособных клеток осуществляли путем посева на питательные среды (чашечный метод Коха). При расчете количества клеток микроорганизмов в 1 мл исходной суспензии сопоставляли результаты посевов из одного и того же разведения и определяли среднее количество колоний для данного разведения. Согласно ASTM D5465-93 (2012) (Российский государственный стандарт 26670-91) были рассмотрены чашки Петри с числом КОЕ от 30 до

300. При оценке степени микробного загрязнения образцов рассматривали значения от 10-15 КОЕ, так как это допустимый микробный фон для воздуха и воды.

В ходе наших исследований было выявлено, что наибольшее число колоний на 21 день инкубации в холодильнике оказалось у бромелина в растворе 0.05 М трис-НСl буфера с рН 7.5 (10 КОЕ/мл). У бромелина в буфере трис-НСl и в растворе низкомолекулярной гиалуроновой кислоты при комнатной температуре резкое возрастание количества колоний происходит на 3 день инкубации (30 и 35 КОЕ/мл соответственно). На 7, 14, 21 день наибольшая бактериальная загрязненность наблюдается у препаратов бромелина в буфере и в растворе низкомолекулярной гиалуроновой кислоты: 80 и 79 КОЕ/мл соответственно. У проб, прошедших инкубацию при 4 °С, на 21 день было меньшее микробное число (7-10 КОЕ/мл), чем у образцов после инкубации при 25 °С (30-80 КОЕ/мл).

Исходя из изложенного выше, можно сделать вывод о том, что препарат на основе бромелина и гиалуроновой кислоты различной молекулярной массы устойчив к бактериальному загрязнению при хранении при 4 °С в течение 21 суток. Таким образом, специфическое взаимодействие гиалуроновой кислоты с бромелином увеличивает срок хранения препарата и, вероятно, усиливает антибактериальный эффект.

Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта РФФИ 19-34-50042 мол. нр, а также в форме гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук МД-1982.2020.4, соглашение 075-15-2020-325.

Список литературы

1. Smith-Marshall J., Golden K.D. // Journal of Scientific Research. – 2012. – Vol. 4. – pp. 445–456.
2. Tochi B.N., Wang Z., Xu S.Y., Zhang W. // Journal of Nutrition. – 2008. – Vol. 7. – pp. 513–520.
3. Gautam S.S., Mishra S.K., Dash V., Goyal A.K., Rath G. // Thai Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2010. – Vol. 34. – pp. 67–76.
4. Ataide J.A., Gérios E.F., Mazzola P.G. Bromelain-loaded nanoparticles: A comprehensive review of the state of the art // Advances in Colloid and Interface Science. – 2018. – Vol. 254. – pp. 48–55.
5. Chang T. C., Wei P. L., Makondi P. T., Chen W. T., Huang C. Y., Chang Y. J. Bromelain inhibits the ability of colorectal cancer cells to proliferate via activation of ROS production and autophagy. // PLoS One. – 2019. – Vol.14. – №1. – pp. 1–18.
6. Amini N., Setiasih S., Handayani S., Hudiyo S., Saepudin E. Potential antibacterial activity of partial purified bromelain from pineapple core extracts using acetone and ammonium sulphate against dental caries-causing bacteria // Proceedings of the 3rd International Symposium on Current Progress in Mathematics and Sciences. 2018. – Vol.2023 – p. 020071.
7. Debnatha R., Chatterjee N., Das S., Mishra S., Bosed D., Banerjee S., Das S., Sahad K.D., Ghoshe D., Maitia D. Bromelain with peroxidase from pineapple are more potent to target leukemia growth inhibition- A comparison with only bromelain // Toxicology in Vitro. – 2019. – Vol. 55. – pp. 24–32.
8. Новикова Р.В., Сазанов А.В., Козвонин В.А., Товстик Е.В. Биотехнологические аспекты экстракции гиалуроновой кислоты из вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности // Вестник современных исследований. – 2019. – №1.2(28) – С.55–57.
9. Ушаков Р.В., Царев В.Н., Ушаков А.Р., Дьяконова Д.С. Профилактика послеоперационных осложнений в хирургии пародонта с применением препаратов гиалуроновой кислоты. // Возможности стоматологии сегодня. – 2013. – №1. – С. 38–40.

УДК 637.5

ОРГАНИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ – НОВЫЙ ТРЕНД В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И. С. Патракова, С. А. Серегин, М. В. Патшина
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Большинство экологических проблем, с которыми приходится сталкиваться человечеству, связаны с отсутствием устойчивых моделей потребления и образа жизни. Устойчивость в этом контексте понимается как шаблон потребления, который соответствует потребностям современного поколения без ущерба для последующих поколений. Особое место в ряду потребностей человека занимают продукты питания. В современной пищевой цепочке прослеживается дефицит продуктов питания, использование ГМО, использование пестицидов и антибиотиков в сельском хозяйстве. В связи с этим все большим спросом среди потребителей пользуются продукты питания категории «organic food». Данный термин чаще всего переводится как «экологически чистые продукты» или «органические продукты».

Согласно действующему международному законодательству органическое производство должно сочетать в себе лучшие природоохранные практики, основанные на сохранении природных ресурсов без использования пестицидов, добавок и удобрений, гуманное отношение к животным, без применения методов генной инженерии, а также полный контроль производства и процедуру сертификации. [1]

Благодаря знаниям о рисках для здоровья человека и необходимости защиты окружающей среды, органическое производство демонстрирует тенденцию к увеличению. Органическое сельское хозяйство защищает природную среду и является перспективным видом деятельности в экономике, поскольку способствует оптимальному использованию ресурсов, развитию сельских районов и деревень, устойчивому экспорту, экономическому росту и повышению уровня жизни. Рынок и спрос на органические продукты постоянно растут, и площади под этим производством увеличиваются день ото дня. По данным экспертов рынок органических продуктов стабильно растет. Основная доля органической продукции реализуется в развитых странах. Мировыми лидерами по площадям, занятым под органическое производство, являются Австралия, Аргентина и США. Крупнейшие мировые рынки органической продукции находятся в США, Германии, Франции, Великобритании, Канаде, Японии и Швейцарии [2,3]. Ведущими сегментами органической продукции на мировом рынке являются: фрукты и овощи, хлеб и крупы, напитки, молоко и мясо. Такая же тенденция наблюдается и на отечественном рынке органической продукции, где на долю хлебобулочных изделий и круп приходится 23%, овощей, фруктов и напитков – 22%, молочных продуктов 13% и мясных продуктов 11% [4].

Производство органических мясных продуктов должно базироваться на принципах органического животноводства и переработки мяса. Органическое животноводство предполагает свободный выгул животных, неограниченный доступ к пастбищам, выгул по открытым небом и питание только органическими кормами без использования ГМО, антибиотиков, гормонов роста. [5].

Переработка органического мяса должна гарантировать только естественную обработку сырья, позволяющую сохранить максимальное количество макро- и микронутриентов. В процессе переработки допускается использование механических, физических и биологических методов, позволяющих на протяжении всего технологического цикла сохранить количество и качество жизненно важных органических компонентов. Применяемые методы обработки сырья должны гарантировать использование ограниченного количества добавок и вспомогательных средств обработки, а именно усилителей вкуса и аромата, искусственных консервантов и стабилизаторов

Для упаковки органических продуктов, в том числе мясных, следует использовать экологически чистые упаковочные материалы, которые не оказывают отрицательного влияния на окружающую среду. Такие материалы должны быть биоразлагаемыми, или подлежащими повторной переработке. Важным условием реализации органических

продуктов является этап маркировки. Маркировка должна содержать четкую и точную информацию об органическом статусе продукта.

Российский рынок органических продуктов согласно статистическим данным заполнен только на 2% и обладает потенциалом для роста, благодаря большому количеству неиспользуемых земель, наличию фермерских хозяйств, производящих экологически чистые продукты, но не имеющих сертификации и др. Это подтверждается стабильным ростом рынка на 8-10% в год начиная с 2017 года, увеличением сертифицированных под органическое сельское хозяйство земель до 390 тыс. га и свыше 90 сертифицированных органических сельскохозяйственных производителей [6].

До недавнего времени в России термин «органический продукт» использовался как рекламный ход, поскольку отсутствовала соответствующая нормативно-правовая база. С 1 января 2020 года вступил в силу Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который регулирует вопросы, связанные с производством, хранением, транспортировкой, маркировкой и реализацией данной продукции. Наряду с этим в стране действует ряд стандартов регламентирующих производство, идентификацию и сертификацию органической продукции.

Согласно ГОСТ Р 56104-2014 органический пищевой продукт – это продукт в натуральном или переработанном виде, произведенный из сырья растительного и животного происхождения, выращенного в зонах для ведения органического сельскохозяйственного производства, а также лесная, пчело- и рыбопродукция, выращенная, произведенная, переработанная, сертифицированная, этикетированная, сохраненная и реализуемая в соответствии с правилами органического производства, предназначенная для потребления в пищу в переработанном или непереработанном виде. В отношении переработанных органических продуктов стандартом вводится ограничение на содержание органического сырья, которое составляет не менее 95%. [7].

Разработка и принятие законодательной является важным шагом в создании российского экокластера, ключевым звеном которого будут являться фермерские хозяйства, занимающиеся производством сельскохозяйственной продукции. Для потребителя появление на ранке органических продуктов с гарантированным отсутствием антибиотиков, пестицидов, консервантов и т.д. позволит формировать рацион питания с учетом принципов здорового питания и, в целом, образа жизни.

Список литературы

- 1 Регламент совета (ЕС) № 834/2007. Об экологическом производстве и маркировке экологической продукции и о прекращении действия Регламента ЕЭС № 2092/91. Введен. 28 июня 2007. - Официальный вестник Европейского Союза L 189/1 от 20 июля 2007 г. –Режим доступа: <http://rosorganic.ru/files/reglament-834-2007.pdf>
- 2 Golijan, J. Global organic food market/ Golijan, Jelena & Dimitrijević, Bojan. // Acta agriculturae Serbica.- 2018 -. 23. – p.125-140. DOI:10.5937 / AASer1846125G
- 3 Willer, Helga; Kilcher, Lukas (2012): The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2012. Frick: FiBL - Forschungsinst. für Biologischen Landbau [u.a.].
- 4 Органический рынок России в 2020 г. Режим доступа: [RosOrganic.ru>files/Analiz_organic RF 2020 г.pdf](http://RosOrganic.ru/files/Analiz_organic_RF_2020_g.pdf)
- 5 Organic ingredients. Organic meat. Режим доступа: <http://www.eu-organic-food.eu/en/products/organic-ingredients/organic-meat/>
- 6 Анализ российского рынка органических продуктов: итоги 2018, прогноз до 2021 г.. Аналитический отчет . Neoanalytics, 13 мая 2019.- с.75. Режим доступа: <https://marketing.rbc.ru/articles/10851/>
- 7 ГОСТ Р 56104-2014 Продукты пищевые органические. - Введ 2015-03-01.- М.: М.: Стандартинформ, 2018

УДК 637.522

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБПРОДУКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

А. С. Петрова

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, г. Великий
Новгород, Россия

Мясные товары являются продовольственными товарами животного происхождения. Именно эта группа товаров обеспечивает население полноценными белками, содержащими весь комплекс незаменимых аминокислот в оптимальном соотношении.

Наиболее потребляемым сегментом рынка мясных товаров являются мясные полуфабрикаты, что легко объясняется изменением образа жизни современного человека – данная категория продуктов позволяет сократить время на приготовление пищи без снижения пищевой полноценности рациона. В настоящее время в соответствии с принятой Государственной Программой развития здорового питания населения страны одной из основных задач мясной промышленности является обеспечение продуктами питания не только повседневного спроса, но и профилактического назначения. При этом необходимо учитывать специфику сырьевого обеспечения мясной промышленности. В условиях импортозамещения важно максимально эффективно и результативно использовать все имеющиеся запасы животного белка [1].

Одним из перспективных направлений развития сырьевой базы мясной промышленности можно назвать использование субпродуктов при разработке новых пищевых продуктов профилактического назначения. Отечественной мясной промышленностью такое сырье используется, в основном, при производстве ливерных колбас, паштетов, кровяных колбас и некоторых других продуктов. Широко распространено производство мясных продуктов с использованием субпродуктов за рубежом [2;3].

Свиное сердце относится к субпродуктам первой категории с деликатесно-лечебными свойствами. Помимо того, что данный субпродукт содержит большое количество полноценного белка, в нем содержатся витамины группы В, витамины С, Е, РР, множество микро- и макроэлементов. Проанализированы данные химического состава сердца свиного для диетопрофилактики и диетотерапии сердечно-сосудистых заболеваний [4].

Целью данного исследования являлось теоретически и экспериментально обосновать возможность использования сердца свиного в качестве сырья при производстве мясных полуфабрикатов с сохранением органолептических свойств и биологической ценности белков продукта.

Объектами исследования являлись колбаски мясные производства ИП “Надежда” (Ленинградская область, Ломоносовский район, д. Разбегаево) по ГОСТ 32951-2014; сердце свиное по ГОСТ 32244-2013; образцы готового продукта. Для экспериментальных исследований было подготовлено три образца продукта – колбасок мясных с добавлением сердца свиного (взамен говядины жилованной) в количестве 30 и 40% от массы мясного сырья. В качестве контрольного образца была взята рецептура колбасок мясных без добавления сердца, используемая на предприятии. Рецептура образцов представлена в таблице 1.

Оценку органолептических показателей образцов проводили по 5-балльной шкале с участием 12 независимых участников на кафедре технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции НовГУ им. Ярослава Мудрого (г. Великий Новгород). По результатам оценки образцов (согласно ГОСТ 9959-2015 Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки) выявились следующие результаты. В образцах с добавлением сердца свиного в количестве 30% не выявлено отрицательного влияния ингредиента на исследуемые показатели (внешний вид, цвет и состояние поверхности, запах (аромат), консистенцию, вкус и сочность).

Таблица 1

Рецептура образцов колбасок мясных с добавлением сердца свиного

Наименование сырья	Норма расхода, кг на 100 кг		
	контрольный образец – без добавления сердца	1 образец 30% сердца	2 образец 40% сердца
Свинина жилованная полужирная с массовой долей жировой ткани от 30% до 50%	55	55	45
Говядина жилованная высшего сорта с массовой долей соединительной и жировой тканей не более 20%	30	-	-
Сердце свиное	-	30	40
Шпик колбасный (хребтовой и боковой)	15	15	15
Итого: 100 кг			
<i>Пряности и материалы, кг на 100 кг несоленого сырья</i>			
Нитритно-посолочная смесь	1,5	1,5	1,5
Перец черный	0,2	0,2	0,2
Итого: 101,7 кг			

Средняя сумма баллов дегустационной оценки контрольного образца составила 4,7; образца с добавлением сердца в количестве 30% - 4,55. Образец с внесением 40% сердца получил оценку дегустаторов 4,0 баллов. При увеличении доли внесения сердца изменилась консистенция продукта – продукт стал менее упругим, кроме того, появился привкус субпродуктов. Таким образом, данный образец не принимал участие дальнейших исследований.

В ходе последующих исследований определялось содержание белка в представленных образцах продукта с использованием спектрофотометрического метода согласно ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Массовая доля белка в образцах колбасок мясных

№ образца	Массовая доля белка, %
Контрольный образец – без добавления сердца	17,1±0,2
Образец с добавлением 30% свиного сердца	16,3±0,1

В результате определения массовой доли белка в образцах продукта установлено, что содержание белка в контрольном образце продукта и в образце с заменой говядины в рецептуре на сердце свиное составило 17,1 и 16,3 % соответственно. Уменьшение содержания белка при замене мясного сырья (говядины) на субпродукты (сердце свиное) объясняется меньшим содержанием белка в сердце. Однако, в предлагаемом продукте содержание белка понизилось незначительно (понижение составило 5%).

Согласно МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», физиологическая потребность в белке для взрослого населения составляет в среднем 80 г/сут. С учетом, что рекомендуемая в суточном рационе доля белков животного происхождения от общего их количества для взрослых составляет 50% (т.е. в среднем 40 г/сут.), употребление

100 г «колбасок мясных» с использованием в рецептуре говядины, позволит удовлетворить суточную потребность в животном белке в среднем на 21,4%, а при замене говядины на свиное сердце данная потребность будет удовлетворена на 20,4%.

Биологическая ценность белков продукта проводилась путем оценки аминокислотного состава белков говядины и сердца свиного и аминокислотного сора. Аминокислотный состав мясных компонентов рецептуры представлен на рисунке 1.

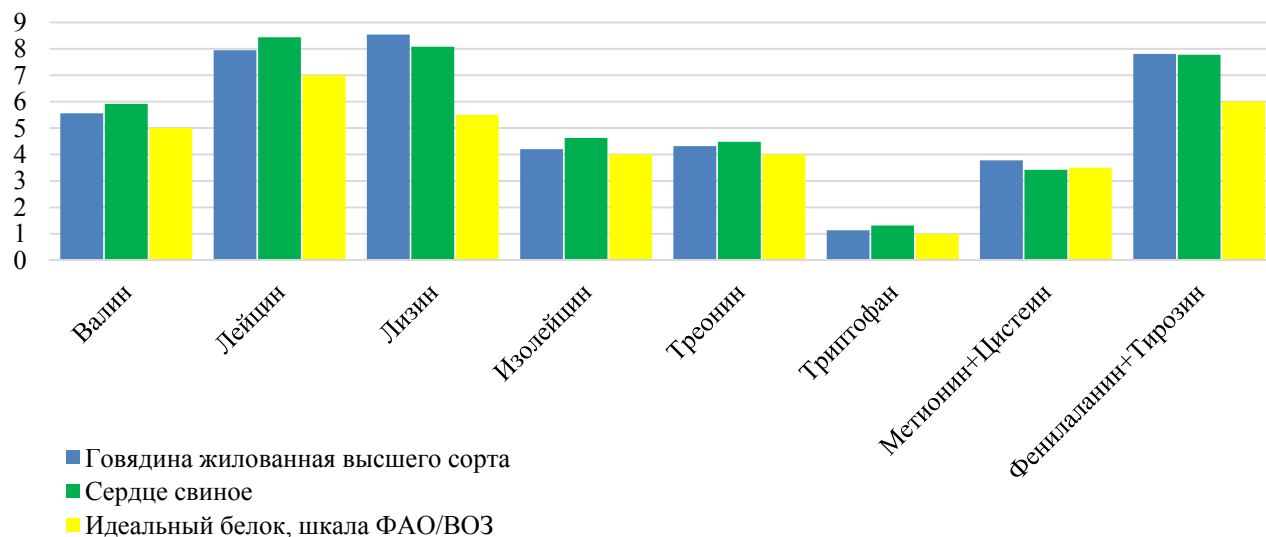


Рис. 1. Аминокислотный состав мясного сырья (г / 100 г белка)

В результате проведенных исследований показана целесообразность замены говядины в рецептуре мясных колбасок на сердце свиное. По органолептическим показателям образец с добавлением 30% сердца получил достаточно высокую оценку дегустационной комиссии. Дальнейшее увеличение вносимого субпродукта привело к дефектам консистенции и появлению в продукте чрезмерно навязчивого привкуса сердца.

Снижение общего количества белка в колбасках составило 5% по причине меньшего его содержания в сырье - сердце свином (в котором содержится около 15% белка) относительно говядины (около 18% белка). В результате определения биологической ценности белков исследуемого продукта обнаружено, что замена говядины в рецептуре колбасок на сердце свиное не оказывает негативного воздействия на данный показатель, поскольку аминокислотный скор практически всех незаменимых аминокислот составил больше 1. В этой связи обоснованная доза внесения сердца свиного при производстве колбасок мясных позволяет получить продукт с высокими органолептическими свойствами при практически идентичной биологической ценности.

Список литературы

1. Influence of the new multicomponent brine on the quality characteristics of the boiled horse meat product / N. I. Gombozhapova, B. A. Bazhenova, S. Yu. Leskova [etc] // Foods and Raw Materials.. – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 11-19.
2. Технология и оценка качества ливерной колбасы "Традиционная", произведенной на малом предприятии / Г. В. Чебакова, М. З. Нафонов // Вестник КРАСГАУ. – 2018. – С. 185-190.
3. Использование субпродуктов в России и за рубежом / Л. И. Лебедева, В. В. Насонова, М.И. Вережкина // Все о мясе. – 2016. – № 5. – С. 8-13.
4. Биологическая ценность фаршевых консервов специализированного назначения / Н. М. Гладких, Л. В. Федулова / Все о мясе. - 2017. - № 3. - С. 28-31.

УДК 614.31:637.5

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ АНТИБИОТИКОВ ТЕТРАЦИКЛИНОВОЙ ГРУППЫ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Т. В. Подлегаева, О. С. Чаплыгина

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Получение безопасной продукции в современном мире является одной из важных задач современного человечества. С развитием научно-технического прогресса и появлением новых возможностей учеными разрабатываются усовершенствованные подходы к применению различных биологически активных веществ, в том числе противомикробных средств.

Антибиотики в современных условиях незаменимое средство, прежде всего, в качестве лечебных и профилактических препаратов в сельском хозяйстве и животноводстве и отказ от их использования пока не представляется возможным. Данные препараты начали использовать сразу же после их открытия, поскольку они характеризовались рядом достоинств: требовалось небольшое количество для видимого эффекта, они обладали большим масштабом антимикробного действия, имели низкую токсичность.

Однако помимо использования в вышеуказанных целях противомикробные средства используются сегодня для увеличения мышечной массы и ускорения роста животных. Еще в 40-х годах прошлого века исследования ученых показали, что постоянное включение бактерий в рацион животных и птицы даже в небольших количествах способно повысить интенсивность роста животных и птицы до 30 %. В современных условиях применение антибиотиков позволяет повысить этот показатель до 50 %.

Несмотря на очевидную необходимость применения антибиотиков, ученые обеспокоены негативными последствиями нерегулируемого и неконтролируемого их использования. Доказано, что резистентность к антибиотикам возникает как у животного, так и передается человеку, который употребляет в пищу продукты, содержащие остаточные их количества. Данная проблема ставит задачу замены одних антибиотиков другими или поиска все новых антибиотических веществ.

В настоящее время из около 3000 известных антибиотиков лишь около 100 находят применение в медицинской и ветеринарной практике. Антибиотики тетрациклиновой группы одни из наиболее распространенных ветеринарных антибиотиков, используемых в животноводстве благодаря широкому спектру действия против микроорганизмов, низкой стоимости. Тетрациклины активно используют во многих странах мира для профилактики и лечения сельскохозяйственных животных [1].

Тетрациклины являются сильными лекарственными средствами, вызывающими возникновение устойчивой резистентности к антибиотикам. Препараты данной группы в пищевых продуктах или окружающей среде представляют определенный риск для здоровья человека, они могут вызывать ряд серьезных заболеваний, среди которых, заболевания центральной нервной системы, заболевания печени, аллергические реакции, дисбактериозы, заболевания органов пищеварительной системы и кожи и др.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» нормирует содержание тетрациклинов в пищевых продуктах не более 0,01 мг/кг.

Существует несколько методов определения тетрациклинов в продуктах питания. Наиболее распространенными являются хроматографические методы и методы иммунохимического анализа [2].

Хроматографические методы, в частности метод высокоэффективной жидкостной хроматографии, являются эффективным методом разделения сложных смесей веществ и позволяют определять одновременно большое количество антибиотиков [3].

Иммунохимические методы отличаются простотой выполнения, быстротой, возможностью автоматизации и использования для одновременного определения большого количества анализов, высокой чувствительностью и селективностью.

В ходе работы были проведены исследования нескольких образцов продуктов питания с использованием метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС/МС) и методом иммуноферментного анализа (ИФА) на содержание остаточного количества антибиотиков тетрациклиновой группы [4,5]. Исследования проводили на образцах продукции, полученной из хозяйств Кемеровской области в период май-август 2020 года. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание тетрациклинов в пищевой продукции

Объект исследования	Метод исследования	Количество проб для исследования	Количество положительных проб
Мышечная ткань говядины	ВЭЖХ-МС/МС	4	1 (окситетрациклин)
Мышечная ткань цыпленка-бройлера	ВЭЖХ-МС/МС	5	0
печень цыпленка-бройлера	ВЭЖХ-МС/МС	7	1 (доксидоксиклин)
Молоко	ИФА	8	0
Мед	ИФА	6	0

Результаты показали, что в основном ситуация по загрязнению антибиотиками пищевой продукции полученных образцов благоприятная. Однако тот факт, что все-таки препараты данной группы даже в незначительном количестве были обнаружены в продукции, говорит о несоблюдении и нарушении правил при их использовании.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ при государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4)

Список литературы

1. Monitoring of pharmacologically active substances in milk in the european union/ Bilandžić N., Varenina I., Kolanović B.S., Luburić D.B// Veterinarska Stanica. – 2020. – Т.51. - №1. – С.19-31.
2. Кальницкая О.И. Ветеринарно-санитарный контроль остаточных количеств антибиотиков в сырье и продуктах животного происхождения: автореф. дис. докт. тех. наук: 16.00.06 / Кальницкая Оксана Ивановна. - М. - 2008. - 44 с.
3. Использование метода ВЭЖХ-МС/МС для определения остаточного количества метаболитов нитрофуранов в мясной продукции/ О.С.Чаплыгина, Т.В.Подлегаева, Л.А.Остроумов, Ю.В.Голубцова// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2020. – Т.9, №3. – С.116-121.
4. ГОСТ 31694-2012. Продукты пищевые, продовольственное сырье. Метод определения остаточного содержания антибиотиков тетрациклиновой группы с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором (с Изменением N 1, с Поправками) [Электронный ресурс]. М. :Стандартинформ, 2013. – 21 с. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200096573>
5. ГОСТ Р 53774-2010 Молоко и молочные продукты. Иммуноферментные методы определения наличия антибиотиков (с Изменением N 1). [Электронный ресурс]. М.: Стандартинформ, 2019. – 16 с. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200077510>

УДК 504.75.06+663.911.15

СОЗДАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА БИОСФЕРУ

И. Ю. Потороко, А. В. Цатуров, А. М. Кади, А. В. Малинин, Н. В. Наumenко
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Состояние экологии биосферы напрямую связано с антропогенной нагрузкой, в странах с развитой промышленностью значительную часть отходов формируют пластические материалы, медленно деградирующие в естественных условиях. В этой связи сегодня большое количество научных исследований направлено на разработку биоразлагаемых материалов, в технологии нового полимера в качестве матрицы используются крахмалы, пектины, хитозаны и другие природные полимерные компоненты. Важно, что эти материалы экологичны и безопасны, следовательно, получение альтернативного решения для минимизации нагрузки на биосферу позволит решить проблему глобального уровня [1].

В предлагаемых разработках основным сырьем для получения биоразлагаемых материалов были определены картофельный крахмал и целлюлозное волокно, в качестве контролируемых параметров реологические свойства, так как вязкость характеризуется величиной показателя текучести расплава и определяет условия ведения технологических процессов. При переработке полимеров различной вязкости требуются определенные технологические решения и соответствующее технологическое оборудование. Кроме того, изменение вязкостных характеристик жидкого композита в процессе хранения может изменяться, что может влиять на технологические свойства сырья, способствовать появлению дефектов разного характера. Связи с этим, в исследованиях была поставлена задача установления вариативности реологических показателей (в частности вязкости) при хранении (в течение 48 часов) коллоидных суспензий разного компонентного состава.

Соотношение компонентов в составе суспензий представлены в таблице 1. Получение образцов композитных суспензий биоразлагаемого пленочного материала готовили путем механического вымешивания (в течение 10 минут) с последующей ультразвуковой обработкой на акустическом источнике упругих колебаний ультразвуковым приборе «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ, работающем на частоте $(22 \pm 1,65)$ кГц и выходной мощности 400 Вт предварительно подготовленных водных растворов. Полученные образцы композитной суспензии оценивались при помощи анализатора вязкости модели SV-10 и использовали для получения пленок наливным способом. Образцы высушивали при температуре 20...24 °С в течение 20...24 часов и относительной влажности воздуха не выше 60 %. Проводили визуальную оценку образцов пленок прозрачности и тактильно состояние поверхности [2].

Таблица 1

Соотношение основных рецептурных ингредиентов для получения образцов композитных суспензий и биоразлагаемых пленок

Объект исследования	Наименование и количество вносимого ингредиента, %	
	Крахмал картофельный (КК)	Целлюлозное волокно (ЦВ)
Суспензия 1	1,5	0,5
Суспензия 2	1,5	0,3
Суспензия 3	2,0	0,5
Суспензия 4	2,0	0,3

Результаты исследования показателей вязкости показала, что соотношение биополимеров в суспензии влияет на показатели вязкости и определяет их стойкость при хранении. Так для суспензии с соотношением ингредиентов КК:ЦВ соответственно 1,5:0,5 через двадцать четыре часа хранения вязкость снизилась минимально (на $22,3 \pm 0,01$ мПа/с) и максимально для суспензии КК:ЦВ соответственно 2,0:0,5 (на $106,3 \pm 0,01$ мПа/с). Образцы пленок, полученные из данных суспензий имели разный уровень прозрачности (от прозрачных, прозрачно-мутных). Пленки полученные из суспензии 2 (КК:ЦВ соответственно 1,5:0,3) имели на поверхности плотные частицы, что возможно компенсировать температурой при вымешивании суспензии. Все приготовленные пленки при сгибе не образуют на поверхности трещин, после снятия деформационного напряжения (проба на изгиб) принимают исходное состояние.

Выводы. Результаты исследования показали, что моделирование рецептуры суспензии по вариации композитов позволит получить пленки с разными характеристиками и расширить сферу их применения. Регулирование реологических характеристик композитной суспензии позволит контролировать технологические и эксплуатационные свойства будущей биоразлагаемой пленки. Полученные результаты исследования позволяют прогнозировать применение растительных полимеров для производства определенного вида пленочного изделия (пищевой пленки, пакетов и т.д.) и может стать в перспективе альтернативным решением для выведения из оборота пластмасс [3].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта № 18-53-45017 «Ультразвуковая инкапсуляция биологически активных соединений для размещения в пищевой матрикс».

Список литературы

1. Крутько, Э. Т. Технология биоразлагаемых полимерных материалов / Э. Т. Крутько, Н. Р. Прокопчук, А. И. Глоба. – Минск: БГТУ, 2014. – 105 с.
2. Крыжановский, В. К. Производство изделий из полимерных материалов / В. К. Крыжановский, М. Л. Кербер, В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2004. – 464 с.
3. Лонг, Ю. Биоразлагаемые полимерные смеси и композиты из возобновляемых источников/ Ю. Лонг. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 464 с.

УДК 637.5

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСОПРОДУКТОВ

И. А. Прокопенко

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия

Наращивание темпов производства мяса птицы и объемов выпуска из него готовой продукции требует рационального использования сырьевых ресурсов, повышения выходов и улучшения качества продуктов питания. Современные технологии основаны на использовании новых методов обработки сырья и высокотехнологического оборудования.

В зарубежных и отечественных публикациях имеются некоторые сведения о применении технологии высокого давления (ВД) для обработки сырья и пищевых продуктов, однако, этого недостаточно для внедрения новой технологии в производство [1].

Отечественные ученые еще в 1994 г экспериментально доказали возможность применения высокого гидростатического давления (ВГД) для получения готового продукта из говядины. Новая технология так же, как и тепловая обработка, приводит к инаktivации кислой фосфатазы, ингибированию жизнедеятельности микроорганизмов. Отличительной особенностью ВГД является то, что при данной обработке не происходит изменений химического и аминокислотного состава мяса, повышается влагосвязывающая способность, структурно-механические характеристики увеличиваются за счет повышения «упругости», а не «жесткости», как это происходит при термообработке [1].

Благодаря обработке ВД продукты не подвергаются разрушительному воздействию высоких температур, сохраняется свежесть вкуса, структура, цвет и питательные вещества [2]. С помощью этой технологии перерабатывающие предприятия могли бы значительно уменьшить применение химических консервантов или избежать их применения, сокращая затраты и выпуская чистую, натуральную и экологически чистую продукцию.

Все вышеперечисленное позволяет считать выбранное направление исследований современным и актуальным.

Цель работы – усовершенствование технологии продуктов из мяса птицы с использованием ВГД.

Предметы исследований: модельные и контрольные образцы мяса, полученные из охлажденного филе цыплят-бройлеров, хранившиеся не более 24 ч после уоя при 0...4 °С. Опытные образцы обрабатывали при различных режимах ВД. Контрольные образцы – охлажденное филе, а в некоторых опытах – вареное мясо, ветчина из белого мяса. Обработку сырья проводили на автоматизированной установке высокого давления (АУВД), которая была разработана и изготовлена в Донецком национальном университете экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского.

Нами было установлено, что в диапазоне от 300 до 500 МПа технологию ВГД можно применять для производства полуфабрикатов высокой степени готовности, а обработку выше 600 МПа – для производства готовой продукции из мяса птицы [3, 4]. Было отмечено, что высокое давление не приводит к значительным изменениям химического состава и энергетической ценности мяса птицы. Новая технология позволяет получить более нежную, сочную консистенцию, специфический аромат, равномерный цвет на разрезе.

Также доказано, что в диапазоне ВД от 200 до 700 МПа повышаются структурно-механические и функционально-технологические свойства. Данная технология снижает величину потерь массы, по сравнению с термической обработкой (варкой), что имеет важное значение для определения выхода готовых продуктов при переработке данного вида сырья [5].

Были определены режимы, при которых можно производить готовую продукцию типа ветчины (700 МПа, продолжительность 30 минут) [6].

Нами была усовершенствована рецептура «Ветчины из белого мяса», которую производят по ТИ У 15.1-30183590.007-2003 (табл.1).

Таблица 1

Рецептура «Ветчины из белого мяса»

Наименование	Расход сырья
<i>Сырье несоленое, кг (на 100 кг)</i>	
Мясо цыплят-бройлеров	100
Итого	100
<i>Пряности и материалы, г (на 100 кг несоленого сырья)</i>	
Соль поваренная пищевая	2500
Сахар-песок	300
Перец черный молотый	100
Перец душистый молотый	45
Орех мускатный или кардамон	60
Чеснок свежий очищенный	200
Оболочка	полимерные пленки для вакуумной упаковки

Отличительной особенностью разработанной рецептуры является отсутствие нитрита натрия, который добавляют в колбасные изделия для формирования цвета, а также для ингибирования окислительных и микробиологических процессов мясных продуктов. Для продуктов из белого мяса птицы вопрос о формировании цвета остро не стоит, а предотвратить окислительную порчу жиров, подавить микрофлору можно путем воздействия на сырье высоким давлением.

Для определения срока хранения нового продукта провели бактериологический анализ по стандартной методике, результаты которого представлены в табл.2.

Таблица 2

Изменение бактериологических показателей ветчины при хранении

Показатели	Результаты анализа во время хранения образцов, сут											
	контрольный						исследуемый					
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30
КМАФАнМ, КОЕ/г	$7,7 \cdot 10^2$	$5,3 \cdot 10^3$	Сплошной рост	-	-	-	$1,9 \cdot 10$	$2,0 \cdot 10$	$2,1 \cdot 10$	$2,5 \cdot 10$	$3,1 \cdot 10$	$3,9 \cdot 10$
Патогенная и условно-патогенная микрофлора	Не выделено											

Анализ качественного и количественного состава микрофлоры показал, что в образцах продукта «Ветчина из белого мяса», произведенных термическим и новым способами во время хранения условно-патогенных и патогенных микроорганизмов не выделено. При хранении в течение 5 суток контрольный образец приблизился к граничному значению КМАФАнМ, а на 10 сутки не соответствовал требованиям безопасности продукта. Рост микрофлоры в исследуемом продукте происходил менее интенсивно.

Таким образом, рекомендуем обработку ВГД от 300 до 700 МПа для производства готовой продукции, которая будет иметь высокие качественные характеристики, а также отвечать требованиям безопасности.

Список литературы

1. Жаксылыкова, М.О. Качественные показатели мяса при воздействии высокого гидростатического давления: автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук: спец. 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов» / М.О. Жаксылыкова. – Москва, 1994. – 19с.
2. Сукманов, В.А. Сверхвысокое давление в пищевых технологиях. Состояние проблемы: монография / В.А. Сукманов, В.А. Хазипов. – Донецк: ДонГУЭТ, 2003. – 168 с.
3. Прокопенко И.А. Применение ВГД в технологии полуфабрикатов высокой степени готовности / И.А. Прокопенко, Ю.О. Веляев // Мясные технологии. – 2019. – № 7 (199). – С. 18-21.
4. Прокопенко И.А. Товароведная оценка мяса цыплят-бройлеров, обработанного высоким гидростатическим давлением / Прокопенко И.А. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2019. – № 3 (56). – С. 77-80.
5. Prokopenko I.A. Research of functional and technological parameters of high pressure processed meat / Prokopenko I.A. // Theory and Practice of Meat Processing. – 2020. –Т. 5. № 1. – С. 17-21.
6. Винникова Л.Г. Применение высокого давления в качестве альтернативы тепловой обработки мяса птицы / Л.Г.Винникова, И.А.Прокопенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т.3. №10 (75). – С. 31-36.

УДК 632.9

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ПСИХРОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

А. Ю. Просеков, О. В. Козлова

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Введение. Проблемы эффективности биоконсервации продуктов питания с помощью микроорганизмов и/или их метаболитов имеют мировую актуальность [1;2;3]. В технологии консервирования для решения тех или иных задач используются многообразные пищевые ингредиенты. Сегодня не прекращается поиск новых продуцентов или условий для синтеза метаболитов с улучшенными качествами, широким спектром ингибирующих эффектов. По данным аналитической компании *Alto Consulting Group* [4], импорт различных пищевых добавок в Россию в 2017 году составил в стоимостном выражении \$1,224 млн. Наибольшую долю в импорте занимают такие сегменты, как «Красители» (\$485 млн) и «Комплексные пищевые добавки» (\$375 млн). Сегментирование российского рынка пищевых добавок представлено ароматизаторами (31%), консервантами (26%), красителями (20%), антиокислителями (14%), глазирователями (7%), замутнителями (2%). Динамика импорта пищевых ингредиентов в Россию (2013-2017 гг.) показана в таблице 1.

Таблица 1

Динамика импорта пищевых ингредиентов в Россию (2013-2017 гг.)

Годы	Натуральное выражение импорта пищевых добавок, тыс. тонн	Стоимостное выражение импорта пищевых добавок, \$ млн
2013	497.49	2.04
2014	465.05	2.00
2015	450.75	1.60
2016	720.56	2.11
2017	509.45	1.87

Источник: аналитика Alto Consulting Group

Так, исходя из представленных данных, в развитии динамики импорта пищевых ингредиентов в Россию наблюдается противоречие: импорт пищевых добавок снижается в стоимостном выражении, но увеличивается в натуральном выражении. Мы не располагаем достаточной информацией для объяснения этого явления. Необходимо комплексное изучение данного сектора экономики для выстраивания стратегии принятия оптимальных управленческих решений по современным биотехнологиям собственного производства пищевых ингредиентов в стране. В этом смысле изучение потенциала психрофильных бактерий открывает новые перспективы для развития технологии биоконсервации. Психрофилы, как естественные обитатели пещер, не представляют собой опасности для человека из-за их неспособности расти при температуре человеческого тела.

Цель настоящего исследования – выявление механизмов антагонистического воздействия психрофильных микроорганизмов. Поставленная цель конкретизируется рядом взаимосвязанных задач: во-первых, отобрать образцы микробиоты пещер Горной Шории и Салаира; во-вторых, проанализировать микрофлору отобранных образцов методом T-RFLP; в-третьих, сделать анализ микрофлоры поверхности свежих плодов овощей и фруктов методом ПЦР.

Методы исследования. Характер научного изыскания служит предпосылкой для применения комплекса методов изучения психрофильных бактерий. К ним относятся

следующие: метод T-RFLP; микроскопический метод; секвенирование участков генов 16S и 18S rRNA; метод ПЦР в реальном времени.

Результаты и их обсуждение. В рамках исследования механизмов антагонистического воздействия психрофильных микроорганизмов были отобраны образцы микробиоты пещер Горной Шории и Салаира, а также сделан скрининг самих психрофилов. Местами отбора микробных сообществ стали пещера Гавриловская (Кемеровская область, Беловский район) и пещера Азасская (Кемеровская область, Таштагольский район, п. Усть-Кабырза). На рисунке 1 актуализированы культуральные и морфологические свойства изолятов, выделенных из пещер Горной Шории и Салаира.

ИЗОЛЯТ	МОРФОЛОГИЯ КОЛОНИЙ	МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
Изолят 1	Колонии диаметром 1-3 мм, цвет колоний светложелтый со слабо выраженной пигментацией. Колонии круглые, края колоний ровные и плоские, колонии прозрачные	Грамотрицательные палочки (0,5±0,7) x (1,0±2,5) мкм, при исследовании методом «висячая капля» клетки подвижны
Изолят 2	Мелкоморщинистые, округлые, средних размеров 3-5 мм, профиль волнистый, матовые, цвет белый, край волнистый, структура однородная, консистенция плотная	Дрожжеподобные грибки. Клетки крупные, овальные, размером 3,6-7,2 микрона в длину и 3-4,5 микрона в диаметре, при исследовании методом «висячая капля» клетки подвижны
Изолят 3	Округлые, размер 6-9 мм, профиль выпуклый, ворсинистые, цвет от белого до буро-зеленого, край неровный, структура неоднородная, консистенция плотная	Активно развитый мицелий. Споро и конидиеобразующие. Грамположительные
Изолят 4	Серовато-белые колонии с гладкими краями, слегка врастающими в агар, вязкой консистенции. Размер колоний 1-3 мм	Грамположительные аэробные спорообразующие палочки размером 2-3 x 0,6 мкм, расположенные одиночно, попарно или цепочкой, при исследовании методом «висячая капля» клетки подвижны
Изолят 5	Колонии в центральной части повышенные, бороздчатые, серовато-белые, бледно-розовые, серовато-зеленые до орехово-зеленых	Мицелий светлый, пушистый. Конидиогенез слабый, серо-зеленоватого оттенка
Изолят 6	Мелкоморщинистые, округлые, больших размеров 3-7 мм, профиль волнистый, матовые, цвет от белого до кремового, край неровный, структура однородная, консистенция плотная	Кокки, диплококки, цепочки или скопления из кокков, иногда встречаются палочки. Грамположительные, спорообразующие. Неподвижные. Размер 1-5 мкм
Изолят 7	Серовато-белые колонии с гладкими краями, слегка врастающими в агар, вязкой консистенции. Размер 1-3 мм	Грамположительные аэробные спорообразующие палочки размером 2-3 x 0,6 мкм, расположенные одиночно, попарно, при исследовании методом «висячая капля» клетки подвижны

Рис. 1. Культуральные и морфологические свойства изолятов, выделенных из пещер Горной Шории и Салаира

Особенности микрофлоры отобранных образцов с помощью анализа 16S РНК раскрыты на примере результатов идентификации **изолята 1**. Нарботка 16S rDNA. **Консервативные праймеры** представлены следующим образом: *8f- aga gtt tga tcc tgg ctc ag; 926r - ccg tca att cct ttr agt tt; 1492r - ggt tac cct tgt tac gac tt*. Первичный скрининг по базе данных GenBank и RDP-II показал, что исследуемый штамм принадлежит к таким систематическим группам, как *Bacteria; Firmicutes; Bacilli; Bacillales; Bacillaceae; Bacil*.

В таблице 2 представлены результаты анализа микрофлоры поверхности плодов овощей и фруктов методом ПЦР.

Таблица 2

Результаты выделения микроорганизмов с поверхности свежих плодов овощей и фруктов

№	НАЗВАНИЕ ШТАММА	ИСТОЧНИК ВЫДЕЛЕНИЯ
1	<i>Bacillus stratosphericus</i>	алыча
2	<i>Bacillus endophyticus</i>	груша обыкновенная
3	<i>Bacillus pumilus</i>	алыча
4	<i>Bacillus subtilis</i>	салатный перец
5	<i>Enterococcus casseliflavus</i>	салатный перец
6	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	земляника садовая

7	<i>Serratia plymuthica</i>	алыча
8	<i>Pseudomonas azotoformans</i>	алыча
10	<i>Microbacterium foliorum</i>	алыча
11	<i>Erwinia persicina</i>	земляника садовая
12	<i>Erwinia aphidicola</i>	салатный перец

Заключение. Проведенный анализ в рамках настоящего исследования позволил выявить некоторые механизмы антагонистического воздействия психрофильных микроорганизмов, особенности супрессивных свойств изолятов к тест-культурам патогенов.

Во-первых, из микробных сообществ пещер Гавриловская и Азасская выделено 7 **изолятов**, различных по морфологическим признакам. Во-вторых, установлено, что наиболее выраженными супрессивными свойствами по отношению к тест-культурам патогенов (*Candida lambica*, *Streptococcus sp.*, *Enterobacter sp.*, *Micrococcus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Escherichia sp.*, *Salmonella sp.*) обладают **изоляты 1, 4, 5**. В результате изучения культурально-морфологических и биохимических свойств изолятов, выделенных из пещер Горной Шории и Салаира, выявлена их видовая принадлежность: **изолят 1** - *Bacillus sp.*^{*}; **изолят 4** - *Pseudomonas koreensis*^{*}; **изолят 5** - *Penicillium sp.*³.

С использованием генетического анализа (анализ 16S РНК) раскрыта видовая принадлежность изолятов: **изолят 1** - *Bacillus subtilis*; **изолят 4** - *Pseudomonas koreensis*; **изолят 5** - *Penicillium lagena*.

Проанализирована микрофлора поверхности свежих плодов овощей и фруктов методом ПЦР. С поверхности свежих плодов фруктов и овощей выделены десять видов микроорганизмов, среди которых присутствуют представители нормальной (*Bacillus stratosphericus*; *Bacillus endophyticus*; *Bacillus pumilus*; *Bacillus subtilis*) и условно-патогенной (*Leuconostoc mesenteroides*; *Erwinia persicina*; *Erwinia aphidicola*; *Enterococcus casseliflavus*; *Pseudomonas azotoformans*; *Microbacterium foliorum*) микрофлоры.

Таким образом, в рамках проекта планируется продолжить развитие направления, связанного с разработкой и реализацией уникальной системы биоконсервирования плодов и овощей на основе изолированных экстремофильных микроорганизмов или их ингибирующих метаболитов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта № 18-016-00063 «Изучение потенциала психрофильных бактерий и их метаболитов в биологической защите плодоовощной продукции».

Список литературы

1. Ланкина, Е. П. Перспективы использования смешанных культур психрофильных и психротолерантных бактерий в биологической защите растений от болезней / Е. П. Ланкина, С. В. Хижняк, С. П. Кулижский // Вестник КрасГАУ. – 2013. – №4 (79). – С. 101–106.
2. Noda, M. Expression of genes involved in bacteriocin production and self-resistance in *Lactobacillus brevis* 174A is mediated by two regulatory proteins / M. Noda, R. Miyauchi, N. Danshiitsoodol [et al.] // Appl Environ Microbiol. – 2018. – Vol. 84 (7). – P. E02707-17
3. Tapia-Vázquez, I. Isolation and characterization of psychrophilic and psychrotolerant plant-growth promoting microorganisms from a high-altitude volcano crater in Mexico / I. Tapia-Vázquez, R. Sánchez-Cruz, M. Arroyo-Domínguez [et al.] // Microbiol Res. – 2020. – Vol. 232. – P. 126394.
4. «Alto Consulting Group» – исследования рынков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alto-group>. – Дата обращения: 08.08.2018.

³предположительно

УДК 678.026

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМОВ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Н. С. Пряничникова, О. Б. Федотова

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности,
г. Москва, Россия

В последние годы достаточно активно развивается направление создания покрытий, в т.ч. съедобных, на продуктах питания. Касательно молочной продукции, то здесь особо интересно развитие направления защитных покрытий на сырах и продукции сыроделия, в том числе, обладающих функциональными свойствами. Этим направлением активно занимаются ученые КемГУ под руководством А.Ю. Просекова. Ими разработаны, в частности, покрытия для полутвердых сыров с антимикробными свойствами, обеспеченными растительными фенольными соединениями (таниновой, галловой и феруловой кислотами) [1, 2].

Изучение направлений модификации различных упаковочных материалов, проведенных учеными ВНИМИ в предыдущие годы показало, что введение в их состав агентов, подавляющих процессы микробиологической порчи и окисления, стабилизируют упакованные продукты и, в некоторых случаях, продлевают их сроки годности [3-6].

Анализ литературы, направленный на подбор перспективных сырьевых ингредиентов для функциональных покрытий показал, что кора различных деревьев является источником ценнейших биогенных веществ [7]. Одним из таких объектов является кора сосны, экстракт которой носит запатентованное название «пикногенол» и обладает комплексом лечебных свойств и антиоксидантной активностью [8]. В результате изучения комплекса свойств данного объекта, он признан нами перспективным для создания функциональных покрытий на молочных продуктах (твороге и творожных продуктах). При этом планируется реализация технологий, позволяющая обеспечить плотное прилегание покрытия к готовому продукту, обеспечивающее не столько механическую защиту, сколько направленное антиоксидантное воздействие. Это, гипотетически, должно увеличить стойкость в хранении продукта, на которое нанесено покрытие.

При проведении работы были использованы приемы и методы квалиметрического проектирования показателей качества покрытий. Квалиметрическое проектирование достаточно часто применяется для создания пищевой продукции, в т.ч. функциональной направленности. Этот «инструмент управления качеством» чрезвычайно удобен с методической точки зрения, поскольку позволяет не только научно-обоснованно проектировать продукцию с требуемым комплексом характеристик, но и превентивно определять эти характеристики. Был определен опыт, связанный с разработкой методологии проектирования и оценки качества упаковочных материалов молока и молочной продукции у одного из авторов настоящей статьи [9], который и использовали в настоящем исследовании.

Проектирование покрытия на основе полимеров растительной природы, содержащего экстракт коры сосны осуществлялось с использованием алгоритма расчета функции желательности «Харрингтона» единичного показателя качества. При этом использована гедоническая шкала, эмпирически характеризующая уровни градации качества разрабатываемого функционального покрытия и, соответствующую функцию желательности: очень плохое (0); плохое (0,2); удовлетворительное (0,37); хорошее (0,63); отличное (0,8 и 1,0). Такая предпосылка позволила рассчитать безразмерные значения единичных показателей, представленные в табл.1.

С помощью разработанного алгоритма расчета функции желательности единичного показателя, с учетом формул, связывающих безразмерные и размерные значения единичных

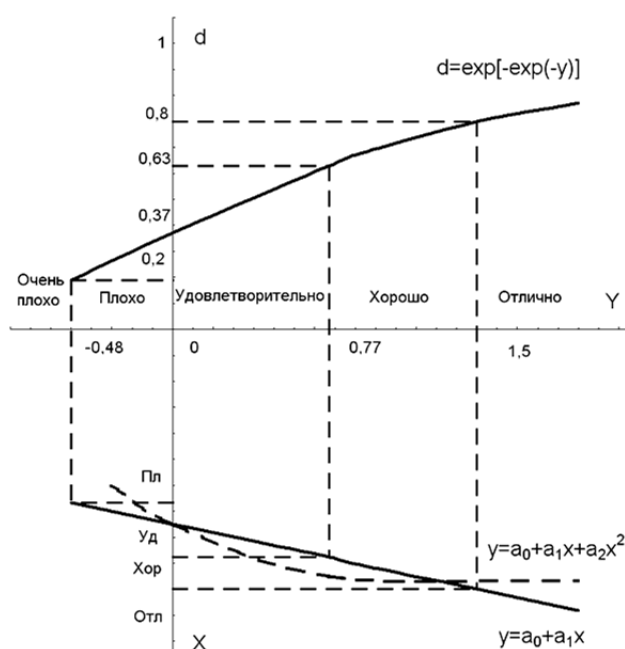
показателей качества, были проведены математические расчеты и определены показатели на различных уровнях градации качества.

Таблица 1

Расчетные значения единичных показателей качества

Градация качества	Безразмерные значения единичных показателей качества y		
	Функция желательности d	Формула	
		1	2
«отлично»	$\geq 0,80$	$\geq 4,50$	$\geq 1,50$
«хорошо»	$\geq 0,63$	$\geq 2,18$	$\geq 0,77$
«удовлетворительно»	$\geq 0,37$	$\geq 1,00$	$\geq 0,00$
«плохо»	$< 0,37$	$< 1,00$	$< 0,00$

Для конкретного единичного показателя была построена номограмма функции желательности, представленная на рис. 1



Был определен перечень желаемых показателей качества объекта исследования, (n):

n_1 - механическая прочность;

n_2 - адгезионная способность (краевой угол смачивания) по отношению к потенциальному продукту;

n_3 - микробиологическая чистота;

n_4 - санитарно-гигиеническая безвредность

n_5 - антиоксидантная активность

Рис. 1. Номограмма функции желательности в качественной интерпретации

Анализ качества функционального покрытия осуществляли по совокупности единичных показателей качества (n) с использованием арифметического способа по формуле (1):

$$D_{\Sigma} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \alpha_i \quad (1),$$

где

D – обобщённая функция желательности;

d_i – функция желательности единичного показателя качества;

α_i – коэффициент весомости единичного показателя качества;

n – число единичных показателей качества.

В результате проведенных расчетно-аналитических исследований получены обобщенные функции желательности для всех перечисленных выше показателей качества разрабатываемого покрытия и, одновременно показано, что для увеличения обобщенной функции желательности с категории, например, «хорошо» до категории «отлично», можно путем варьирования и увеличения функции желательности выбранных единичных показателей качества.

Проведенный комплекс теоретических исследований позволил откорректировать технологические приемы введения биоактивного вещества экстракта в полисахаридную матрицу покрытия, а также, конкретизировать условия его получения для обеспечения микробиологической и санитарно-гигиенической безопасности.

Список литературы

1. Белова, Д.Д. Исследование и разработка защитного покрытия с антимикробными свойствами для полутвердых сыров : автореф... дис. кан. тех. наук. – Кемерово: 2019. – 17 с.
2. Просеков, А.Ю. Биоразлагаемая антимикробная упаковка в сыроделии / А.Ю. Просеков, Л.С. Дышлюк, Д.Д. Белова // Сыроделие и маслоделие. – 2019. – №3. – С. 40-42.
3. Федотова, О.Б. Некоторые особенности производства и применения активных антимикробных упаковок / О.Б. Федотова // Переработка молока. – 2019. – №7. – С. 20-21. doi:10.33465/2222-5455-2019-7-20-21
4. Мяленко, Д.М. Принципиальные возможности создания «Активной упаковки» на основе полиэтиленовой пленки, модифицированной экстрактом березовой коры - бетулином / Д.М. Мяленко, А.В. Шалаева // Материалы 3-й конференции молодых ученых и специалистов институтов Отделения «Хранения и переработка сельскохозяйственной продукции» Россельхозакадемии: «Обеспечение качества и безопасности продукции агропромышленного комплекса в современных социально-экономических условиях». М.: ВНИИМП. – 2009. – С. 13-17.
5. Шалаева, А.В. Исследование изменения показателей творожного продукта при хранении в полимерной упаковочной пленке, содержащей оптимальное количество антибактериальной добавки/ А.В. Шалаева // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции» Волгоград: ИУНЛВолгГТУ.–2011.–Ч.2.– С. 241-243.
6. Зобкова, З. С. Исследование антимикробных свойств бетулиносодержащего экстракта в молочных продуктах / З. С. Зобкова, О. Б. Федотова, Т. П. Фурсова, Д. В. Зенина, А. Д. Гаврилина, И. Р. Шелагинова // Молочная промышленность. — 2017. — № 1. — С. 50—52.
7. Пряничникова, Н.С. Формирование заданных свойств молочных продуктов за счет использования экстрактов деревьев и коры деревьев / Н.С. Пряничникова, О.Б. Федотова // Пища. Экология. Качество : сб. статей в 2 т. Том 2 / Отв. за выпуск: О.К. Мотовилов, О.А. Высоцкая, К.Н. Нициевская, Л.П. Хлебова. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2019. – С.142-144.
8. Gabriele D'Andrea. Pycnogenol: A blend of procyanidins with multifaceted therapeutic applications? / Gabriele D'Andrea // Fitoterapia. – 2010. – 81 – pp. 724-736 doi:10.1016/j.fitote.2010.06.011
9. Федотова, О.Б. Научно-практические аспекты разработки и применения упаковочных материалов с проектируемым комплексом качества и безопасности для молока и молочной продукции: дис. ...докт. тех. наук : 05.18.04 / Федотова Ольга Борисовна. – Вологда-Молочное, 2011. – 285с.

УДК 661.123(571.17)

**РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ
ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГЕНОТОКСИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ»**

К. В. Старовойтова, И. В. Долголюк, И. Ю. Сергеева
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

На сегодняшний день доказана прямая зависимость между экологической обстановкой и уровнем здоровья населения. Большинство из неблагоприятных антропогенных факторов непосредственно или косвенно оказывают генотоксический или мутагенный эффект и потенциально могут стать причиной развития онкологических заболеваний и наследуемых дефектов. Онкологические заболевания занимают второе место в структуре причин смертности россиян, уступая лидерство только сердечно-сосудистым патологиям. Решение данной проблемы предлагается осуществлять через поиск новых источников и разработку новых методов извлечения биологически активных веществ онкопротекторного действия из растительного сырья Сибирского региона и создание гаммы новых функциональных продуктов питания, предназначенных для профилактики последствий воздействия неблагоприятных антропогенных факторов, в том числе для питания работников вредных производств [1]. Научный проект коллектива ученых КемГУ, рассчитанный на двухлетнюю реализацию и направленный на решение обозначенной проблемы, был поддержан Российским фондом фундаментальных научных исследований.

На первом этапе реализации проекта с целью разработки обоснованных рекомендаций по коррекции рациона питания лиц, регулярно подвергающихся воздействию генотоксических факторов, была установлена взаимосвязь состояния здоровья работников предприятия химической отрасли с факторами питания. Также была проведена оценка уровня потребления флавоноидсодержащих продуктов и природных источников флавоноидов. Всего в исследование было включено 513 работников химического производства. Средний возраст 361 мужчины и 119 женщин составил 39.7 лет (диапазон 22–69 лет). Обработка массива данных производилась с помощью ПО «Statistica 6.0» (с расчетом *SE*-standard error).

Чтобы оценить связь некоторых социально-демографических характеристик, образа жизни, уровня образования, занимаемой должности и антропометрических характеристик с употреблением общих флавоноидов и флавоноидов из различных источников, мы провели стратифицированный анализ с поправкой на возраст, пол, потребление энергии и индекс массы тела. Основным результатом нашего исследования, касающийся общего среднего потребления флавоноидов во всех группах испытуемых, составляет 394 (*SE* 26.80) мг в день, что согласуется с результатами, полученными в Южной Америке. В аналогичных исследованиях данные, полученные в различных странах, существенно разнятся [2,3], что может быть обусловлено использованием различных баз данных по содержанию флавоноидов в продуктах питания, а также многообразием и сложностью химического состава веществ, относящихся к классу флавоноидов [4].

Самые высокие уровни среднего суточного потребления флавоноидов наблюдались в группе людей с высоким уровнем физической активности. Причем, в данной группе было отмечено более высокое потребление флавоноидов из фруктов в сравнении с группой низкой физической активности. Также отмечено увеличение потребления флавоноидов с повышением уровня образования. При оценке взаимосвязи между занимаемой должностью и уровнем потребления флавоноидов было отмечено, что самое высокое среднесуточное потребление флавоноидов наблюдается в группе руководящих работников - 573.54 (*SE* 180.83) г/д. Отмечено, что в группе некурящих людей средний уровень потребления флавоноидов оказался выше - 403.06 (*SE* 33.67) мг/д, чем среди курильщиков - 375.50 (*SE* 44.20) мг/д. Во всех группах на безалкогольные напитки (в основном чай) приходилось

примерно 90 % потребления флавоноидов. Вторым значимым источником флавоноидов были фрукты и фруктовые напитки (соки, морсы и компоты).

Результаты, касающиеся определения основных источников флавоноидов в рационе, согласуются с азиатскими исследованиями, которые определили чай, фрукты и фруктовые соки как основные источники поступления флавоноидов [5]. Однако, в нашем исследовании отмечен достаточно низкий вклад фруктов, овощей и ягод в общее потребление флавоноидов (около 5%). Климатические особенности Западносибирского региона препятствуют обеспечению круглогодичного доступа к свежим овощам, фруктам и ягодам, богатым флавоноидами. Высокая стоимость завезенной плодоовощной продукции также не позволяет многим категориям граждан, обеспечить нормальный уровень потребления свежих фруктов и овощей большую часть года.

Одной из задач проекта является разработка онкопротекторных функциональных продуктов питания и напитков, обогащенных флавоноидами. Для создания напитков для функционального и профилактического питания может использоваться широкий ассортимент продуктов переработки растительного сырья. Разрабатываемые технологии подходят как для промышленного производства, так и для предприятий общественного питания. С целью установления рекомендуемых норм суточного потребления напитков, наряду с анализом рационов на предмет потребления флавоноидов, была проведена оценка питьевого режима сотрудников обследуемого предприятия. Мы оценили общее потребление воды из напитков, продуктов питания и чистой воды и его связь с потреблением энергии, индексом массы тела, частотой возникновения отеков и нарушений работы ЖКТ. Общее среднее потребление воды среди всех категорий персонала составило 2194 (*SE* 79) г/день, для мужчин – 2312 (*SE* 95) г/день, а для женщин – 2127 (*SE* 119) г/день. Также выявили, что 71 % обследуемых мужчин и 70 % женщин не выполняют даже минимальных рекомендаций по потреблению жидкости (35 мл/кг массы тела) [6]. Особенности режима труда и отдыха работников исследуемого химического предприятия могли наложить отпечаток на результаты нашего исследования. Установлена недостаточная информированность работников химических предприятий о нормативах потребления жидкости, а также особенностях водного обмена организма в условиях ежедневного воздействия неблагоприятных факторов вредных производств.

Проведенные исследования позволили коллективу авторов сформировать гипотезу о желательности введения в рацион жителей индустриальных районов и работников промышленных предприятий Кемеровской области функциональных продуктов питания и напитков, обогащенных биологически активными соединениями, в том числе, флавоноидами.

План реализации проекта на первый год предусматривал исследование возможности использования растительного сырья Западносибирского региона для промышленного получения флавоноидов, а также разработку метода экстракции биологически активных веществ из биоматериала. Обоснованно выбрано следующее растительное сырье: в качестве источника апигенина – петрушка; лютеолина и генистеина – люпин; изорамнетины – ягоды облепихи; цианидина и петунидина – черноплодная рябина; веществ группы флавонов, флаванолов, флаванолов – корень одуванчика. Практический интерес представляет исследование содержания флавоноидов и других биологически активных соединений в отходах консервного производства, в частности в жомах или отдельных экземплярах некондиционного сырья [7]. Для предварительной оценки состава экстрагируемых биоактивных соединений из жома моркови, облепихи и черноплодной рябины проводили экстракцию различными растворителями. Испытания показали, что максимальное количество целевых веществ экстрагируется при использовании этанола в высоких концентрациях (96%).

Известные способы извлечения флавоноидов из растительного сырья нередко приводят к деградации извлекаемых веществ на олигомеры, биологическая активность которых может существенно отличаться от исходного полифенола. В этой связи, одной из целей поиска оптимальных способов извлечения, является максимальное сохранение целостности молекул полифенолов. Одним из методов извлечения целевых веществ из растительного сырья нами была выбрана углекислотная экстракция, позволяющая получать

высококонцентрированные стерильные экстракты. Преимущество углекислотной экстракции также заключается в управляемой селективности по отношению к различным группам биологически-активных соединений. Нами были получены гидрофильные и липофильные CO₂ – экстракты из петрушки и жома из ягод облепихи, гидрофильный – из люпина. Обнаружение в исследуемом сырье флавоноидов осуществляли при помощи спектрометрии и хроматографии.

Полученные вещества онкопротекторного действия из новых нетрадиционных и известных доступных источников планируется использовать на последующих этапах реализации проекта при разработке технологий производства новых функциональных продуктов питания и биологически активных добавок. Разработке рецептур и технологий производства функциональных продуктов питания будет предшествовать создание математических моделей взаимодействия ингредиентов в многокомпонентных пищевых системах с использованием комбинаторного анализа. На заключительных этапах реализации проекта планируется разработка рекомендаций по коррекции пищевого рациона жителей промышленных районов и работников промышленных предприятий путем введения функциональных продуктов питания онкопротекторного назначения.

Разработанные в результате НИОКР теоретические основы получения биологически активных компонентов, предназначенных для профилактики заболеваний, возникающих под воздействием генотоксических факторов окружающей среды могут быть использованы в нутрицевтике и пищевой промышленности при разработке лечебно-профилактических продуктов питания и биологически-активных добавок к пище, направленных на детоксикацию и коррекцию оксидативного стресса, а также в фармацевтике при получении препаратов для восстановления защитных функций организма у лиц, находящихся в преморбидных состояниях, благодаря их введению в ежедневный рацион.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Кемеровской области в рамках научного проекта № 20-416-420001.

Список литературы

1. Landete J.M. (2013) Dietary intake of natural antioxidants: vitamins and polyphenols. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2013;53(7):706-721. doi:10.1080/10408398.2011.555018
2. Knaze V, Zamora-Ros R, Luján-Barroso L, et al (2012) Intake estimation of total and individual flavan-3-ols, proanthocyanidins and theaflavins, their food sources and determinants in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Br J Nutr.* 2012;108(6):1095-1108. doi:10.1017/S0007114511006386
3. Zamora-Ros R, Knaze V, Romieu I, et al. (2014) Impact of thearubigins on the estimation of total dietary flavonoids in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(7):779-782. doi:10.1038/ejcn.2013.89
4. Neveu V, Perez-Jiménez J, Vos F, et al. (2010) Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. *Database (Oxford).* 2010; 2010:bap024. doi:10.1093/database/bap024.
5. Zhang Y, Li Y, Cao C, et al. (2010) Dietary flavonol and flavone intakes and their major food sources in Chinese adults. *Nutr Cancer.* 2010;62(8):1120-1127. doi:10.1080/01635581.2010.513800
6. Scientific Opinion on Dietary reference values for water. (2010) *EFSA J.*, 8 (3).
7. Zehra Gulsunoglu, FundaKarbancioglu-Guler, KatleenRaes, MeralKilic-Akyilmaz. Soluble and insoluble-bound phenolics and antioxidant activity of various industrial plant wastes, *International Journal of Food Properties.* 2019; 22:1, 1501-1510 <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1656233>

УДК 663.47

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КРАФТОВОГО ПИВОВАРЕНИЯ В РОССИИ

А. Р. Стенина

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Пиво – это слабоалкогольный пенящийся напиток, который имеет характерный хмелевой аромат и обладает горьковатым привкусом. Пиво является одним из древнейших напитков, который потребляется человеком уже более 5000 лет, а основателями пивоварения принято считать древних египтян.

Благодаря приятному вкусу, тонизирующему жаждоутоляющему действию, пиво пользуется большим спросом у населения и во многих странах несколько не уступает крепким алкогольным напиткам [1].

Пиво способствует правильному обмену веществ, повышает усвояемость пищи, поскольку является хорошим эмульгатором пищи. Экстракт пива усваивается организмом в полном объеме, не вызывая побочных эффектов. В пиве содержится В2-рибофлавин, Н - биотин, В6 - пиридоксин и значительно больше витамина РР - ниацина. Калорийность пивасоставляет 42 ккал/100г. Состав пива представлен в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1

Основные вещества пива

Основные вещества	Количество, г/л
Углеводы	30–40
Белки	3–5
Алкоголь	35–40
Углекислый газ	4–5

Пивоваренная промышленность России за последние 10 лет была полностью реконструирована, появилось много новых крупнейших заводов, а технологические процессы, претерпев модернизацию, стали механизированы и автоматизированы. Несмотря на явные изменения, потребители все больше стали обращать внимание именно на частные пивоварни и небольшие заводы, которые изготавливают пиво по своим собственным рецептам.

Появление таких предприятий в России объяснимо, поскольку крупные пивоваренные компании стали производить пиво, ориентируясь вовсе не на потребителя, а на получение прибыли. На первое место выходит торговля, ведь гораздо удобнее иметь дело с продуктом, который может храниться долгие месяцы. Таким образом, сформировался определенный баланс соотношения предприятий, производящих обычное пиво и тех, у кого в ассортименте преимущественное положение занимает «живое» или «крафтовое» пиво. Стоит отметить, что слово «крафтовый» сегодня пользуется большой популярностью. Им обозначают не только пиво, но и другие продукты, если хотят подчеркнуть качество и эксклюзивный вкус.

На данный момент на территории Российской Федерации существует как минимум 57 различных стилей крафтового пива. Необходимо четко понимать: для того, чтобы начать производить крафтовое пиво – недостаточно просто иметь небольшую пивоварню с малыми объемами производимого продукта. В таком случае процессу должна приписываться особая философия, пивовар должен сделать все возможное для того, чтобы его продукт превзошел все возможные границы качества [2].

Рассмотрим основные отличия крафтового пива от обычного. Во-первых, объем выпускаемой продукции не должен превышать 700 млн литров в год. Это, в первую очередь,

связано не только с большими рисками оригинальности напитка, который может прийтись не по вкусу потребителю, но и возможностью удовлетворять запросы и пожелания клиентов.

Во-вторых, пивоварня не зависит от акционеров и инвесторов, так как носит частный характер. Для увеличения объемов продукции, возможно привлечение сторонних капиталов, но не более 25 % от основного капитала.

В-третьих, производители крафтового пива следуют лучшим традициям пивоварения. Даже несмотря на то, что каждый продукт является уникальным, в основе его лежит отработанный тысячелетиями состав, который не содержит добавок и примесей, снижающие расходы.

В процессе производства такого напитка используются необычные добавки, такие как: шоколад, цитрусовые, мёд, корица и прочие, благодаря чему потребитель может насладиться новыми авторскими сортами напитка.

Надо отметить, что цены крафтового пива весьма отличаются от обычного, поскольку включают в себя дорогие натуральные компоненты, правда хранится такое пиво значительно меньше, ведь при его производстве не добавляются консерванты.

Пенное крафтовое питье – вкусный продукт для ценителя. Существует мнение, что крафтовое пиво – это творческое самовыражение пивовара, как художника. Пивные сомелье предлагают новые пивные стили и особую культуру употребления. Для того, чтобы вкус и насыщенность напитка раскрылась в полном объёме, подаётся он в специальных бокалах, похожих на винные. Пить его нужно небольшими глотками, чтобы почувствовать всю палитру вкуса.

Крафт – это не любое пиво, произведенное каждым «мелким» пивоваром на любом оборудовании из любых натуральных компонентов. Это пиво из лучшего, отобранного сырья, приготовленное в строгом санитарном режиме с учетом множества тонкостей.

К сожалению многие крупные производители пива склонны к тому, как сделать продукт доступным, а от этого страдает качество напитка. Производители крафтового пива, наоборот, заботятся о том, чтобы продукт получился качественным и интересным для потребителей, такой пивовар не должен выпускать большие партии продукта, ведь основными его клиентами являются жители близлежащей к пивоварне территории. Для этого пивовары часто устраивают пивные дегустации и фестивали, где тысячи людей становятся фанатами пива определенного производителя [3].

Таким образом, крафт - это не просто вода, хмель, солод и дрожжи. Крафт – это уникальные рецептуры, созданные пивоваром, необычные сорта и удивительно разнообразные ингредиенты. Каждая варка – это эксперимент, и за каждым сортом стоит своя идея. Наступает эра крафтового пива. Небольшие пивоварни теснят заводы-гиганты, завоёвывают локальный рынок, насыщая его качественными напитками.

Список литературы

1. ГОСТ 31711-2012 Пиво. Общие технические условия[Электронный ресурс]. М. Стандартиформ, 2013. – 12 с. – Режим доступа: https://allgosts.ru/67/160/gost_31711-2012.
2. Главачек, Ф. Пивоварение. Пищевая промышленность / Ф. Главачек, А.М. Лхотский. – Спб.: Знание, 1977. – 623 с.
3. Особенности, виды и сорта пива крафт. Крафтовые пивоварни в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/posamogonu/osobennosti-vidy-i-sorta-piva-kraft-kraftovye-pivovarni-v-rossii-5b208ca93c50f72ab08dd132>.

УДК 634.739.2:637.413

ТЕХНОЛОГИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА ПИЩЕВОЙ МАТРИЦЫ – КОМПЛЕКСА ПОЛИФЕНОЛОВ КЛЮКВЫ С КОАГУЛИРОВАННЫМ ЯИЧНЫМ БЕЛКОМ

И. Л. Стефанова*, Е. В. Кропачева*, А. Ю. Клименкова*, Н. В. Мотина*,
И. Б. Перова**, В. К. Мазо*

* Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей
промышленности, р.п. Ржавки, Россия

** Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи,
г. Москва, Россия

Использование новых биотехнологических подходов, направленных на получение функционального пищевого ингредиента (ФПИ) - комплекса антоцианинов клюквы с коагулированным яичным белком, повышение биодоступности растительных полифенолов, обладающих доказанными гипополипидемическим действиями, а также положительным влиянием на углеводный обмен [1, 2], позволит расширить ассортимент ФПИ и специализированных пищевых продуктов (СПП) на их основе с целью профилактики нарушений метаболизма. Нами проведены исследования по разработке технологии, в основе которой лежит комплексообразование полифенолов с пищевыми белками в процессе коагуляции. Образующийся в результате агрегации белков сгусток является ФПИ с повышенной вкусовой привлекательностью в составе СПП.

На первом этапе исследований была установлена величина pH смеси яичного белка (ЯБ) с клюквенным соком (КС) в зависимости от соотношения ЯБ:КС при температуре смеси $20 \pm 2^\circ$, обеспечивающей коагуляцию яичного белка в соответствии с разработанной ранее технологией [3].

В целях оптимизации процесса комплексообразования определяли pH смеси ЯБ-КС при различных соотношениях компонентов и температурах нагрева. Так же определяли рациональную концентрацию КС при использовании 100%-го и разбавленного 50%-го сока.

Значения pH смеси ЯБ с 100%-ным КС в соотношениях ЯБ:КС 90:10; 85:15; 80:20 составили $5,84 \pm 0,10$; $5,40 \pm 0,10$; $5,47 \pm 0,25$ соответственно. Полученные результаты свидетельствовали, что введение КС обеспечивало значение pH смеси, необходимое для коагуляции ЯБ в процессе теплового нагрева.

Суммарное содержание антоцианинов в составе комплексов с коагулированным белком при использовании 100%-ного КС при соотношениях ЯБ:КС 90:10, 85:15, 80:20 составило соответственно (0,75; 2,31; 3,69) мг-экв./100 г. При использовании 50%-ного КС и соотношениях ЯБ : КС 80:20 и 60:40 суммарное содержание антоцианинов в полученных пищевых матрицах составило соответственно – 0,58 и 4,07 мг-экв./100 г.

Конечную температуру коагуляции смеси ЯБ-КС для проведения целенаправленной сорбции антоцианинов в ходе тепловой обработки определяли при нагревании смеси ЯБ:КС - 80:20 до температур 80, 82, 84, 86 °С в лабораторном стенде на базе измельчителя-смесителя ИС-5. Полученные сгустки отделяли от сыворотки.

Профиль индивидуальных антоцианинов в составе пищевых матриц, полученных при температуре коагуляции 82 °С при различных соотношениях ЯБ:КС, представлен в основном цианидин-3-галактозидом (22,0%), цианидин-3-арабинозидом (19,6%), пеонидин-3-галактозидом (34,0%) и пеонидин-3-арабинозидом (15,2%) (табл. 1).

Таблица 1

Профиль антоцианинов в составе ПМ в зависимости от соотношения ЯБ:КС при температуре коагуляции 82°C

Антоцианины	Соотношения ЯБ:КС				
	90:10*	85:15*	80:20*	80:20**	60:40**
	Содержание, % от суммы антоцианинов				
Цианидин-3-галактозид	22,3	22,3	22,9	18,7	22,3
Цианидин-3-глюкозид	2,5	2,0	2,1	2,2	1,9
Цианидин-3-арабинозид	21,1	19,2	19,6	16,8	19,7
Пеонидин-3-галактозид	32,3	34,5	34,0	37,1	33,8
Пеонидин-3-глюкозид	5,6	6,5	6,2	7,2	6,4
Пеонидин-3-арабинозид	16,2	15,4	15,2	18,1	15,8
Мальвидин-3-арабинозид	следы	следы	следы	следы	следы

* - при добавлении 100 %-ного клюквенного сока

** - при добавлении 50 %-ного клюквенного сока

Результаты определения суммарного содержания антоцианинов и их профиля в составе получаемых пищевых матриц в зависимости от конечной температуры коагуляции представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Содержание антоцианинов в ПМ в зависимости от конечной температуры коагуляции

Температура коагуляции, °C	100% сок	80	82	84	86
Сумма антоцианинов, (мг/100 г *)	17,56	3,14	3,79	2,97	1,96

*В пересчете на сухой продукт

Таблица 3

Профиль антоцианов в ПМ в зависимости от температуры коагуляции

Антоцианины	Температура коагуляции, °C			
	80	82	84	86
	Содержание, % от суммы антоцианов			
Цианидин-3-галактозид	21,1	21,8	21,8	19,1
Цианидин-3-глюкозид	1,9	2,0	1,9	3,1
Цианидин-3-арабинозид	18,7	19,6	19,1	17,1
Пеонидин-3-галактозид	35,2	34,1	34,6	36,3
Пеонидин-3-глюкозид	6,8	6,5	6,7	7,4
Пеонидин-3-арабинозид	16,3	16,0	15,9	17,0
Мальвидин-3-арабинозид	следы	следы	следы	следы

Результаты органолептической оценки пищевых матриц, получаемых при использовании КС, показали, что при введении 100%-ного КС более 25 % к массе белка появляется горьковатый привкус и выраженный фиолетовый оттенок продукта, в то время как при введении сока в количестве 20%, продукт имеет розоватый цвет, ягодный запах и

приятный вкус (рис. 1). При использовании 50%-ного КС продукт отличается серовато-сиреневым цветом и более выраженной горчинкой во вкусе.

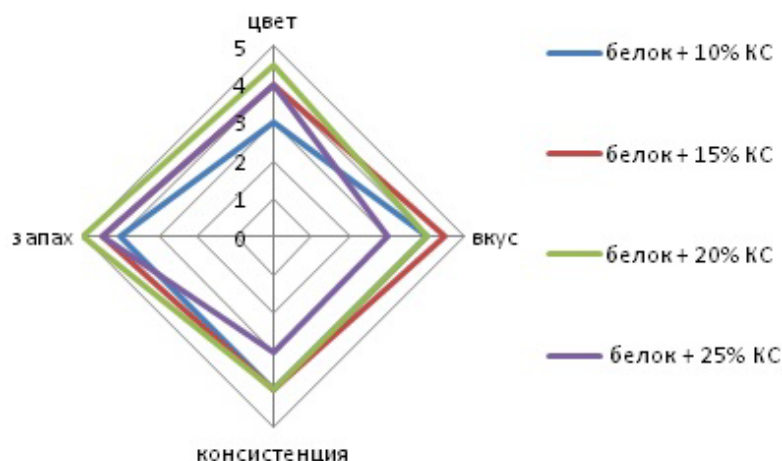


Рис. 1. Профилограмма органолептической оценки ПМ

Заключение.

Разработан новый технологический подход, включающий направленное извлечение и концентрирование антоцианинов из ягод клюквы в составе комплекса с коагулированным яичным белком. Установлены рациональные условия комплексования антоцианинов клюквенного экстракта с яичным белком в процессе его коагуляции. Разработанная технология обеспечивает получение ФПИ, обогащенных антоцианами при минимальном содержании легко усвояемых простых углеводов и их включения в состав яйцепродуктов профилактического назначения.

На основании полученных данных были определены оптимальные условия сорбции: использование для приготовления смеси 100%-ный клюквенный сок в соотношении ЯБ:КС-80:20, температура нагрева $82 \pm 1^\circ\text{C}$. Суммарное содержание антоцианов в составе комплекса составило 3,79 мг/100 г, что соответствовало 73,8% от их исходного содержания в КС. Профиль антоцианинов представлен в основном цианидин-3-галактозидом, пеоидин-3-галактозидом.

Работы выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ 16-16-04047-П.

Список литературы

1. Paquette M. Strawberry and cranberry polyphenols improve insulin sensitivity in insulin-resistant, non-diabetic adults: a parallel, double-blind, controlled and randomised clinical trial / M. Paquette, A.S. Medina Larqué, S.J. Weisnagel, Y. Desjardins, J. Marois, G. Pilon, S. Dudonné, A. Marete, H. Jacques // British Journal of Nutrition, Feb; - 2017 - vol. 117(4), - pp 519-531.
2. Chew B. Chronic consumption of a low calorie, high polyphenol cranberry beverage attenuates inflammation and improves glucoregulation and HDL cholesterol in healthy overweight humans: a randomized controlled trial / B. Chew, B. Mathison, L. Kimble et al.// European Journal of Nutrition, - 2019- vol. 58(3) - pp. 1223–1235.
3. Стефанова И.Л. Технология производства новых яйцепродуктов, обогащенных функциональными ингредиентами / И.Л. Стефанова, В.К. Мазо, А.Ш. Кавтарашвили, Л.В. Шахназарова, А.Ю. Клименкова // Птица и птицепродукты. - 2019. - №1 – С.19-22

УДК 637.524.26

ОВСЯНОЕ ТОЛОКНО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

А. Д. Стрельченко

Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт, посёлок Рыбное, Россия

Известно, что продукты на основе мясного сырья являются важной частью структуры продовольственной безопасности страны.

На сегодняшний день мясоперерабатывающая промышленность решает вопросы по разработке производства новых многокомпонентных продуктов. Для создания таких продуктов необходимо применять различные виды добавок, они вносятся с целью оптимизации мясного сырья, а также для повышения пищевой и биологической ценности, улучшения органолептических показателей, усиления функциональных свойств [1].

Произведя анализ современной теории питания, можно сделать вывод, что каждодневный рацион человека должен включать сбалансированное количество питательных веществ, а также продукты богатые пищевыми волокнами. Следует отметить, что роль пищевых волокон в питании возрастает, в связи с благоприятным влиянием на ЖКТ человека. В связи с этим обогащение продуктов, полезными добавками, получило распространение в промышленном производстве продуктов [2]. Сочетание мясного и растительного сырья наиболее полно соответствует формуле сбалансированного питания. Комбинация полезных свойств мясных и растительных продуктов позволяет получать гармоничные по составу и свойствам продукты [1]. Такие продукты отличаются своими функциональными свойствами. В мясе содержится белок, который богат незаменимыми аминокислотами, а растительное сырье богато полезными для организма пищевыми волокнами, а также полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами группы В, антиоксидантами, β -каротинами, олигосахаридами и минеральными веществами, в том числе кремний.

Поэтому включение в мясную рецептуру растительных добавок, для создания комбинированных продуктов питания, позволяет расширить не только ассортимент продукции, но и сбалансировать по функциональным свойствам готовый продукт.

К таким продуктам относится овсяное толокно, которое богато не только пищевыми волокнами, но и полезными веществами, такими как лецитин. Известно, что лецитин питает всю нервную систему человека, и является одним из главных структурных компонентов миелиновой нервных волокон (около 30% мозга и 17% нервов состоят из лецитина). Известно, что нехватка лецитина в организме человека проявляется в таких симптомах как ослабления внимания, повышенная утомляемость, раздражительность, дефицита внимания, бессонница, нервного истощения, ухудшения памяти, депрессия [3].

Необходимо отметить, что мясные продукты с добавлением овсяного толокна являются универсальными продуктам, которые позволяют не только получить качественный сбалансированный по аминокислотному составу продукт, но и снизить себестоимость продукции, что тем самым приведет к увеличению рентабельности производства без потери в качестве.

Паштет с добавлением овсяного толокна можно использовать для расширения ассортимента мясных продуктов и удовлетворения спроса населения.

С целью подтверждения результатов лабораторных исследований необходимо было исследовать оптимизированную рецептуру паштета повышенной пищевой ценностью. В качестве контрольного образца, использовали паштет «Нежный» по ГОСТ 55334.

Рецептуры исследуемых образцов паштет «Нежный» и паштет с овсяным толокном представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Рецептуры образцов мясной хлеб «Любительский» и мясной хлеб
с семенами льна и тыквы**

Наименование сырья, пряностей и материалов	Паштет «Нежный»	Паштет с овсяным толокном
Сырье, кг на 100 кг готового продукта		
Говядина жилованная 1 категории, бланшированная	20	20
Свинина жилованная жирная бланшированная	50	45
Толокно овсяное	-	15
Печень жилованная говяжья бланшированная	20	15
Мука пшеничная	5	-
Молоко сухое (обезжиренное)	3	3
Яйца куриные	2	2
Итого	100	100
Пряности и материалы, г на 100 кг сырья		
Соль поваренная пищевая	1500	1500
Сахар песок	510	510
Перец черный	480	480
Корица молотая	210	210
Орех мускатный молотый	45	45
Примечание		
Бульон, %	20	20

На этапе исследования были изучены общие физико-химические и органолептические показатели исследуемых образцов. Введение овсяного толокна в исследуемый образец приводит к смещению pH в область более высоких значений и составила 6,7 (в контрольном 5,8), это можно объяснить тем, что семена льна и тыквы имеют более высокие значения pH, тем самым увеличивает показатели ВСС и ВУС и составили 69,3 и 89,2 % (в контрольном 62,8 и 79,4 %). Высокие значения ВУС исследуемого образца с овсяным толокном оказывает положительное влияние на консистенцию паштета.

Органолептическая оценка производилась по пяти балльной шкале. По органолептическим показателям необходимо отметить, что опытный образец содержал оптимальное соотношение ингредиентов и получил по итогам дегустационной комиссии наибольшее количество положительных оценок.

Таким образом, проведенная опытная проверка использования толокна овсяного при производстве паштета, позволяет получить продукт высокого качества со стабильными характеристиками.

Список литературы

1. Шилов, В. Н. Здоровое питание. Практические советы [Текст] / В. Н. Шилов, В. П. Мицко. - М.: Парус, Равновесие, 2006. - 237 с
2. Антипова, Л. В. Химия пищи. Книга 1: Белки: структура, функции, роль в питании [Текст].: учебник для вузов / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко, Н.А. Жеребцов // в 2 кн. Кн. 1 М.: Колос, 2000. - 384 с.
3. Зенкова, А.Н. Овсяная крупа и хлопья - продукты повышенной пищевой ценности [Текст].: / А.Н. Зенкова, И.А. Панкратьева, О.В. Политуха // Хлебопродукты. - 2012.- №11. - С.60-62..

УДК 577.151.62

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАПСУЛИРОВАННОГО ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА L-ФЕНИЛАЛАНИН- АММОНИЙ-ЛИАЗЫ

О. О. Бабич***, С. А. Иванова*, С. А. Сухих**

* Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

** Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, г. Калининград, Россия

Введение. Среди наследственных метаболических заболеваний в отдельную группу входят заболевания, связанные с нарушением аминокислотного обмена. На сегодняшний день известно около 90 наследственных дефектов обмена аминокислот (первичных аминокислоропатий), среди которых и фенилкетонурия (PKU). Фенилкетонурия, хотя и считается редким наследственным заболеванием, но для Российской Федерации и многих других стран является актуальной проблемой здравоохранения. Частота распространения фенилкетонурии среди детей в мире в среднем составляет один случай из 10000 новорожденных и варьируется от 1:200000 (Тайланд) до 1:4370 (Турция). Наиболее часто встречается классическая форма фенилкетонурии, при которой на сегодняшний день диетотерапия является единственным эффективным методом лечения [1].

Наиболее перспективным является использование в лечении фенилкетонурии фермента L-фенилаланин-аммоний-лиазы (PAL), как в форме инъекций, так и капсул/таблеток, расщепляющего фенилаланин до безопасных продуктов, наиболее значимые результаты получены, компанией Biomarin Pharmaceutical Inc в рамках реализации национальной программы США [2].

Терапевтическое применение PAL ограничено из-за его протеолитической неустойчивости и иммуногенности. Отсутствие отработанных технологий очистки и стабилизации, а также устойчивой формы, гарантирующей сохранность фермента до непосредственной реакции с фенилаланином, особенно в условиях кислотной среды желудка, отсутствуют [3].

Целью работы являлось изучение токсикологических показателей безопасности капсулированного ферментного препарата L-фенилаланин-аммоний-лиазы.

Материалы и методы исследований. В исследовании использовали шесть типов капсул.

Все капсулы включали по 100 мг L-фенилаланин-аммоний-лиазы.

Для изучения цитотоксичности капсулированного ферментного препарата PAL использовали МТТ-тест, базирующийся на способности митохондриальных дегидрогеназ превращать водорастворимый 3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенил-2Н-тетразолиум бромид (МТТ) в формазан, способствующий кристаллообразованию во полости клетки.

Цитотоксичность капсулированного ферментного препарата оценивали по формуле:

$$C = 1 - \frac{N_o}{N_k} \cdot 100 \%,$$

где N_o – оптическая плотность в опытных пробах,

N_k – оптическая плотность в контроле.

Канцерогенность капсулированного ферментного препарата PAL изучали с использованием известного теста Эймса, использующего бактерии *Salmonella typhimurium* в качестве тест объекта.

Мутагенность капсулированной формы PAL определяли методом ДНК-комет в соответствии с МР 4.2.0014-10.

Результаты исследований и их обсуждение. Из токсикологических показателей безопасности капсулированного ферментного препарата PAL интерес представляют: канцерогенность, мутагенность, репродуктивная токсичность и эмбриотоксичность.

Результаты изучения канцерогенности капсулированной формы L-фенилаланин-аммоний-лиазы представлены на рис. 1.

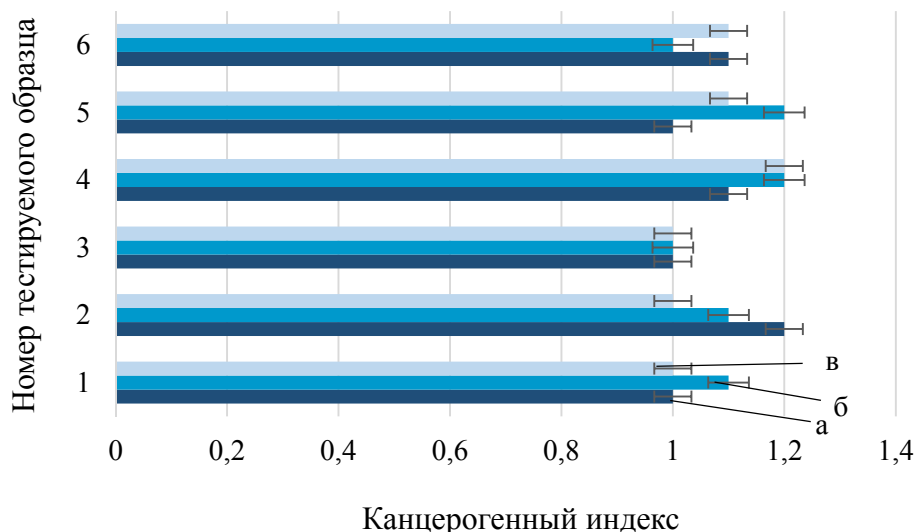


Рис. 1. Результаты тестирования канцерогенности капсулированной формы L-фенилаланин-аммоний-лиазы: а – масса PAL 25 мг, б – масса PAL 50 мг, в – масса PAL 100 мг

Данные рис. 1 свидетельствуют о том, что капсулированная форма L-фенилаланин-аммоний-лиазы не обладает канцерогенным эффектом.

Результаты изучения цитотоксичности по отношению к раковым клеткам капсулированной формы PAL отражены на рис. 2.

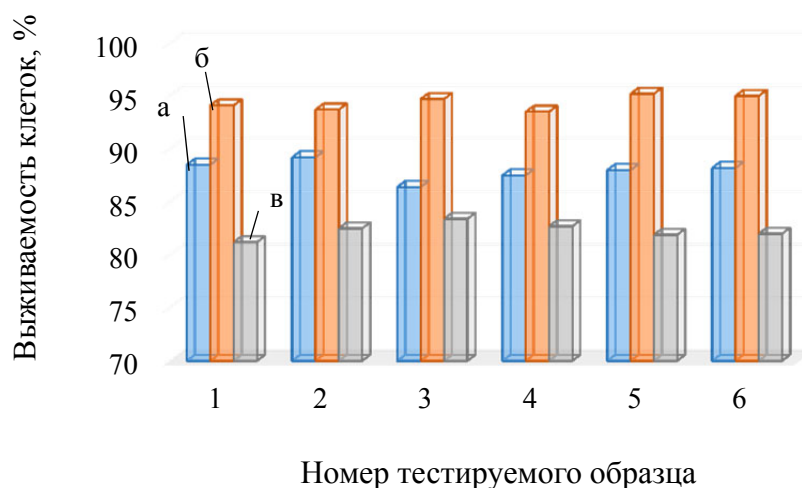


Рис. 2. Результаты тестирования цитотоксичности капсулированной формы L-фенилаланин-аммоний-лиазы (масса PAL 20 мг): а – клеточная линия PANC-1, б – клеточная линия ЛБР2, в – клеточная линия MDAMB-231

Из рис. 2 очевидно наличие у фермента цитотоксических свойств по отношению к раковым клеткам. С увеличением содержания PAL в капсулах выживаемость клеток во всех вариантах эксперимента снижается: для клеток PANC-1 – с 88,0 % (масса PAL 20 мг) до

16,0 % (масса PAL 100 мг); для клеток ЛБР2 – с 94,4 % до 19,3 %, для клеток MDAMB-231 – с 82,3 % до 13,5 %.

Результаты изучения мутагенности капсулированной формы L-фенилаланин-аммоний-лиазы свидетельствуют о том, что у фермента PAL не обнаружено мутагенных свойств, поскольку % ДНК в хвосте комет (4,4 % – 5,2 %) соизмерим с данной величиной в контроле (4,6 %). Для перекиси водорода показан выраженный мутагенный эффект по отношению к лимфоцитам периферической крови, % ДНК в хвосте комет составляет 49,0 %.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что капсулированная форма L-фенилаланин-аммоний-лиазы не оказывает влияния на подвижность сперматозоидов мыши, на их функциональную активность, а также на функциональное состояние их мембран. Следовательно, капсулированная форма PAL не обладает репродуктивной токсичностью.

Результаты изучения эмбриотоксичности капсулированной формы L-фенилаланин-аммоний-лиазы на зародышах мыши приведены на рисунке в таблице 1.

Таблица 1

Влияние капсулированной формы L-фенилаланин-аммоний-лиазы на количество бластоцист, находящихся в процессе хетчинга

Номер образца капсулы	Доля бластоцист, находящихся в процессе хетчинга, %		
	масса PAL 25 мг	масса PAL 50 мг	масса PAL 100 мг
Контроль (без PAL)	92,7±4,6	92,7±4,6	92,7±4,6
1	93,4±4,7	93,1±4,7	92,9±4,6
2	92,9±4,6	92,9±4,6	93,4±4,7
3	92,8±4,6	92,6±4,6	93,2±4,7
4	93,5±4,7	93,0±4,7	92,9±4,6
5	92,5±4,6	92,4±4,6	92,6±4,6
6	93,0±4,7	92,7±4,6	92,5±4,6

На основании анализа таблицы 1 сделан вывод об отсутствии у капсулированной формы L-фенилаланин-аммоний-лиазы эмбриотоксичности, поскольку фермент не оказывает влияния на общую клеточную массу зародышей мыши и на количество бластоцист, покинувших защитную оболочку.

Таким образом, в результате проведенных *in vitro* исследований показано, что капсулированная форма L-фенилаланин-аммоний-лиазы является безопасной в токсикологическом аспекте: не проявляет канцерогенности, мутагенности, репродуктивной токсичности и эмбриотоксичности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-08-00444.

Список литературы

1. Thakur, N. A comprehensive review on floating oral drug delivery system / N. Thakur, et al. // Drug Invention Today. – 2010. – Vol. 2, № 37. – P. 328–330.
2. Babich, O. Study of the potential of the capsule shell based on natural polysaccharides in targeted delivery of the L-phenylalanine ammonia-lyase enzyme preparation / O. Babich, et al. // Pharmaceuticals. - 2020. - Vol. 13, № 4. - P. 63.
3. Babich, O. The effectiveness of plant hydrocolloids at maintaining the quality characteristics of the encapsulated form of L-phenylalanine-ammonia-lyase / O. Babich, et al. // Heliyon. - 2020. - Vol. 6, № 1. - P. e03096.

УДК 602.4

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *Pyrenophora tritici-repentis* ПО ГЕНАМ ЭФФЕКТОРАМ *ToxA* И *ToxB*

К. Е. Тепомес*, О. Б. Иванченко*, Н. В. Мироненко**

* Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия

** Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
г. Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время актуальна проблема развития желтой пятнистости у большинства сортов пшеницы. Вызвана данная болезнь грибом *Pyrenophora tritici-repentis* и может оказать негативное влияние на экономику большинства стран, так как при ее наличии потери урожая могут составить более 50%. Данный грибок вырабатывает токсины эффекторы белкового происхождения, вызывающие некроз (Ptr ToxA) и хлороз (Ptr ToxB) у листьев пшеницы. Чтобы проверить наличие этих генов в изолятах гриба, были клонированы гены *ToxA* и *ToxB* и разработаны для них праймеры [1].

Наиболее часто в России можно встретить изоляты *P. tritici-repentis*, имеющие в геноме ген *ToxA*: 95% изолятов в Краснодарской популяции и 50% - в северо-западной [2, 4]. Данные изоляты вызывают симптомы в виде некротических пятен на листьях восприимчивых сортов пшеницы, несущих ген восприимчивости *Tsn1*. Ген *ToxA* появился совсем недавно в геноме гриба. Произошло это в результате горизонтального переноса от родственного вида гриба, возбудителя септориоза пшеницы – *Stagonospora nodorum*.

Ген *ToxB* - кодирует токсин Ptr ToxB, который индуцирует хлорозы у сортов с геном восприимчивости *Tsc2*.

До недавнего времени мы не могли найти изоляты с геном *ToxB* по всей России, однако во время поисков новых изолятов для изучения данной болезни, нами были получены уникальные гербарные листья пшеницы из Греции [2, 3, 4]. В выделенных изолятах из этих листьев нами был обнаружен редкий ген *ToxB*, который был использован в качестве положительного контроля для анализа популяций патогена. Изучение гена *ToxB* и распространения его в популяциях патогена представляет фундаментальную проблему, так как существует реальная опасность его занесения на территорию России.

В наши задачи входил анализ двух популяций *P. tritici-repentis* на присутствие этих генов. Материалом для исследования мы выбрали изоляты из популяции Северо-Запада России (Псковская область) и Греции. Мы проводили выделение изолятов по методике, описанной в статье [5]. ДНК выделяли методом СТАВ. Диагностику генов *ToxA* и *ToxB* проводили методом мультиплексной ПЦР с использованием праймеров:

ToxA (TA51 F: GCGTTCTATCCTCGTACTTC; TA52 R: GCATTCTCCAATTTTCACG);

ToxB (TB71 F: GCTACTTGCTGTGGCTATC; TB60 R: АСТААСААСGTCCTCCACTTTG).

Продукты ПЦР были разделены в 1.7 % агарозном геле, окрашены бромистым этидием, и документированы в системе BioDocII.

Так же была проведена мультиплексная ПЦР на оба гена. Мы взяли 25 изолятов из Псковской популяции и 20 изолятов из Греческой популяции гриба. Примеры диагностики генов *ToxA* и *ToxB* в разных популяциях приведены на рис.1 и 2. В Псковской популяции ген *ToxB* нами не обнаружен, 9 изолятов имели ген *ToxA*, 16 изолятов не имели обоих генов. В Греческой популяции все тестируемые 20 изолятов имели ген *ToxB*, в то же время ген *ToxA* у них не выявлен.

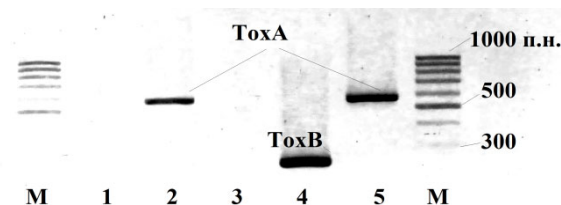


Рис. 1. Диагностика генов *ToxA* и *ToxB* изолятов Псковской популяции *P. tritici-repentis* методом мультиплексной ПЦР. М – маркер молекулярных весов 1 kb (Fermentas). Обозначения: изоляты 1-13 из Псковской популяции *P. tritici-repentis*; *ToxA*⁺ - изолят из краснодарской популяции использован в качестве положительного контроля на ген *ToxA*; *ToxB*⁺ - изолят из Греческой популяции использован в качестве положительного контроля на ген *ToxB*; Н2О – негативный контроль ПЦР без добавления ДНК. Размеры диагностических фрагментов: *ToxA* – 573 п.н., *ToxB* – 232 п.н.

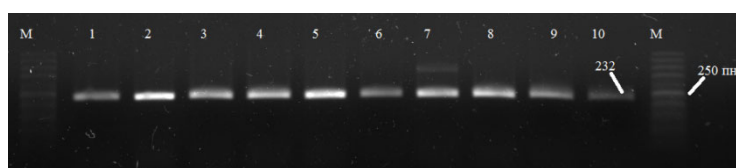


Рис.2 Диагностика гена *ToxB* в изолятах греческого происхождения. Диагностический размер продукта амплификации гена *ToxB* – 232 п.н. Обозначения: М – маркеры молекулярных весов 50 п.н. 1-10 – изоляты *P. tritici-repentis* из греческой популяции

В результате работы можно сделать вывод о разнице структуры двух отдаленных друг от друга популяций гриба по генам *ToxA* и *ToxB*. Результат нашей оценки частоты гена *ToxA* в Псковской популяции составляет 32% изолятов. Данный результат подтверждает данные, которые были получены по Северо-западу Российской Федерации и имели в наличии ген *ToxA* [3]. Популяция из Греции оказалась уникальной по наличию генов эффекторов в изолятах – 100% изолятов имели ген *ToxB*, ген *ToxA* при этом отсутствовал.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-04-00128а.

Список литературы

1. Andrieu R. M., Pandelova I., Ciuffetti L. M. A combination of phenotypic and genotypic characterization strengthens *Pyrenophora tritici-repentis* race identification // *Phytopathology*. 2007. 97: 694—701.
2. Мироненко Н.В., Баранова О.А., Коваленко Н.М., Михайлова Л.А. Распространение гена *ToxA* в популяциях *Pyrenophora tritici-repentis* на Северном Кавказе и северо-западе России // *Микол. и фитопатол.*, 2015, том 49, вып.5, с.325-329
3. Мироненко Н.В., О.А. Баранова, Н.М. Коваленко, Л.А. Михайлова, Л.П. Россеева. Генетическая структура популяций *Pyrenophora tritici-repentis*, существующих на территории России, по микросателлитным маркерам // *Генетика*, 2016, том 52, № 8, с. 885–894
4. Мироненко Н.В., Баранова О.А., Коваленко Н.М. Характеристика географически отдаленных популяций *Pyrenophora tritici-repentis* по вирулентности и генам токсинообразования *ToxA* и *ToxB*// *Вестник защиты растений*, 1(99) – 2019, с. 24–29. [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-24-29](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-24-29)
5. Михайлова Л.А., Гуляева Е.И., Кокорина Н.М. Лабораторные методы культивирования возбудителя желтой пятнистости пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis* // *Микология и фитопатология*. 2002. Т. 36, вып. 1. С. 63-67.

УДК 637.144.5

ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ НИЗКОЛАКТОЗНЫХ ПРОДУКТОВ

Н. А. Тихомирова, Б. Т. Нгуен

*Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва, Россия

Значительная часть взрослого населения мира (почти 75%) не может переваривать лактозу из-за генетической недостаточности фермента лактазы (β -галактозидазы) [1]. Активность лактазы наиболее высока в младенчестве и снижается после отлучения от груди у большинства млекопитающих, включая большинство людей. Уровни β -галактозидазы у взрослых млекопитающих составляют только 1/10 от младенческого возраста. Отмечено, что распространенность дефицита лактазы у взрослых людей сильно различается между расами. В качестве примера: у жителей Северной Европы от 5 до 15% встречается непереносимость лактозы, а среди африканцев и азиатов более 70% испытывают дефицит этого фермента [2]. Если лактоза переваривается не полностью, она может ферментироваться бактериями толстой кишки, появляются такие симптомы пищеварительной системы, как метеоризм, диарея, рвота, боли в кишечнике. На современном этапе в отечественной и зарубежной практике проводятся исследования и внедряются в производство продукты для потребителей с проблемами усвоения молочного сахара, среди них - низко- и безлактозные молочные продукты [1].

Лактоза может быть гидролизован химическим путем (кислотный гидролиз) или с помощью ферментов. По сравнению с химическим гидролизом, ферментный гидролиз имеет несколько преимуществ: отсутствие побочных продуктов, отсутствие разложения соединений в молочных продуктах, отсутствие дополнительных неприятных привкусов, запахов и цветов, а также возможность управлять процессом ферментации и инактивировать фермент тепловой обработкой в рамках применяемых температурных режимов пастеризации. Кроме того, молоко, обработанное ферментом, сохраняет свою первоначальную пищевую ценность, особенно потому, что глюкоза и галактоза не удаляются. Более того, по сравнению с лактозой, моносахариды, образующиеся при гидролизе лактозы, ферментируются легче, и это приводит к сокращению времени от добавления закваски до получения желаемого низкого pH в некоторых кисломолочных продуктах, таких как творог и йогурты. Кроме того, глюкоза и галактоза значительно увеличивают сладость продуктов (около 50%), что приводит к снижению его калорийности. В пищевой промышленности гидролиз лактозы применяется не только для производства низко- и безлактозных продуктов, но также используется для уменьшения кристаллизации лактозы при производстве мороженого и сгущенного молока, в переработке молочной сыворотки. Поэтому использование ферментов для гидролиза лактозы очень важно в пищевых и экологических целях [1]. В 1970-х гг. были получены первые коммерческие ферментные препараты β -галактозидазы и с этого периода проводятся исследования по использованию гидролиза лактозы в производстве с начала продуктов детского и лечебного питания, а с начала 21 века для широкого круга потребителей.

β -галактозидаза (лактаза) - фермент из класса гидролаз, подкласса гликозил-гидролаз. Она широко распространена во многих биологических системах, например: микроорганизмы, ткани растений и животных [2]. В настоящее время микроорганизмы становятся важным источником для производства коммерческих препаратов ферментов лактазы, которые предполагают ряд преимуществ, таких как простота переработки, высокая продуктивность, что приводит к снижению затрат, высокая активность, легкость ферментации и высокая стабильность, чем другие. β -галактозидаза встречается у множества микроорганизмов, включая дрожжи, грибы, бактерии и актиномицеты [2]. β -галактозидазы, используемые в промышленных масштабах для производства пищевых продуктов, должны иметь статус GRAS (Generally Regarded as Safe) – должны быть признаны безвредными.

Наибольший коммерческий потенциал имеют ферменты, полученные из грибов (*Aspergillus oryzae* и *Aspergillus niger*) и дрожжей (*Kluyveromyces lactis* и *Kluyveromyces fragilis*) [1].

На активность β -галактозидазы может влиять несколько факторов, включая температуру, pH, давление, концентрацию реагентов и присутствие ионов металлов. Кроме того, в зависимости от источника фермента (растительный, животный или микробиальный) β -галактозидаза может проявлять разные свойства с множеством потенциальных технологических применений. Выбор подходящего происхождения ферментного препарата лактазы зависит от режимов процесса гидролиза лактозы (температура, продолжительность, pH,...)[1].

На кафедре технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения ФГБОУ ВО МГУПП авторами проводятся исследования по изучению свойств коммерческих ферментов лактазы. Для ферментативного гидролиза лактозы в кисломолочной продукте были проведены исследования коммерческих препаратов лактазы и был выбран фермент «Максилакт-2000», изготавливаемый из *K. lactis*, производящийся компанией DSM. В результате эксперимента, отмечено, что оптимальные режимы для достижения степени гидролиза лактозы до 90%: продолжительность процесса гидролиза составляет $(4,0 \pm 0,5)$ ч, температура (37 ± 2) °C, концентрация фермента - $(0,16 \pm 0,02)$ % (рис. 1 и 2).

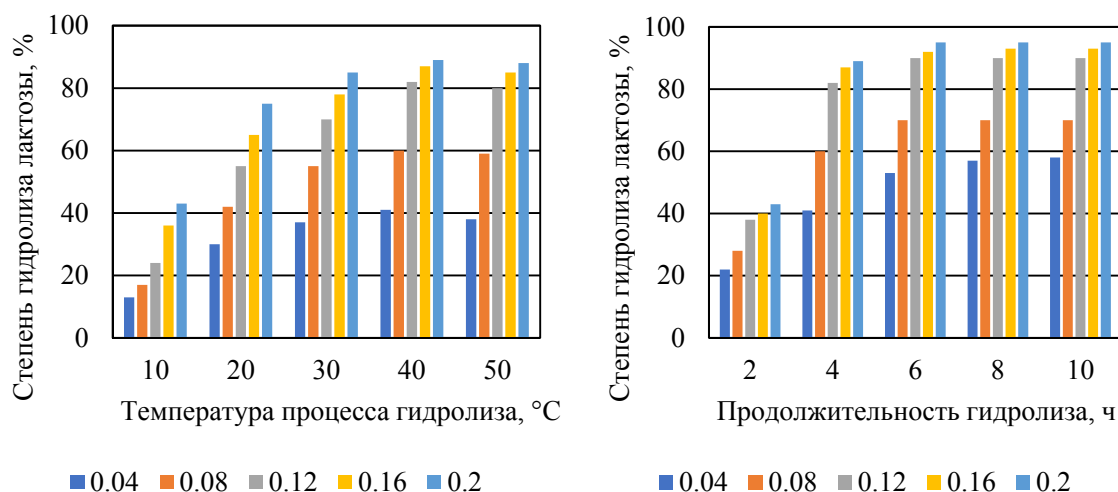


Рис. 1. Влияние температуры гидролиза и дозы фермента на степень гидролиза

Рис. 2. Влияние времени гидролиза и дозы фермента на степень гидролиза

β -галактозидаза – один из важных ферментов, используемых в пищевой промышленности. Дальнейшие исследования этого фермента помогут решить проблемы, связанные с пищевыми продуктами и позволяют более эффективно использовать ее во промышленных процессах при производстве низко- и безлактозных продуктов, в том числе кисломолочных.

Список литературы

1. Mlichova, Z. Current trends of β -galactosidase application in food technology / Z. Mlichova, M. Rosenberg // Journal of Food and Nutrition Research. – 2006. – Vol. 45. – p. 47-54.
2. Lactase [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://vi.wikipedia.org/wiki/Lactase> (дата обращения: 24.09.2020).

УДК 641.561:641.1

СПОРТИВНЫЙ НАПИТОК АНТИОКСИДАНТНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

В. О. Толмачев, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

Профессиональный спорт направлен на достижения максимальных результатов в соревнованиях, при этом организм спортсмена функционирует на пределе физиологических возможностей, что требует обязательной нутриологической поддержки на подготовительном, предсоревновательном, соревновательном и восстановительном периодах [1]. В рацион питания спортсменов вводят специализированные продукты питания с наличием биологически активных веществ функциональной направленности, способствующих повышению физической работоспособности, адаптации, снижению утомляемости [2]. На отечественном потребительском рынке спортивного питания в основном присутствует пищевая продукция зарубежного производства, в связи с этим, актуальным представляется разработка специализированных пищевых продуктов [3]. Особое внимание уделяется спортивным продуктам антиоксидантного действия. Это связано с тем, что в запуске механизма развития утомления в результате физических нагрузок важную роль играет процесс накопления продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), повреждающих клеточные структуры, препятствуют этим процессам действие системы антиоксидантной защиты организма, но вместе с тем, этого недостаточно без дополнительного поступления антиоксидантов из вне (с пищей) [4]. Механизм действия антиоксидантов связан с коррекцией звеньев метаболических процессов, при этом известны антиоксиданты, обладающие энерготропным эффектом - тормозящим накопления продуктов ПОЛ, что способствует защите клеток от разрушения [5]. С другой стороны, защитный механизм антиоксидантов обусловлен обезвреживанием активных форм кислорода в результате прерывания механизма образования свободных радикалов [6].

В качестве источника антиоксидантов используется растительное сырье.

Целью исследования является разработка спортивного напитка на основе минеральной воды "АРДВИ", обогащенной растительным экстрактом люцерны (БАД "Эрамин").

Объекты исследований: минеральная вода "АРДВИ", БАД "Эрамин", спортивный напиток, обогащенный БАД "Эрамин", лабораторные животные (белые крысы).

Исследования показателей качества минеральной воды и спортивного напитка проводили на соответствия требованиям: ТР ТС 021/2011, СанПиН 2.6.1.2523-09, ТУ 9185-004-37881001-12.

Все исследования проводили по общепринятым методикам: антиоксидантную активность - потенциометрическим методом, кремневую кислоту - фотометрическим, флавоноиды - хроматографическим методом, осмоляльность согласно ГОСТ Р 55578-2013.

Все исследования проводили в 5-ти кратной повторности, уровень доверительной вероятности составил 99%.

В результате исследований установлено, что минеральная вода по соотношению ионов и катионов магния и кальция относится к гидрокарбонатным магниевую-кальциевой с содержанием биологически активного вещества в физиологически значимой дозе от 25 до 70 мг/дм³. Все исследуемые показатели безопасности соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011, СанПиН 2.6.1.2523-09.

Разработан спортивный напиток на основе минеральной воды "Ардвн", обогащенный БАД "Эрамин" (экстракт люцерны посевной, обогащенный 10 микроэлементами).

Технология напитка традиционная и состоит из следующих этапов: приемка сырья, приготовление купажного и пастеризация купажного сиропа, приготовление напитка, внесение велькорина, розлив, укупорка и маркировка.

Органолептические показатели спортивного напитка представлены в таблице 1.

Таблица 1

Органолептические показатели спортивного напитка, обогащенного БАД "Эрамин"

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Непрозрачная жидкость
Цвет	Коричневый, свойственный цвету используемого сырья
Вкус	Травянистый, характерный для люцерны посевной
Аромат	Трав, без постороннего привкуса и запаха

В результате органолептических, физико-химических, микробиологических исследований установлены регламентируемые показатели качества спортивного напитка, срок годности (12 месяцев), режим хранения при температуре 25 ± 2 °С и относительной влажности 75–85 %. Стакан напитка обеспечивает суточную норму потребления флавоноидов на 20, кремния -12, железа -20 меди -16, марганца -24 и цинке -14%.

В результате доклинических исследованиях доказана антиоксидантная направленность спортивного напитка. У стрессированных крыс (стресс моделировали плаванием в течение 45 минут), получавших внутрь напиток через зонд в количестве 25 мл ежедневно в течение 14 дней до стресса патологических изменений на слизистой оболочке желудка не отмечено, количество кортизола (гормон стресса) в плазме крови в пределах верхней границы нормы, накопление продуктов ПОЛ- маланого диальдегида и диеновых конъюгатов достоверно ниже контроля на 65 и 48%.

Таким образом, на основании проведенных исследований разработан спортивный напиток, обогащенный БАД "Эрамин". Доказана его антиоксидантное действие в доклинических исследованиях на лабораторных животных

Список литературы

1. Maughan R.J., Burke L.M., Dvorak J. et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete // Br. J. Sports Med. 2018. Vol. 52, N 7. P. 439-455. URL: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>.
2. Jovanov P., Đorđić V., Obradović B. et al. Prevalence, knowledge and attitudes towards using sports supplements among young athletes // J. Int. Soc. Sports Nutr. 2019. Vol. 16, N 1. P. 16-27. DOI: 10.1186/s12970-019-0294-7.
3. Nabuco H.C.G., Rodrigues V.B., De Barros W.M. et al. Use of dietary supplements among Brazilian athletes // Rev. Nutr. (Campinas). 2017. Vol. 30, N 2. P. 163-173. DOI: 10.1590/1678-98652017000200002.
4. Гунина Л.М. Механизмы влияния антиоксидантов при физических нагрузках // Наука в Олимпийском спорте. 2016. № 1. С. 25-32.
5. Hellsten Y., Skadhauge L., Bangsbo J. Effect of ribose supplementation on resynthesis of adenine nucleotides after intense intermittent training in humans // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 2004. Vol. 286, N 1. P. 182-188. DOI: 10.1152/ajpregu.00286.2003.
6. Янькова В.И., Кнышова В.В., Ланкин В.З. Механизмы коррекции окислительного стресса антиоксидантами из морских гидробионтов при алиментарных дислипидемиях // Сибирский научный медицинский журнал. 2010. Т. 30, № 1. С. 64-69.

УДК 641.561

ПРИРОДНЫЕ АДАПТОГЕНЫ ЭРГОГЕННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ

О. А. Толмачёв

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

Для профессионального спорта одной из ключевых составляющих является использование эффективных и безопасных способов повышения работоспособности и восстановления после экстремальных физических нагрузок в период тренировок и соревновательной деятельности. К одному из таких способов относится применение специализированных продуктов на основе природных адаптогенов [1-3]. Среди последних особое внимание уделяется полипренолам- биологически активному комплексу, выделяемому из древесной зелени хвойных деревьев [4]. Перспективой использования древесной зелени хвойных пород в качестве источника биологически активных веществ и их комплексов объясняются не только широкой возможностью их применения в диетотерапии, но и доступностью сырьевой базы в течении всего года, а также ее относительно низкой стоимостью. Хвойные экстракты, содержащиеся в хвое полипренолы и тритерпеновые кислоты, обладают антистрессовыми, антиоксидантными и адаптогенными свойствами, что показано в моделируемых экспериментах на лабораторных животных и клинических исследованиях [4].

Разработан новый спортивный напиток на основе полипренола и женьшеня, функциональные свойства которых направлены на адаптацию к физическим и эмоциональным нагрузкам. По своей сути под адаптацией понимают увеличение скорости восстановления после длительных, напряженных тренировок и соревнований с последующим сохранением и повышением работоспособности.

Рецептура напитков включает следующие ингредиенты, качественный и количественный состав которых обусловлен их биохимической характеристикой и механизмом синергического влияния на процессы повышения работоспособности, кг/1000дм³: фруктоза- 2,9; цикламат натрия- 0,3; ацесульфат калия- 0,05; сахаринат натрия- 0,14; кислота лимонная- 2,0; сахарный колер- 4,5; ароматизатора натурального «Ежевика»- 0,25; сок ежевичный 0,2; концентрат «Витамин»- 0,45; концентрат «Тоник»- 0,6; полидекстроза- 2,0; сухая основа «Аромат женьшень с травами»- 0,1; полипренолы- 0,027. Для приготовления напитка сироп доводят водой до объема 1000дм³.

Напиток характеризуется кисло-сладковатым, освежающим вкусом, отмечается послевкусие с хвойной ноткой и приятной остротой лесной вишни и травяной аромат, обусловленных рецептурными компонентами. Цвет свойственный исходному сырью с коричневыми оттенками. Натуральные ароматизаторы придают напитку травяного ликера лесных ягод, глентвейна и земляники, а так же концентрированной основы женьшеня, в состав которого входят экстрактивные вещества рецептурных ингредиентов.

Вкусо-ароматический профиль разработанного продукта формируется подсластителем и фруктозой- ингредиентами сахаросодержащего компонента. Усиление аромата и вкуса обеспечивается профилем сладости глюкозо-фруктового сиропа.

Проведена дегустационная оценка органолептических показателей в баллах: прозрачность- 6,2; вкус и аромат- 11,8; внешний вид и цвет- 6,2; сумма баллов- 24,2. Компоненты рецептуры напитка научно обоснованы путем индивидуального подбора, что обеспечивает их гармоничное сочетание, органолептические свойства.

Технология производства состоит из следующих основных этапов:

- приготовление сахарного сиропа. Осуществляют в специальной емкости с паровым подогревом и наличием мешалки. Готовый сироп пропускают через фильтр и направляют в купажный резервуар;
- готовят концентрированные основы в виде профильтрованного 50% раствора с предварительно растворенным красителем и передают в купаж вместе с лимонной кислотой. В приготовленный купажный сироп добавляют консерванты, которые готовят *ex tempore*;
- в купажный сироп добавляют компоненты рецептуры (воду, ароматизаторы и премикс). Готовый напиток фильтруют и направляют на линию розлива.

Использование в рецептуре уже готовых ингредиентов и их комплексов значительно снижает трудоемкость и длительность изготовления напитков, введение в состав консервантов позволяет продлить срок годности до 12 месяцев без ухудшения показателей качества и безопасности.

Любые нарушения ингредиентного состава являются причиной дисгармонизации органолептических и функциональных свойств.

Новизна рецептурного состава и способов производства подтверждены патентом РФ № 2 581 227 (опубликован 20.04.2016, Бюл № 11).

Проведена апробация разработанного напитка. Стабильность показателей качества и безопасности, а также востребованность специализированного продукта на потребительском рынке обеспечиваются внедрением на предприятие-изготовителей («Ниагара», г. Челябинск), отечественных и международных стандартов (ISO, GMP, 9001, 22000) и правил GMP. Внедрение стандартов серии обеспечивает стабильность качественных характеристик и востребованность специализированного продукта на потребительском рынке.

Список литературы

1. Позняковский, В. М. Пищевые ингредиенты и биологически активные добавки / В. М. Позняковский, О. В. Чугунова, М. Ю. Тамова.- М.: ИНФРА-М, 2017.- с. 143.
2. Позняковский, В. М. Эволюция питания и формирования нутриома современного человека // Индустрия питания.- 2017.- №3.- С. 5-12.
3. Толмачев, О. А. Специализированный продукт для нутриентно- метаболической поддержки опорно-двигательной системы при занятиях физкультурой и спортом / О. А. Томачёв,, А. Н. Австриевских, А. Т Быков и др. // Индустрия питания / Food industry.- 2019. – Т. 4, № 1. – С. – 14-22.
4. Гарнов, И. О. Пихтовые экстракты как средство повышения физиологических резервов организма / И. О. Гарнов, А. В. Кучин, Н. К. Мазина и др. // Изд. Коми научного центра УрОРАН.- 2014. – вып. 3 (10).- с. 44-52.

УДК 613.22

ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТСКИХ МОЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ

Д. И. Ухалкина, Л. К. Асякина

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

К продуктам для питания детей раннего возраста предъявляются повышенные требования, в частности, к химическому составу продуктов и показателям их безопасности. Для поддержания основных физиологических функций организму ребенка необходимы различные питательные вещества в определенном качественном и количественном соотношении в соответствии с потребностями растущего организма, которые изменяются в зависимости от его возраста [1].

Неотъемлемой частью ежедневного рациона ребенка является молоко и молочные продукты. Содержащиеся в них питательные вещества необходимы организму для полноценного развития детского организма и поддержания здоровья.

В промышленном производстве сухих молочных продуктов детского питания основным сырьем является молоко коровье. Возможно, также применение сухого низкожирного молочного компонента. Так же применяют и обезжиренное молоко.

Для изменения соотношения между сывороточными белками и казеином в коровьем молоке используются следующие сывороточные белковые концентраты:

- сыворотка деминерализованная сухая, получаемая методом электродиализа,
- концентрат сывороточных белков, получаемый методом ультрафильтрации,
- концентрат сывороточный белковый, вырабатываемый методами ультрафильтрации и электродиализа,
- концентраты, изготавливаемые концентрированием сывороточных белков методом диафильтрации.

Основные составные части сухого вещества молока корректируются следующим образом:

- жир – с помощью растительных масел (кокосового, кукурузного, подсолнечного);
- углеводы – с помощью углеводных добавок (сахара молочного рафинированного, лакто-лактоулозы, кукурузного сиропа, глюкозо-фруктозного сиропа, муки для детского и диетического питания, толокна овсяного, крахмала кукурузного);
- белки – с помощью белковых компонентов (изолятов соевого белка, казеина или копреципитата для детского питания, гидролизатов казеина);
- минеральные соли – с помощью добавок микроэлементов (железа, меди, цинка, магния);
- для получения стойких эмульсий жира прибавляются стабилизаторы и эмульгаторы (лецитин, пищевые фосфатиды, моно-глицериды и др.);
- биологическая ценность обеспечивается использованием витаминов А, D₂, Е, С, РР, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, Р, холина. Для обогащения продуктов защитными факторами используются бифидобактерии, ацидофильная палочка [2].

Технология микроинкапсулирования становится эффективным способом защиты клеток во время обработки пищевых продуктов, а также позволяет целенаправленно доставлять клетки к соответствующим участкам желудочно-кишечного тракта, улучшая эффективность конечного продукта и снижая экономические затраты, которые несут производители из-за логистики и вопросов стабильности. Применение методов инкапсуляции, разрабатываемые с использованием белков молока и гороха в качестве инкапсулирующих материалов для повышения жизнеспособности пробиотиков [3,4].

Так же, изучив российскую и зарубежную патентную базу, были выявлены способы и технологии, которые позволяют адаптировать молочную смесь для детского организма.

Известен способ, предусматривающий электронно-лучевую обработку импульсным наносекундным пучком электронов плотностью 30 – 45 кГр на кромке, что соответствует поглощенной дозе 8 – 9 кГр в усредненном потоке, обезжиренной смеси коровьего молока и

коровьего молозива, состоящего из 90% коровьего молока и 10% коровьего молозива или из 85% коровьего молока и 15% коровьего молозива, предварительно пропущенной через бактофугу и прошедшей «холодную сепарацию» при температуре до 30°C. После облучения смесь направляют на фильтрацию сначала через мембрану 800 нм, затем через мембраны с ситами 20 нм, где происходит разделение на пермеат и казеиновый ретентат. Затем пермеат направляют на фильтрацию с двумя ситами в 3 нм и проводят диафильтрацию для удаления солей и лактозы. После чего проводят процесс предварительного сгущения концентрированного сывороточного изолята до 70 – 80% на вакуумно-выпарных установках при температуре ниже 40 °С, далее проводят спреевую сушку. Данный способ позволяет сохранить сывороточные белки в нативной форме, обеспечить полную элиминацию патогенной флоры и увеличить содержание сывороточных белков в продукте [5].

Известен способ получения заменителя жира грудного молока посредством катализируемого липазой ацидолиза масла водорослей. В соответствии с этим способом масло водорослей, богатое триглицеридами, и олеиновая кислота смешиваются и катализируются липазой, чтобы подвергнуться ацидолизу, чтобы синтезировать заменитель жира грудного молока, подходящий для непосредственного использования младенцами; массовое соотношение масла водорослей и олеиновой кислоты в смеси находится в диапазоне 1:1 – 1:9; массовое соотношение липазы в реакционной системе находится в диапазоне от 3 до 12%; температура реакции находится в диапазоне 25 – 90 °С; и время реакции находится в диапазоне от 0,5 до 10 часов. По сравнению с заменителями жира грудного молока, полученными из традиционного сырья, метод имеет преимущества, заключающиеся в том, что для приготовления заменителя жира грудного молока используется масло водорослей, которое является безопасным по происхождению и которое легко получить, и этот заменитель богат полиненасыщенными жирными кислотами, такими как DPA (докозапентаеновая кислота) и DHA (докозагексаеновая кислота) и их заменитель более полезен для роста и развития детей [6].

Способ получения фракции, обогащенной альфа-лактальбумином, из сывотки. Процесс включает нагревание сывотки с установленным рН до температуры, достаточной для агрегации молекул бета-лактоглобулина, и фракционирование сывотки с использованием ультрафильтрации или микрофильтрации, обогащенная альфа-лактальбумином фракция, полученная в процессе, полезна для приготовления заменителей грудного молока и пищевых композиций [7].

Одно из изобретений описывает смесь для младенцев, содержащую олигосахариды грудного молока и структурный липид ОРО. Детскую смесь готовят из обессоленной сухой сывотки, растительного масла, триглицерида 1,3-диолеиновой кислоты и 2-пальмитиновой кислоты (структурный липид ОРО), сухого обезжиренного молока, концентрированного сухого сывороточного протеина, лактозы, галактоолигосахарида, фруктоолигозы, грудного молока. олигосахарид, пищевые волокна, арахидонат, докозагексаеновая кислота, комплексный минеральный премикс, комплексный витаминный премикс, холин, инозитол, таурин, L-карнитин и сложные нуклеотиды. Преимущество данной детской смеси заключается в том, что олигосахариды грудного молока и структурный липид ОРО добавляются специально, так что достигается гуманизация детской смеси, не только удовлетворяются потребности в питании для роста и развития ребенка, но также регулируется кишечная флора. противостоит вирусной инфекции, укрепляются кости, повышается иммунитет [8].

Имеется изобретение сухого молока для детского питания, эффективного в отношении переваривания и абсорбции. Сухое молоко состоит из следующих сырьевых материалов в частях по весу: 310 – 400 частей смешанного свежего молока, 27,5 – 32,5 частей обессоленной сухой сывотки, 0,5 – 3,5 частей порошка сывороточного протеина, 10 – 13,5 частей смешанного растительного масла, 1 – 5 частей лактозы, 0,2 – 0,3 части комплексных витаминов, 0,9 – 1,2 части комплексных минералов, 1,473 – 2,503 частей других компонентов и 5 – 6,4 частей смешанных пробиотических факторов, при этом использованное свежее молоко представляет собой смешанное свежее молоко, состоящее из молока голштинской породы и молока плато яков

добавлен 1,3-диолеил-2-пальмитоил-глицерин, липид близок к липиду, имеющему жировую структуру грудного молока, легче усваивается младенцами и может способствовать усвоению других жирных кислот, кальций; и пробиотики добавляются, чтобы стимулировать размножение полезных бактерий и улучшить функций кишечника и желудка ребенка, кроме того, улучшается пищеварение и всасывание различных питательных компонентов, улучшается метаболизм пищеварительной системы и повышается иммунитет [9].

Технологический процесс производства молочных смесей для питания детей раннего возраста довольно широк и разнообразен. Различия процесса заключаются как по сырьевому материалу, химическому составу, так и по технологии, используемой для получения необходимого качественного и количественного состава. Применяемые технологии создания детских молочных смесей позволяют не только максимально приблизить их к составу женского молока, но и воспроизвести его функциональные свойства.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ при государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4).

Список литературы

1. Pac, J. Lactose nutrition in lactase nonpersisters Asia / J. Pac, M.L. Wahlqvist // Clin Nutr. – 2015. – Т. 24. – №1. – Р. 21 – 25.
2. Голубева, Л.В. Технология молока и молочных продуктов. Молочные консервы: учебник и практикум для вузов / Л.В. Голубева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 392 с.
3. Просеков, А.Ю., Иммобилизация бифидобактерий для повышения их жизнеспособности при пероральной доставке в матрице пищевых продуктов / А.Ю. Просеков, Т.В. Вобликова // Современная наука и инновации. – 2018. – Т. 23. – №3. – С. 141 – 146.
4. Kent, Robert M. Probiotic bacteria in infant formula and follow-up formula: Microencapsulation using milk and pea proteins to improve microbiological quality / Robert M. Kent, Sinéad B. Doherty // Food Research International. – 2014. – Т. 64. – Р. 567-576.
5. Пат. 2713275 Российская Федерация, МПК А 23 С 9/142, А 23 С 9/16. Способ производства сывороточного изолята для изготовления адаптированных молочных смесей и заменителей грудного молока / Алексеев Д.С., Бешлый Я.В., Бурачевский Н.В., Казимировских А.И., Кривоногова А.С.; заявитель и патентообладатель ООО «Победа-1». – № 2019126200; заявл. 20.08.2019; опубл. 04.02.2020. – Бюл. №4.
6. Pat. CN 103667379, МПК С 12 Р 7/64. Method for preparing breast milk fat substitute through lipase-catalyzed acidolysis of algae oil / Wang J., Wang X., Liu X., Zhao X., Wu F.; Univ jiangsu science & tech. – № 201310694776; stat. 17.12.2013; publish. 26.03.2014.
7. Pat. US 5503864, МПК А 23 С 11/04, А 23 С 21/00, А 23 С 21/06. Process for preparing a fraction having a high content of alpha -lactalbumin from whey and nutritional compositions containing such fractions / Uchida Y., Shimatani M., Mitsuhashi T., Koutake M.; Snow brand milk products inc. – № 19940284919; stat. 02.08.1994; publish. 02.04.1996.
8. Pat. CN 110100905, МПК А 23 С 21/04, А 23 С 21/06, А 23 С 21/08, А 23 С 21/10. Infant formula containing human milk oligosaccharides and OPO structural lipid / Li S., Zhao C., Wang Y., Zhong R.; Univ fujian agriculture & forestry. – № 201910412461; stat. 17.05.2019; publish. 09.08.2019.
9. Pat. CN 110037112, МПК А 23 С 9/152, А 23 С 9/16. Infant formula milk powder efficient in digestion and absorption properties and production method of infant formula milk powder / Cui G., Song L., Su D., Li Y.; Gansu hualing bio tech co ltd. – № 201910289177; stat. 11.04.2019; publish. 23.07.2019.

УДК 664:547.475.2

ТЕХНОЛОГИЯ ИНКАПСУЛЯЦИИ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М. Н. Харапаев, С. Л. Тихонов

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург Россия

С целью обеспечения продовольственной безопасности Указом Президента от 21.01.2020 г. № 20 утверждена «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации». В доктринальный документ заложены принципы здорового образа жизни, основанные на здоровом питании всех групп населения. Важным аспектом высокой продовольственной безопасности является: «развитие технологий производства пищевой продукции и продовольственного сырья» [1]. Поэтому разработка инновационных технологий в пищевой промышленности является актуальной темой для научной работы. Доктринальный документ также предусматривает «наращивание производства новой обогащенной, специализированной, в т.ч. диетической, пищевой продукции». Разработка рецептур пищевых продуктов с применением инноваций способствует формированию здорового типа питания [1].

Целью научного исследования является разработка оборудования для микрокапсулирования аскорбиновой кислоты и его использования в производстве продуктов питания.

Для достижения результата поставлены следующие задачи:

- анализ литературной и патентной информации на тему исследования;
- проектирование аппарата для микрокапсулирования;
- разработка технологии инкапсуляции.

Инкапсуляция — технология упаковки ингредиентов или клеток с помощью защитных мембран. Перспективным методом микрокапсулирования аскорбиновой кислоты является нанесение на них защитного покрытия в псевдокипящем слое дисперсии мальтодекстрина [2]. Краткая характеристика технологии приведена в таблице 1.

Таблица 1

Краткая характеристика инкапсуляции в псевдокипящем слое⁴

Технология	Принцип работы	Преимущества	Недостатки	Продукт
Покрытие в псевдооживленном слое	Распыление материала покрытия на твердые частицы, разжиженные воздухом	Равномерный слой оболочки, более низкие температуры (распылительная сушка), контроль размера капсулы, контролируемое высвобождение активного соединения	Комплексная технология, высокая энергоемкость, трудность обработки субмикронных частиц, деградация высокочувствительных соединений	Частицы с покрытием диаметром 100-5000 мкм.

В процессе использования технологии легкокипящего слоя возникают два противоречия, требующие изобретательского решения: необходимость поддержание

микрочастиц частиц в псевдооживленном слое и распыление капле покрытия, на порядок меньших, чем частицы.

Следовательно, главные условия успешной инкапсуляции частиц жидкостью – это невысокая вязкость частиц и небольшой размер капель. Нанесение покрытий на порошки и гранулы возможно тремя способами: с распылением сверху, с распылением снизу и распыление по касательной. Конструкция распылительной форсунки для нанесения покрытий представлена на рисунке 1.

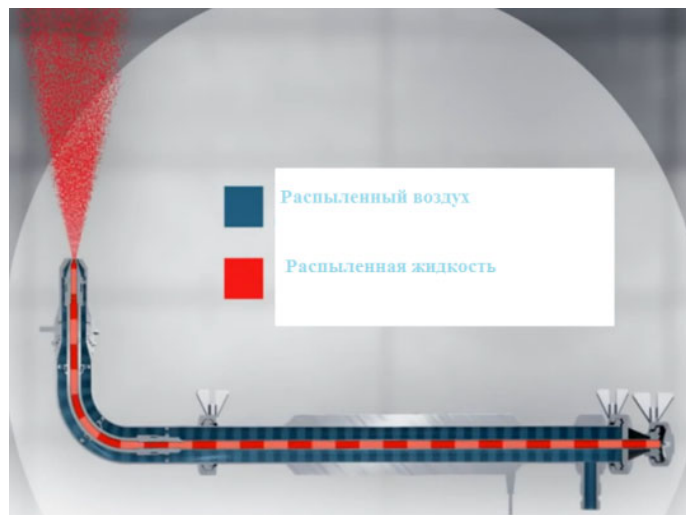


Рис. 1. Конструкция распылительной форсунки⁵

Форсунка должна находиться непосредственно в слое материала: частицы различной формы и размера находятся в кипящем слое, куда и производится распыление. Твердое вещество, образует слой покрытия для защиты витаминов от влаги и кислорода и контролируемого освобождения после заваривания пищевого концентрата. Примерный размер частиц: от 100 мкм до 3 мм. Таким образом, вопрос о размере распыляемого защитного покрытия решен. Равномерность нанесения покрытий обеспечивается газораспределительной решеткой, представленной на рисунке 2.

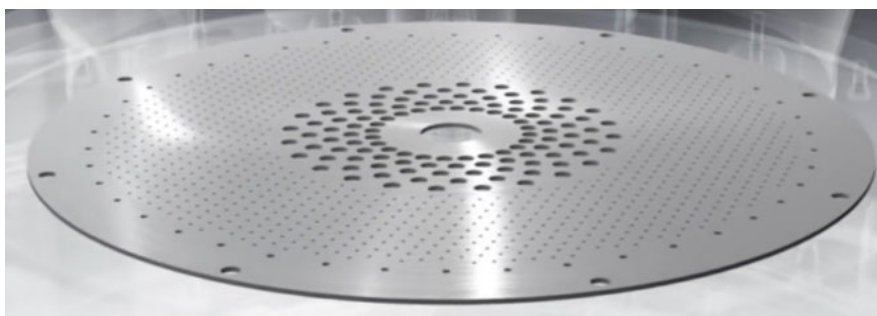


Рис. 2. Конструкция распылительной форсунки²

Частицы проводятся мимо форсунки в регулируемом потоке и смачиваются снизу вверх, затем слой высыхает и можно наносить многокомпонентное покрытие.

Путем установки газораспределительной решетки и распылительной форсунки решены технологические противоречия, поставленные ранее.

Конструкция аппарата для микрокапсулирования витаминов в псевдооживленном слое представлена на рисунке 3.

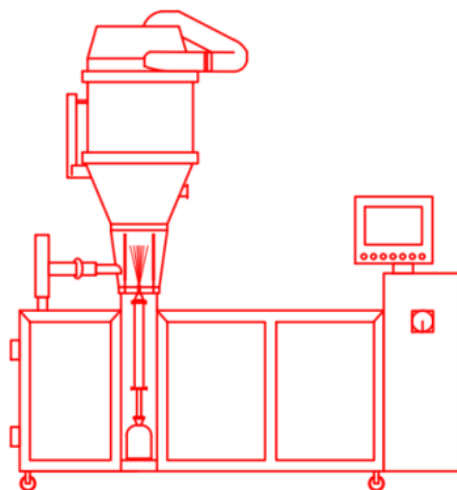


Рис. 3. Аппарат для микрокапсулирования⁶

В качестве вещества, подвергнутого капсуляции, целесообразно использование аскорбиновой кислоты. Витамин С необходим для роста, развития и правильного течения большинства обменных процессов в человеческом организме. Нормой дневного потребления витамина С считается 90 мг. При физических нагрузках, лечении и профилактики инфекционных заболеваний потребление можно увеличить до 1 грамма. Аскорбиновая кислота очень лабильное соединение: в процессе хранения, механической и тепловой обработке теряется до 70 процентов кислоты. Поэтому ее гиповитаминоз довольно распространенное явление у населения. Для предотвращения разрушения предложено наносить на микроэлемент защитный слой в аппарате псевдооживленного слоя.

По итогам научного исследования достигнута важная цель - разработано оборудование для микрокапсулирования аскорбиновой кислоты. Отметим необходимость в будущем проведения микробиологических исследований и анализа экономических показателей.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины Продовольственной безопасности Российской Федерации» – Доступ из справ.-правовой системы Гарант. – Текст: электронный;
2. Кудряшов Л.С., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Дьячкова А.В. Микрокапсулирование пепсина и оценка его протеолитических свойств [Текст] / Л.С. Кудряшов, С.Л. Тихонов, Н.В. Тихонова, А.В. Дьячкова // Вестник ВСГУТУ. 2019. № 3 (74). С. 35-41;
3. Dorđević V. et al. Encapsulation Technologies for Food Industry. [Text] / In: Nedović V., Raspor P., Lević J., Tumbas Šaponjac V., Barbosa-Cánovas G. (eds) // Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food. (2016) Food Engineering Series. Springer, Cham;
4. Официальный сайт компании по разработке твердых порошкообразных веществ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.glatt.com>, свободный.

УДК 603.4:637.5

СРАВНЕНИЕ БИОМАРКЕРНЫХ ПЕПТИДОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ СВИНИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНИТОРИНГА МНОЖЕСТВЕННЫХ РЕАКЦИЙ

Д. В. Хвостов, Н. Л. Вострикова, И. М. Чернуха

Федеральный научный центр Пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, г. Москва, Россия

В последние 15 лет во всем мире проводятся обширные исследования по изучению веществ белковой природы в мясе и мясных продуктах. В связи с применением широкого ассортимента добавок с животными белками, выделенными из органов и тканей млекопитающих (свиней и быков), возрастает значение контроля показателей идентификационных признаков. Для аутентификации состава пищевого продукта применяют различные методы, включая новые подходы в протеомике, метаболомике, пептидомике, которые считаются сейчас одними из наиболее эффективных.

Аналитические инструменты для оценки подлинности мяса постоянно развиваются в ответ на новые сложные вопросы и охватывают широкий спектр методов, таких как ДНК-гибридизация и полимеразная цепная реакция [1], хемилюминесценция оптического волокна [2], распознавание видоспецифических белков с помощью иммуноанализов (ELISA) [3], сочетание двух очень эффективных методов в области анализа пищевых продуктов: жидкостной хроматографии (ЖХ) в сочетании с масс-спектрометрией (МС), применяемой для обнаружения пептидов [4].

Целью работы стало изучение и поиск биомаркерных пептидов в мясных продуктах, содержащих мышечную ткань свиней, с помощью которых в дальнейшем можно было бы идентифицировать ткань в составе готового термообработанного продукта.

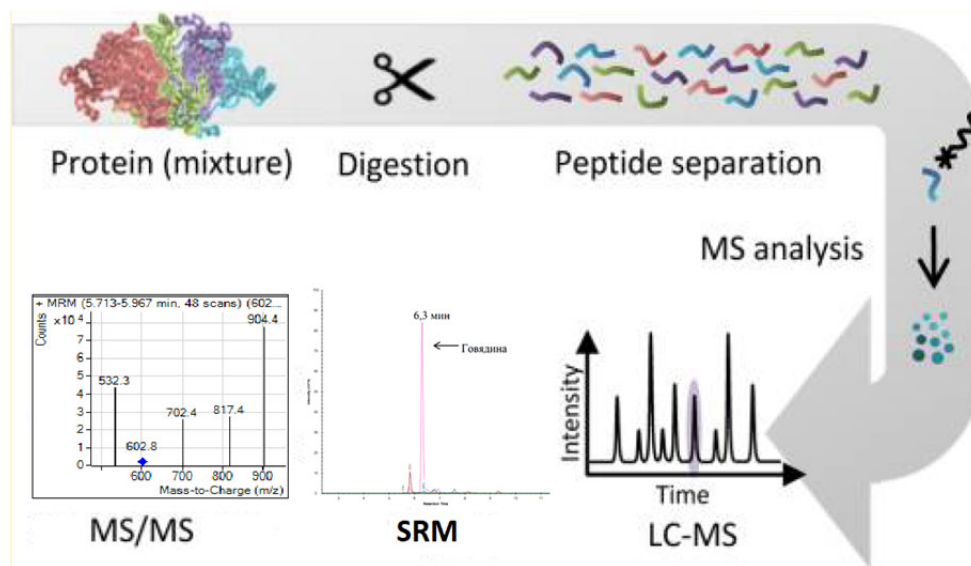


Рис. 1. Общая схема подготовки и определения пептидных маркеров [5]

В работе представлена методика сравнение видоспецифических пептидов для идентификации свинины. Общая схема анализа проб представлена на рисунке 1. Использована методика высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС). Применение данного подхода для обнаружения пептидов было продемонстрировано более эффективным, чем ПЦР и ИФА для

определения происхождения в продуктах, подвергнутых сильной термической обработке или кислотно-щелочной экстракции [6].

Объектами исследования являлись модельные смеси, содержащие свинину с концентрациями 8,4 мас.% и 50,04 мас.%. Образцы проходили тепловую обработку по технологии вареных колбас.

Таблица 1

Сравнение маркерных пептидов по характеристикам сигнал-шум для двух концентраций и двух режимов приготовления (без и с термообработкой)

Название белка	Последовательность маркерного пептида	Образцы со свининой 8,4 мас.%		Образцы со свининой 50,5 мас.%	
		Без нагрева (S/N $\pm$ SD)	С нагревом, (S/N $\pm$ SD)	Без нагрева (S/N $\pm$ SD)	С нагревом, (S/N $\pm$ SD)
Myosin-1, Myosin-4	SALAHAVQSSR	63.87 $\pm$ 12.52	74.52 $\pm$ 14.61	121.38 $\pm$ 2.01	126.47 $\pm$ 6.38
Lactate dehydrogenase	LVVITAGAR	28.64 $\pm$ 5.61	27.99 $\pm$ 5.49	36.47 $\pm$ 20.20	84.60 $\pm$ 0.61
Myoglobin	GHHEAELTPLAQSHATK	6.02 $\pm$ 1.18	0.00 $\pm$ 0.00	3.99 $\pm$ 2.36	4.22 $\pm$ 2.16
Myosin-1	TLAFLFTGAAGADAEAGGGK	2.34 $\pm$ 0.46	1.55 $\pm$ 0.30	2.10 $\pm$ 0.85	4.85 $\pm$ 1.13
Myoglobin	GHPETLEK	3.62 $\pm$ 0.71	1.56 $\pm$ 0.31	2.57 $\pm$ 0.62	1.26 $\pm$ 0.06
Myosin-2	TLAFLFSGAQTGAEAGGTK	1.17 $\pm$ 0.23	2.12 $\pm$ 0.42	2.08 $\pm$ 0.29	2.11 $\pm$ 0.51
Myosin-4	HKYEETQAELEASQK	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	4.11 $\pm$ 1.82
Myosin-7	LLSNLFANYAGADTPVEK	0.00 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.52 $\pm$ 0.37	2.93 $\pm$ 0.40

На основании данных работы Stachniuk et al. [7], отобрали более 7 аминокислотных последовательностей. Настройки МС прибора подбирали при помощи программы Skyline. Анализ готовых проб занимал 25 мин и адаптировался для обнаружения маркерных пептидов [8]. Критерием выбора наилучших кандидатов для детектирования стал Signal-to-Noise ratio (S/N). Он должен превышать 10 единиц. После биоинформационной обработки результатов в смесях (Таблица 1), содержащих мышечную ткань свиньи были обнаружены 2 пептида, для которых сигнал/шум был выше 20. Лучшим кандидатом выбран пептид, имеющий последовательность SALAHAVQSSR (S/N – 63.87 $\pm$ 12.52-126,47 $\pm$ 6.38) из белков Myosin-1 и Myosin-4. Вторым кандидатом, подтверждающим наличие свинины, стал LVVITAGAR (S/N – 27.99 $\pm$ 5.49-84.60 $\pm$ 0.61) из белка Lactate dehydrogenase. Выбранные бимаркеры показали наилучшую детекцию и специфичность для исследованных образцов.

Однако также имелись пептиды, которые не были обнаружены в образцах при концентрации уже в 8 мас.%. Такими пептидами стали НКYEETQAELEASQK и LLSNLFANYAGADTPVEK из белков Myosin-4 и Myosin-7 соответственно. Применение метода мониторинга множественных реакций впервые позволил выявить два наиболее подходящих пептида - биомаркера мышечной ткани свинины. Метод универсален для сравнения пептидов и выявления наиболее подходящих маркерных пептидов специфичных для тканей любых млекопитающих.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта № 19-316-90053, РНФ – проект 16-16-10073.

Список литературы

1. Identification of meat origin in food products – A review / S. Rahmati, N. M. Julkapli, W. A. Yehye [et. al.] // Food Control. – 2016. – Vol. 68. – P. 379–390.
2. Torelli, E. Chemiluminescent optical fibre genosensor for porcine meat detection. 2874 / E. Torelli, M. Manzano, R. S. Marks // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2017. – Vol. 247. – P. 868-874.
3. Comparison of real-time PCR and ELISA-based methods for the detection of beef and pork in processed meat products / A. T. Perestam, K. K. Fujisaki, O. Nava [et. al.] // Food Control. – 2017. – Vol. 71. – P. 346–352.
4. Montowska, M. Label-free quantification of meat proteins for evaluation of species composition of processed meat products / M. Montowska, E. Fornal // Food Chemistry. – 2017. – Vol. 237, №15. – P. 1092–1100.
5. Switzar L. Protein digestion: an overview of the available techniques and recent developments / L. Switzar, M. Giera, W. Niessen // Journal of Proteome Research. – 2013. – Vol. 12, №3. – P. 1067–1077.
6. A mass spectrometry method for the determination of the species of origin of gelatine in foods and pharmaceutical products / H. H. Grundy, P. Reece, M. Buckley [et. al.] // Food Chemistry. – 2016. – Vol. 190. – P. 276-284.
7. Liquid chromatography–mass spectrometry bottom-up proteomic methods in animal species analysis of processed meat for food authentication and the detection of adulterations / A. Stachniuk, A. Sumara, M. Montowska [et. al.] // Mass Spectrometry Reviews. – 2019. – Vol. 00. – P. 1–28.
8. Khvostov, D. Comparison of heat-stable peptides using a multiple-reaction monitoring method to identify beef muscle tissue / D. Khvostov, N. Vostrikova, I. Chernukha // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2020. – Vol. 14. – P. 149–155.

УДК 663.43

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАХАРИВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРИБНОЙ КУЛЬТУРЫ И СОЛОДА

М. Б. Хоконова, О. К. Цагоева
Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик, Россия

Для наиболее полного использования и управления микроорганизмами необходимо хорошо знать их потребности, условия жизнедеятельности, обмен веществ.

Ферменты плесневых грибов и бактерий в ближайшее время находят широкое применение на спиртовых заводах, перерабатывающих крахмалистое сырье [1].

По характеру технологического процесса спиртовое производство является биохимическим, так как основано на действии ферментов солода, катализирующих гидролиз крахмала с образованием простых сахаров, которые посредством дрожжей превращаются в этиловый спирт. Ранее считалось, что ферментами являются дрожжи, вызывающие брожение.

Осахаривание крахмала экстрактами из проросшего зерна можно считать началом сознательного применения ферментов [2].

В связи с этим целью данной работы являлось изучение ферментативной активности грибной культуры и солода и их влияние на процесс осахаривания в спиртовом производстве.

При поверхностном способе культивирования на пшеничных отрубях применялся один штамм *Aspergillus oryzae*. Расход этой культуры на осахаривание крахмалсодержащего сырья взамен солода составлял 7-8%, по весу перерабатываемого зерна. При использовании другого штамма *Aspergillus awamori* поверхностная культура применялась в смеси с *Aspergillus oryzae*. При этом общий расход смеси снизился до 3%, по весу крахмала: 2% *Aspergillus awamori* или аваморина П и 1%. *Aspergillus oryzae* или оризина П [1,2].

Внесение даже 1-2% сухой культуры *Aspergillus awamori* по весу муки обеспечивает полное осахаривание и сбраживание крахмала (табл. 1).

Таблица 1

Исследование процесса осахаривания с внесением *Aspergillus awamori*

Дозировка сухой культуры по весу муки, %	Выделилось CO ₂ , г из 50 г муки за 72 час.	Количество несброженного сахара, %		Спирт, % об.
		мальтозы	глюкозы после гидролиза с 2 % HCl	
8,0	13,96	1,39	1,26	7,29
4,0	13,85	1,30	1,26	7,32
2,0	13,98	1,20	1,26	7,29
1,0	13,90	1,10	1,29	7,26
0,5	13,48	1,03	1,42	7,13

Особенность культуры *Aspergillus awamori* заключается в том, что при действии ее амилалитического комплекса на крахмал, конечным продуктом гидролиза является глюкоза.

Полученные данные подтверждают наличие эффективного заменителя солода; его расход в 3 раза ниже расхода зерна на производство солода, а выход спирта при этом повышается на 1%.

Для бродильной промышленности имеет большое практическое значение возможность применения культур грибов с зерновым солодом. Это вызвано тем, что широкое использование культур плесневых грибов ограничено из-за недостатка специализированных предприятий, снабжающих бродильную промышленность

ферментными препаратами, то же время могут возникнуть затруднения в получении проса, овса и других злаков для солода [3,4].

В таблице 2 сопоставлена ферментативная активность грибной культуры и солода.

Таблица 2

Сравнительная характеристика ферментативной активности грибной культуры и солода

Культура гриба и солода	Длительность выращивания, сутки	Влажность, %	Активность ферментов на 1 г сухого вещества, ед.		
			амилазная	декстриназная	мальтазная
<i>Aspergillus awamori</i>	2	8	16	310	107
Ячменный	10	10	17	83	13
Просяной	6	10	2	102	8

В отличие от *Aspergillus oryzae* и *Aspergillus niger*, *Aspergillus awamori* не имеет протеолитических ферментов, действующих в слабокислой и нейтральной средах, что позволяет применять ее для осахаривания крахмалистых заторов в смеси с солодом, получаемым даже из одной культуры зерна. При этом исключается необходимость в просяном или овсяном солоде, как источнике декстриназы.

Исследованиями установлено, что хорошие технологические показатели и нормы выхода спирта обеспечиваются смесью, состоящей из 1% культуры *Aspergillus awamori* и 2% зерна на солод по весу перерабатываемого зерна; или соответственно 2%, культуры гриба и 4% солодового зерна по весу крахмала. При этом оптимальная температура осахаривания 58°C, длительность – 3-5 минут. Увеличение длительности даже до 45 минут не оказывает заметного влияния на результаты брожения. Динамика осахаривания заторов смесью ферментов отличается от динамики осахаривания солодом тем, что в первый период осахаривания накопление сбраживаемых сахаров происходит медленнее, по сравнению с солодом, но в последующий – обеспечивается большое накопление гексоз и пентоз и низкое содержание декстринов [5].

Осахаривание крахмалистых заторов смесью ферментов и культуры гриба более полное, чем одним солодом, так как *Aspergillus awamori* содержит наиболее богатый комплекс ферментов, участвующих в гидролизе крахмала, в частности, изомальтазу. При добавлении в затор 1,5%, культуры гриба *Aspergillus awamori* осахаривание протекает без добавления солода, однако из-за отсутствия протеолитических ферментов применение данной культуры без солода не представляется возможным. Азотистые соединения заторов во время осахаривания крахмала не подвергаются гидролизу, поэтому дрожжевые клетки не в состоянии размножиться в связи с незначительным содержанием ассимилируемого азота [6].

В осахариватель первой ступени вносили 25 % культуры при 57-59°C и 75 % - в бродильный чан при 25°C. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3

Введение осахаривающих средств, % к введенному крахмалу

Показатели	Осахаривающие средства, % к введенному крахмалу	
	культура гриба	солод (16%)
1. <i>Aspergillus oryzae</i> (3,75%)		
Количество переработанного зерна, т	46,085	45,222
Средняя крахмалистость, %	49,05	48,81
Средняя влажность, %	17,0	17,3

Сладкие заторы		
Концентрация, % по сахарометру	16,6	16,3
Содержание мальтозы, г/100 мл	3,4	8,03
Осахаривающая способность, мл	-	0,75
Кислотность, ° Д	0,15	0,15
Зрелая бражка		
Видимый отброд, %	1,05	0,6
Кислотность конечная, ° Д	0,47	0,4
pH	4,7	4,7
Наращение кислотности, °Д	0,22	0,15
Осахаривающая способность, мл	1,7	2,1
Содержание спирта, %	8,3	8,2
Выход спирта из 1 г крахмала, дал	65,18	64,75
Выход спирта, % к плану	101,5	100,9
2. <i>Aspergillus awamori</i> (3%)		
Плановый отброд, % по сахарометру	1,3	1,3
Фактический отброд, % по сахарометру	0,6	0,85
Кислотность, °Д	0,2	0,2
pH	5,0	5,1
Редуцирующие вещества, г/100 мл	1,08	1,23
Остаточный крахмал, г/100 г	0,08	0,27

Поэтому применение смеси различных культур необходимо как для подбора оптимального соотношения амилалитических ферментов, так и для обеспечения гидролиз азотистых соединений, вызываемого действием протеолитических ферментов и протекающего одновременно с осахариванием и брожением.

Таким образом, микроорганизмы, как богатый источник различных ферментов, имеют огромное значение в деле совершенствования технологических процессов спиртового производства.

Преимущества применения культур плесневых грибов взамен солода следующее: высвобождается кондиционное зерно, расходуемое на приготовление солода; потери крахмала, имеющие место при солодоращении, устраняются; длительность процесса выращивания гриба 42-65 часов, вместо 8-10 суток для получения зеленого солода.

Эффективность и целесообразность применения ферментов микробов нуждается в трех катализаторах: амилазе, мальтозе и декстриназе.

Список литературы

1. Хоконова М.Б., Цагоева О.К. Качественные показатели зерновых заторов, осахаренных ферментами глубинной культуры солода /Актуальная биотехнология. Воронеж. № 3 (30), 2019. С. 244-248.
2. Хоконова М.Б., Цагоева О.К. Качественные показатели продуктов брожения в спиртовом производстве / Известия Кабардино-Балкарского ГАУ. Нальчик: КБГАУ, № 1 (23), 2019. С. 52-55.
3. Ашапкин В.В. Контроль качества продукции физико-химическими методами / учеб. пособие для студ. вузов. М. ДеЛи принт, 2005. 124 с.
4. Технология спирта / ред. В. Л. Яровенко. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: КОЛОС, 1996. 464 с.
5. Фараджева Е.Д., Федоров В.А. Общая технология бродильных производств / учеб. пособие. М.: Колос, 2002. 408 с.
6. Качмазов Г.С. Дрожжи бродильных производств: практическое руководство. СПб.: Лань, 2012. 224 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

УДК 637.146.34

РАЗРАБОТКА БИОЙОГУРТА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КАЛЬЦИЯ

А. Ю. Чиликин

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности,
г. Москва, Россия

Ритм жизни современного человека зачастую не позволяет соблюдать режим питания, что негативно сказывается не только на работе желудочно-кишечного тракта. Нарушение структуры питания приводит к изменениям пищевого статуса, что способствует развитию неинфекционных заболеваний, которые составляют более половины причин смерти населения нашей страны. В частности, в последние десятилетия проблеме остеопороза, особенно у детей и подростков, женщин и лиц пожилого возраста во всем мире уделяется большое внимание. Обеспеченность кальцием в детском возрасте является определяющим фактором снижения риска потери плотности костной ткани и, как следствие, развития остеопороза в зрелом возрасте [1,2]. При этом установлено, что среди причин возможного развития нарушений метаболизма костной ткани, существенную роль играет алиментарный фактор и, в частности, недостаточное потребление с пищей кальция. Рекомендуемое в РФ суточное потребление кальция составляет в среднем 1000 мг/сут для взрослых, для лиц старше 60 лет — 1200 мг/сут; физиологическая потребность для детей — от 400 до 1200 мг/сут, [3]. Установлено, что ведущая роль в снижении костной плотности принадлежит недостаточному поступлению в организм кальция, обусловленному сниженным потреблением молока и молочных продуктов, что особенно опасно в детском возрасте, при этом у 50% российских детей потребление кальция ниже нормы физиологической потребности [2].

Решению проблемы нехватки кальция может способствовать коррекция рациона людей, а именно употребление продуктов с повышенным содержанием этого макроэлемента. Среди всех пищевых продуктов в нашей стране потребление именно молочных находится на достаточно высоком уровне, так, по данным ФГБУ «НМИЦ ПМ» Минздрава России 49,7% россиян ежедневно употребляют молоко, кефир, йогурт, 40,4% - сыр, 18,9% - творог и 20,6% - сметану и сливки [3]. Среди всего многообразия кисломолочных продуктов наибольшее распространение получил йогурт, благодаря широкому ассортиментному ряду и привлекательным потребительским характеристикам, кроме того он является высокомаржинальным продуктом, его розничная цена в 3–4 раза выше, чем кефира [4]. В этой связи представляется актуальной разработка новых видов йогурта, дополнительно обогащенных кальцием.

Целью работы являлось создание рецептуры биойогурта, обогащенного лактатом кальция с учетом влияния используемой добавки на консистенцию продукта.

В качестве объектов исследования были определены: молоко питьевое пастеризованное с массовой долей жира 1,5%, лактат кальция, полученный из молочной сыворотки; закваска для биойогурта, состоящая из *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*. Определение органолептических показателей опытных образцов кисломолочного напитка проводилось в соответствии требованиям ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011 «Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 2».

Содержание кальция в выработанных образцах кисломолочного напитка с лактатом кальция было установлено расчетным способом по формуле:

$$x = y + (n * \frac{z}{100}), \text{ где:}$$

- x – содержания кальция в 100 г продукта, мг
- y – содержание кальция в 100 г молока, мг;
- n – содержание ЛК в 100 г готового продукта, г;
- z – содержание кальция в 100 г ЛК, мг.

На первом этапе работы было выработано 4 опытных образца биойогурта с внесением лактата кальция (ЛК) в различных дозах (от 2,5 до 7,5 %), в продуктах было также рассчитано содержание кальция. При проведении расчётов содержания кальция в опытных образцах кисломолочного напитка было принято во внимание среднее содержание кальция в молоке, которое составляет 120 мг в 100 г молока (таблица 1).

Таблица 1

Массовая доля кальция в опытных образцах биойогурта

№ образца	Доза внесения лактата кальция, %	Массовая доля кальция мг/100 г
1 (контроль)	0	120
2	2,5	382,5
3	5,0	645
4	7,5	907

Последовательность технологических операций при получении кисломолочного напитка была следующая: подогрев молока до 41 °С, заквашивание, внесение ЛК, перемешивание, сквашивание и охлаждение. После окончания технологического процесса во всех образцах с внесением лактата кальция наблюдалось увеличение времени сквашивания (до 10 ч) и получение неплотного сгустка. Для определения способности кисломолочного напитка с ЛК сохранять свою структуру при хранении была проведена визуальная исследования следа, который образец йогурта оставляет при стекании по стенке лабораторного стакана, результаты которых показали, что все образцы с внесением лактата кальция имеют неровный, неоднородный рваный след, что позволяет прогнозировать возможное расслоение напитка в хранении.

На следующем этапе внесение лактата кальция осуществлялось после сквашивания в дозах, указанных в таблице 1. Приготовленные образцы хранились при температуре (4±2) °С, продолжительность наблюдения составила 15 суток. В полученных образцах биойогурта были исследованы органолептические и структурно-механические показатели.

Таблица 2

Органолептические показатели опытных образцов биойогурта

Наименование показателя	Органолептические показатели			
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
0-е сутки хранения				
Внешний вид и консистенция	Однородная, в меру вязкая	Однородная, в меру вязкая	Однородная, в меру вязкая	Однородная, в меру вязкая
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Чистые, кисломолочные, с небольшим привкусом сухой сыворотки	Чистые, кисломолочные, с небольшим привкусом сухой сыворотки и лёгкой горечью	Горький вкус и запах
Цвет	Белый			
5-е сутки хранения				
Внешний вид и консистенция	Однородная, в меру вязкая	Однородная, в меру вязкая	Однородная, в меру вязкая	Неоднородная, жидкий сгусток
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Чистые, кисломолочные, с небольшим привкусом сухой сыворотки	Чистые, кисломолочные, с небольшим привкусом сухой сыворотки и лёгкой горечью	Горький вкус и запах
Цвет	Белый			

10-е сутки хранения				
Внешний вид и консистенция	Однородная, в меру вязкая	Однородная, в меру вязкая	Неоднородная, жидкий сгусток	Неоднородная, жидкий сгусток
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Чистые, кисломолочные, с небольшим привкусом сухой сыворотки	Чистые, кисломолочные, с небольшим привкусом сухой сыворотки и лёгкой горечью	Горький вкус и запах
Цвет	Белый			
15-е сутки хранения				
Внешний вид и консистенция	Однородная, в меру вязкая	Однородная, жидкий сгусток	Неоднородная, жидкий сгусток	Неоднородная, жидкий сгусток
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Чистые, кисломолочные, с небольшим привкусом сухой сыворотки	Чистые, кисломолочные, с небольшим привкусом сухой сыворотки и лёгкой горечью	Горький вкус и запах
Цвет	Белый			

Наблюдение за образцами биоюгурта показало, что внесение в рецептуру ЛК значительно влияет на консистенцию и вкус готового продукта, в то время как цвет экспериментальных образцов по сравнению с контрольным не изменялся на протяжении всего срока хранения. Также можно констатировать факт, что в образце с дозой внесения лактата кальция 2,5 % показатели консистенции, вкуса и запаха, аналогично контрольному образцу, по истечении 15 суток оставались неизменными. Отличие в органолептических показателях данных образцов заключалось лишь в том, что в образце с добавлением ЛК был дегустаторами был зафиксирован незначительный привкус сухой сыворотки, связанный с тем, что в качестве исходного сырья для получения ЛК была использована подсырная сыворотка. С увеличением дозы внесения ЛК во вкусе биоюгурта появляется горечь, которая усиливается с увеличением внесенного лактата кальция, также ухудшаются показатели консистенции. Это можно объяснить нарушением солевого равновесия, т.е. значимым увеличением количества кальция в продукте. Данные, полученные в результате органолептической оценки полностью коррелируют с данными реологических исследований. Снижение вязкости по сравнению с контролем было отмечено в образце с 5,0 % ЛК на 10-е сутки наблюдения, а в образце с 7,5 % лактата кальция – на 5-е сутки.

Таким образом, при разработке биоюгурта, дополнительно обогащенного лактатом кальция, внесение данной соли нужно проводить после сквашивания, рекомендуемая доза внесения, определенная настоящим исследованием, составила 2,5 %.

Список литературы

1. Погожева, А.В. Разработка системы диагностики и алиментарной профилактики неинфекционных заболеваний / А.В. Погожева, Е.Ю. Сорокина, А.К. Батурин, Е.В. Пескова, О.Н. Макурина, Л.Г. Левин, Т.В. Аристархова, М.М. Коростелева и др. // Альманах клинической медицины. – 2015. – № S1. – С. 67–74.
2. Мартинчик, А. Н. Кальций в рационе детей дошкольного и школьного возраста: основные пищевые источники и факторы, влияющие на потребление / А.Н. Мартинчик и др. // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87. – №. 2. – С. 24–32.
3. Громова, О.А. Дифференцированный подход к выбору растворимых кальциевых препаратов второго поколения / О.А. Громова, И.Ю. Торшин, А.В. Пронин и др. // Лечащий врач. — 2014. — № 11. – С. 60.
4. Рязанцева, К.А. Применение баромембранных процессов в технологии йогурта функциональной направленности / К.А. Рязанцева, А.Г. Кручинин, Е.Ю. Агаркова, В.Д. Харитонов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №5. – С. 36-41.

УДК 664.6:581.19

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПЕРОКСИДАЗЫ В ПРОРОСТКАХ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ УФ-ОБРАБОТКИ

В. Ю. Чиркова, Е. А. Шарлаева

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и получение биологически ценной растениеводческой продукции являются главными условиями развития сельского хозяйства. В качестве путей повышения урожайности рассматривают, например, внесение удобрений, селекцию, борьбу с вредителями и болезнями, предпосевную стимуляцию семян, для которой используют химические и физические методы воздействия. Одним из наиболее эффективных способов обработки семян является применение ультрафиолетового излучения, значительно влияющего на физиолого-биохимические процессы и создающего необходимые предпосылки для роста, развития растений и формирования урожая.

Обработка семян коротковолновым УФ-излучением приводит к увеличению лабораторной всхожести, активизации ростовых процессов и стимуляции зерновой продуктивности [1], что связывают с активацией антиоксидантной системы в ответ на выработку АФК [2-4]. Антиоксидантная система растений включает разнообразные низко- и высокомолекулярные соединения. Высокомолекулярными антиоксидантами являются ферменты, активность которых у растений напрямую коррелирует с устойчивостью, поэтому исследование энзиматического механизма антиоксидантной защиты в стрессовых условиях представляет научный интерес [5, 6]. Важными антиоксидантными ферментами являются пероксидазы (КФ 1.11.1.7), катализирующие с помощью пероксида водорода окисление различных неорганических и органических веществ.

Пероксидазная система – уникальный индикатор стрессового состояния растений, который может дать информацию об их физиологическом состоянии и использоваться в качестве показателя устойчивости к различным факторам среды. Способность адаптироваться к изменяющимся условиям может быть оценена по снижению или повышению активности пероксидазы.

В качестве объекта настоящего исследования была использована мягкая яровая пшеница сорта «Алтайская жница». Предпосевная обработка зерна УФ-излучением ($\lambda=254$ нм) была проведена с помощью системы Bio-Link Vilber (время воздействия – 60, 120, 180 и 240 минут). Семена предварительно замачивали, после чего проращивали в полевых условиях. Общую активность пероксидазы определяли в 7-дневных проростках пшеницы по методу А.Л. Бояркина, основанному на способности бензидина окисляться перекисью водорода при участии пероксидазы [7]. Исследование проводили в трехкратной биологической и аналитической повторностях. Для статистической обработки полученных данных использовали программу Microsoft Office Excel.

Анализ полученных данных показал, что предпосевная УФ-обработка зерна приводила к снижению активности пероксидазы в проростках пшеницы (рис. 1). Причем эффект нарастал по мере увеличения времени воздействия. Если в контроле активность пероксидазы составляла $20580,8 \text{ Е} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$, то в образцах после УФ-воздействия показатель был равен $19210,4$; $14196,5$; $12071,5$ и $9676,8 \text{ Е} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ при времени облучения 60, 120, 180 и 240 минут соответственно.

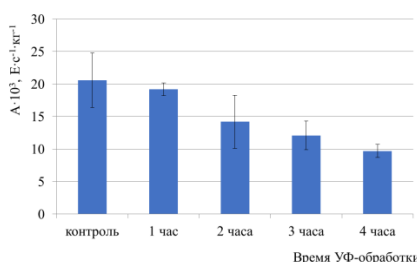


Рис. 1. Активность пероксидазы в проростках пшеницы до и после УФ-обработки, $A \cdot 10^3 (\text{Е} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1})$

Изменения активности пероксидазы относительно контроля в проростках пшеницы варьировали от 6,7 до 53,0% . Максимальное снижение показателя было отмечено при 240 минутах облучения (табл. 1).

Таблица 1

Изменения активности пероксидазы (относительно контроля) в проростках пшеницы после УФ-обработки зерна ($\lambda=254$ нм)

	Время УФ-воздействия, мин			
	60	120	180	240
$\Delta A \cdot 10^3, E \cdot c^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$	-1,4	-6,4	-8,5	-10,9
$\Delta A, \%$	-6,7	-31,0	-41,3	-53,0

Таким образом, в данном эксперименте между продолжительностью предпосевной УФ-обработки ($\lambda=254$ нм) и активностью пероксидазы в проростках мягкой яровой пшеницы выявлена прямая обратная зависимость ($r = -0,9$). Согласно данным литературы, низкая активность фермента указывает на понижение жизнеспособности и всхожести семян [8], следовательно, для предпосевной обработки семян должны быть использованы малые дозы коротковолнового УФ-излучения, подобранные для конкретной агрокультуры.

Список литературы

1. Влияние ультрафиолетового излучения на посевные качества и вегетацию яровой пшеницы и ярового ячменя / Н. С. Левина, Ю. В. Тертышная, И. А. Бидей, О. В. Елизарова // АПК России. – 2019. – Т. 26, № 3. – С. 344–350.
2. Верхотуров, В. В. Взаимное влияние пероксидазы и низкомолекулярных антиоксидантов при прорастании семян пшеницы / В. В. Верхотуров. – Автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Иркутск, 1999. – 20 с.
3. Рогожин, В. В. Физиолого-биохимические механизмы формирования гипобиотических состояний высших растений / В. В. Рогожин. – Автореф. дис. ...докт. биол. наук. – Иркутск, 2000. – 60 с.
4. Understanding the physiological effects of UV-C light and exploiting its agronomic potential before and after harvest / L. Urban [et al.] // Plant Physiology and Biochemistry. – 2016. – No 105. – P. 1–11.
5. Динамика активности фермента пероксидаза как элемента антиоксидантной защиты чая *Camellia sinensis* (L.) Kuntze / Н. Б. Платонова, О. Г. Белоус // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – № 68. – С. 197–201.
6. Изменение активности пероксидазы в культуре гриба *Pleurotus ostreatus* под воздействием мм-волн ЭМИ / Л. А. Минасбекян, А. В. Неркаряян, С. Г. Нанагюлян, И. А. Авагян // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2010. – №2. – С. 47–54.
7. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков. – Ленинград: Колос. Ленингр. отделение, 1972. – 456 с.

УДК 664.68

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

И. Ю. Резниченко, А. М. Чистяков

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Современный потребительский Российский рынок кондитерских изделий функциональной направленности динамично развивается за счет новых видов обогащенной, специализированной, витаминизированной, лечебно-профилактической продукции, которая является востребованной потребителями. Функциональные продукты питания можно отнести к продуктам здорового питания, спрос на которые в последнее время активно растет. Проведенные исследования показывают, что тренд на здоровый образ жизни приводит к тому, что россияне хотят видеть на своем столе полезные для здоровья продукты питания. Выделив для себя такие продукты, потребители стараются придерживаться здорового рациона, но при этом экономить [1- 4].

Разработка кондитерских изделий функциональной направленности определяется следующими основными направлениями исследований (рис. 1).

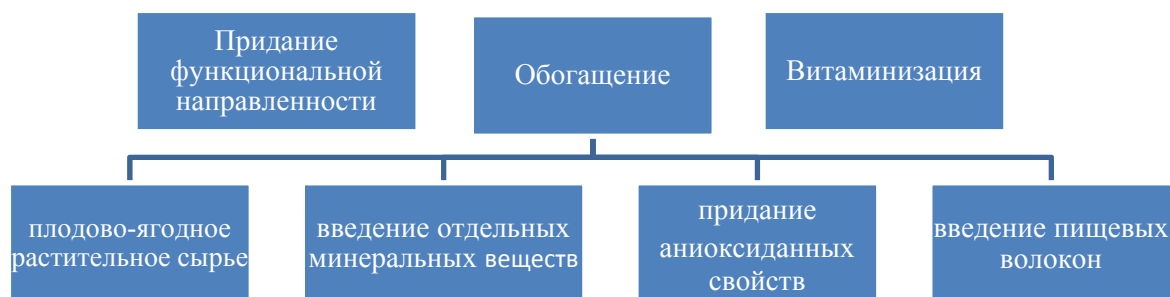


Рис. 1. Основные направления разработки функциональных сахаристых кондитерских изделий

Цель исследования заключалась в анализе и систематизации данных по современному развитию потребительского рынка мучных кондитерских изделий функциональной направленности.

При выполнении исследований применяли методы анализа, систематизации и обобщения. Для обзора теоретического материала использовали отечественную и зарубежные информационные базы.

Результаты исследований и их обсуждение.

Определены методологические подходы к разработке кондитерских изделий функциональной направленности. Для придания функциональной направленности мучным кондитерским изделиям применяют растительное сырье, обладающее определенными доказанными функциональными свойствами. Например, анализ отечественного растительного сырья, исследование его химического состава и биологической ценности, показал эффективность применения для таких мучных кондитерских изделий как печенье, кексы, пряничные изделия. Введение в рецептуру продуктов переработки растительного сырья (плодово-овощного, ягодного) позволил придать мучным изделиям функциональную направленность, благодаря его свойствам. Разработаны рецептуры и технологии

производства данных изделий, проведена промышленная апробация, утверждена техническая документация [1-5].

Не менее актуальным направлением исследований в области современных векторов развития ассортимента функциональных мучных кондитерских изделий является разработка изделий для лиц с нарушенным углеводным обменом, пониженной энергетической ценности. Принципы разработки данных изделий основаны на пищевой комбинаторике, высоких потребительских характеристиках, безопасности. Предложены рецептуры и технологии изделий с заменой сахара на натуральные сахарозаменители, проведены оценки показателей качества и безопасности [5,6].

Важным направлением в сберегающих технологиях переработки сельскохозяйственного сырья выделяют использование отходов производства сельскохозяйственных культур. Экспериментально обосновано и предложено использовать жмыхи рапсового масла, жмыхи белоксодержащего сырья (кедровый, тыквенный, кунжутный) в рецептурах кондитерских изделий, продукты переработки черного тмина для улучшения биологической ценности изделий [7-9].

Не теряет своей практической значимости направление развития ассортимента за счет обогащения мучных изделий витаминами и минеральными веществами, готовыми витаминно-минеральными премиксами, зарекомендовавших себя на протяжении десятилетия и подтвердивших свою эффективность в питании. Значимым на современном этапе является внедрение систем менеджмента качества и безопасности на обогащенные, функциональные и специализированные мучные кондитерские изделия, как инструмента обеспечивающего безопасность и высокое качество выпускаемой продукции [4, 10].

Список литературы

1. Сандракова, И.В. Исследование потребителей продуктов здорового питания И.В. Сандракова, И.Ю.Резниченко//Практический маркетинг. - 2019. - № 12 (274).- С. 22-27.
2. Гурьянов, Ю.Г. Оценка потребительских предпочтений к новым продуктам функционального назначения/Ю.Г. Гурьянов, Е.Ю. Лобач, //Ползуновский вестник. - 2012.- № 2-2. - С. 187-190.
3. Ильина, О.А. Актуальные вопросы разработки обогащённой и специализированной пищевой продукции/О.А. Ильина, В.С. Иунихина, А.С. Маслова, Л.Н. Шатнюк//Хлебопродукты.- 2020.- № 3.- С. 43-45.
4. Юдина, А.В. Обогащение галет длительного хранения витаминами и минеральными веществами/А.В. Юдина, Л.Н. Шатнюк, Т.В. Савенкова, В.М. Коденцова//Вопросы питания. - 2014. - Т. 83. - № S3. С. 207.
5. Сидорова, О.С. Товароведная оценка бисквитного полуфабриката с сахарозаменителем/О.С. Сидорова, И.Ю. Резниченко//Кондитерское производство. -2010.- № 6. - С. 16.
6. Патент 2532438, МПК A21D 13/08. Способ получения бисквита без сахара/Н.Н. Зоркина, И.Ю. Резниченко.- № 2013121836/13; заявл. 13.05.2013; опубл. 10.11.2014, Бюл. №31
7. Рензьева, Т.В. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения/Т.В. Рензьева, А.О. Рензьев, С.Н. Кравченко//Хранение и переработка сельхозсырья. - 2020.- № 2.- С. 143-160. DOI: 10.36107/spfp.2020.213
8. Egorova E.Yu., Reznichenko I.Yu., Ermolaeva E.O.Recycling and standardization aspects of nigella sativa in the food industry.В сборнике: Advances in Engineering Research. -2018.- С. 812-819
9. Рензьева, Т.В. Фосфолипиды рыжикового масла в производстве печенья/Т.В. Рензьева, С.В. Новоселов, Е.В.Дмитриева//Ползуновский вестник. -2018. - № 1.- С. 37-42.
10. Патент 2665618, МПК A21D 13/80. Способ обогащения мучных кондитерских изделий витаминно-минеральным премиксом/ И.Ю. Резниченко, А.М. Чистяков, Т.В. Сурков. № 2017117737; Заявл.22.05.2017; опубл.03.09.2018; Бюл. № 25.

УДК 631.48

МИКРОБИОМНЫЕ ДРАЙВЕРЫ ПОЧВОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Е. В. Абакумов, Е. Е. Андронов, А. К. Кимеклис, Г. В. Гладков, Е. А. Иванова,
Е. В. Евдокимова, А. О. Зверев

Санкт-Петербургский государственный университета, г. Санкт-Петербург, Россия

Восстановление почв – важная составляющая рекультивации земель, нарушенных открытыми разработками полезных ископаемых. Быстрая и эффективная рекультивация земель требует понимания механизмов имплементации почвенных процессов: гумусообразования, трансформации органического вещества, преобразования минеральной части почв и т.п. Большинство из этих процессов обусловлены активностью тех или иных групп микроорганизмов. Между тем, традиционные методы изучения микробиома почв позволяли идентифицировать лишь культивируемые формы микроорганизмов.

В последнее время появилось существенное количество методов исследования, в том числе, высокоточных и инструментальных, которые позволяют изучать состава почв, в том числе таксономический состав микробиома почв на молекулярном уровне. В связи с этим проведен анализ микробиомов природных и антропогенно-нарушенных почв различных природных зон, в том числе и южной тайги в пределах Северо-Запада Русской равнины.

Изучены хроносери микробиома почв на различных отвальных породах четвертичного происхождения карьерно-отвальных комплексов. Объекты исследования включают начальные стадии педогенеза, стадии формирования эмбриональных профилей почвы, а также профили климаксовых почв, характерных для той или иной природной зоны.

Для выявления в почве трех основных таксономических групп микроорганизмов проводили количественную ПЦР (qPCR) согласно методикам [1, 2, 10, 11, 13]. Секвенирование и первичную обработку данных осуществляли на приборе Illumina MiSeq («Illumina, Inc.», США) в ЦКП «Геномные технологии и клеточная биология» (ФГБНУ ВНИИСХМ). Обработку данных проводили согласно источникам [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Рассчитывали индексы Фейта и Шеннона [9, 12].

Выявлены основные группы микроорганизмов, ответственные за те или иные почвообразовательные процессы. Установлено, что темпы почвовосстановления и микробной сукцессии существенно отличались в зависимости от состава почвообразующей породы (различное происхождение и вещественный состав отвалов), климатических особенностей, состава и разнообразия растительного покрова, проведения/отсутствия рекультивационных мероприятий. В большинстве природных зон был отмечен ряд общих закономерностей. На более ранних стадиях, характеризующихся инициацией процесса накопления органического вещества в почвах, отмечались сравнительно высокие уровни разнообразия, с доминированием отдельных групп микроорганизмов, реализующих в сообществе главным образом копитрофную экологическую стратегию. По мере эволюции почв и приближения их к климаксовым экосистемам разнообразие снижалось, и копитрофы постепенно уступали экологические ниши микроорганизмам с олиготрофным типом питания, а также узкоспециализированным микробным группам. Похожие закономерности отмечались также при изучении эволюции генетических горизонтов и почвенного профиля как при изучении хронорядов почв техногенных отвалов, так и при анализе микробиомов в хроносери ненарушенных почв заповедников в условиях природных природных эволюционных смен.

Почвы, формирующиеся на днищах карьеров, зачастую характеризовались минимальными уровнями разнообразия и представляли собой неблагоприятный субстрат для микробной колонизации. Таким образом, получен обширный фактический материал о составе микробиома первичных почв и о его роли в формировании почвенных профилей. Полученные данные необходимо имплементировать в технологии природоподобной и

классической рекультивации земель, основанные на интенсификации и контроле ключевых микробиологических процессов в разновозрастных почвах в инвариантных комбинациях ресурсов почвообразования.

Проведенные исследования показали, что роль микробиома почв на начальных стадиях их формирования ранее недооценивался. Применение новых генетических методов позволяет существенно дополнять представления о функционале почвенной биоты.

Работа выполнена при поддержке РНФ в рамках проекта № 17-16-01030.

Список литературы

1. Андронов, Е. Е., Петрова, С. Н., Чижевская, Е. П., Коростик, Е. В., Ахтемова, Г. А., Пинаев, А. Г. Влияние внесения генетически модифицированного штамма *Sinorhizobium meliloti* Ach-5 на структуру почвенного сообщества микроорганизмов // Микробиология. – 2009. Т. 78, № 4. – С. 525–534.
2. Bates, S. T., Berg-Lyons, D., Caporaso, J. G., Walters, W. A., Knight, R., Fierer, N. Examining the global distribution of dominant archaeal populations in soil // The ISME Journal. – 2011. V. 5, № 5. – P. 908–917. DOI: 10.1038/ismej.2010.171
3. Bolger, A. M., Lohse, M., Usadel, B. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data // Bioinformatics. – 2014. V. 30, № 15. – P. 2114–20. DOI: 10.1093/bioinformatics/btu170
4. Caporaso, J. G., Bittinger, K., Bushman, F. D., DeSantis, T. Z., Andersen, G. L., Knight, R. PyNASt: a flexible tool for aligning sequences to a template alignment // Bioinformatics. – 2009. V. 26, № 2. – P. 266–267. DOI: 10.1093/bioinformatics/btp636
5. Caporaso, J. G., Kuczynski, J., Stombaugh, J., Bittinger, K., Bushman, F. D., Costello, E. K., Fierer, N., Peña, A. G., Goodrich, J. K., Gordon, J. I., Huttley, G. A., Kelley, S. T., Knights, D., Koenig, J. E., Ley, R. E., Lozupone, C. A., McDonald, D., Muegge, B. D., Pirrung, M., Reeder, J., Sevinsky, J. R., Turnbaugh, P. J., Walters, W. A., Widmann, J., Yatsunenko, T., Zaneveld, J., Knight, R. QIIME allows analysis of high-throughput community sequencing data // Nature Methods. – 2010. V. 7. – P. 335–336. DOI: 10.1038/nmeth.f.303
6. Chao, A. Non-parametric estimation of the number of classes in a population // Scandinavian Journal of Statistics. – 1984. V. 11. – P. 265–270.
7. DeSantis, T. Z., Hugenholtz, P., Larsen, N., Rojas, M., Brodie, E. L., Keller, K., Huber, T., Dalevi, D., Hu, P., Andersen, G. L. Greengenes, a chimera-checked 16S rRNA gene database and workbench compatible with ARB // Applied and Environmental Microbiology. – 2006. V. 72, № 7. – P. 5069–5072. DOI: 10.1128/AEM.03006-05
8. Edgar, R. C. Search and clustering orders of magnitude faster than BLAST // Bioinformatics. – 2010. V. 26, № 19. – P. 2460–2461. DOI: 10.1093/bioinformatics/btq461
9. Faith, D. P. Conservation evaluation and phylogenetic diversity // Biological Conservation. – 1992. V. 61, № 1. – P. 1–10. DOI: 10.1016/0006-3207(92)91201-3
10. Gardes, M., Bruns, T. D. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts // Molecular Ecology. – 1993. V. 2, № 2. – P. 113–118. DOI: 10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x
11. Lane, D. J. 16S/23S rRNA sequencing. In: *Nucleic acid techniques in bacterial systematics* / E. Stackebrandt, M. Goodfellow (eds.). John Wiley and Sons, New York, 1991. – P. 115–175.
12. Shannon, C. E., Weaver, W. The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press, 1949. – P. 1–117.
13. Yu, Y., Lee, C., Hwang, S. Analysis of community structures in anaerobic processes using a quantitative real-time PCR method // Water Science and Technology. – 2005. V. 52, № 1–2. – P. 85–91. DOI: 10.2166/wst.2005.0502

УДК 579.26 (470.61)

ГЕНЫ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ В ПОЧВАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. Н. Ажогина, Л. Е. Хмелевцова, А. В. Гильдебрант, М. А. Сазыкина
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В настоящее время проблема загрязнения окружающей среды генами антибиотикорезистентности (АРГ) приобретает все более масштабный характер. Увеличение объемов и неправильное использование противомикробных препаратов в последние десятилетия способствовало росту как разнообразия, так и распространенности устойчивости к противомикробным препаратам [1, 2].

На распространение АРГ в микробных сообществах природных экосистем и появление мультирезистентных бактерий влияют не только антибиотики, но и различные загрязняющие вещества: тяжелые металлы, дезинфектанты, микропластик, антибиотики, а также другие поллютанты [3–5]. В связи с этим в настоящее время растет интерес к резистому микробных сообществ окружающей среды, который рассматривают в качестве возможного источника генов устойчивости к антибиотикам.

Целью данного исследования являлось изучить распространенность и качественный состав генов устойчивости к антибиотикам в почвах Ростовской области.

Образцы почв были отобраны в г. Ростове-на-Дону и Ростовской области. Было отобрано 59 проб, которые были распределены на 5 групп, в зависимости от типа их использования: почвы рекреационного (17 проб), промышленного (22 пробы), сельскохозяйственного (12 проб) назначения, почвы больничных комплексов и отдельно стоящих амбулаторных зданий (3 пробы), почвы полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) (5 проб). Классификация почв по их назначению производилась с использованием публичной кадастровой карты Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр).

Пробы почв отбирали из почвенного разреза с глубины 0–20 см методом конверта [6], тщательно перемешивали, распределяли по пластиковым пробиркам Falcon 50 мл и хранили при -20 °С до выделения тотальной ДНК и приготовления экстрактов.

Из образцов почв была выделена тотальная метагеномная ДНК в соответствии с методикой [7, 8]. С помощью метода ПЦР-амплификации ДНК была исследована для выявления генов антибиотикорезистентности.

Были использованы следующие наборы ПЦР-реагентов для определения резистентности к антибиотикам с электрофоретической детекцией (НПФ «Литех», Россия):

- набор «Резистентность к карбапенемам-1», для выявления генов *VIM*;
- набор «Резистентность к карбапенемам-2», для выявления генов *NDM*;
- набор «Резистентность к карбапенемам-3», для выявления генов *OXA-48*;
- набор «Резистентность к цефалоспорином-1», для выявления генов *CTX-M*;
- набор «Резистентность к цефалоспорином-2», для выявления генов *MecA*;
- набор «Резистентность к гликопептидам», для выявления генов *VanA* и *VanB*;
- набор «Эритропол», для выявления генов резистентности к эритромицину *ErmB*;
- набор «Тетрапол», для определения устойчивости к тетрациклину *TetM/TetO*.

В результате проведенных исследований гены *VIM* были обнаружены в 13 исследованных пробах, 8 из которых относились к категории рекреационных. В почвах парков им. В. Черевичкина и парка Революции (г. Ростов-на-Дону) данный ген появился после проведения Чемпионата Мира по футболу 2018 г.

В 15 пробах были обнаружены гены *NDM*, при этом 9 проб относились к промышленным территориям. В образцах почв № 2 и № 3 (рекреационные почвы), № 23 и № 31 (почвы промышленного назначения) были обнаружены оба гена – *VIM* и *NDM*.

Гены *OXA-48*, *MecA*, *TetM/TetO* были обнаружены только в почвах на месте длительного хранения птичьего навоза птицефабрики «Бройлер-Дон».

Устойчивость к гликопептидам обнаружена в 12 пробах, 6 из которых относились к землям промышленного назначения.

Ген устойчивости к эритромицину (*ErmB*) был обнаружен в пробе почв рекреационного назначения № 9, а ген устойчивости к цефалоспорином (*CTX-M*) в пробе почв полигонов ТКО №55.

Таким образом, в ходе исследования в различных пробах почв были обнаружены все 9 детерминант резистентности. Наиболее загрязнены АРГ образцы почв, отобранных в зоопарке (№ 9), в парке Революции (№ 11), на терриконе в г. Шахты (№ 28), у заводов «Атоммаш» (№ 30) и ООО НПО «НИИПАВ» г. Волгодонск (№ 31), а также у птицефабрики «Бройлер-Дон» (№ 43). При этом, проба, отобранная у птицефабрики «Бройлер-Дон», оказалась наиболее токсичной среди почв сельскохозяйственного назначения.

Полученные результаты свидетельствуют о довольно высоком уровне загрязнения АРГ почв Ростовской области, подверженных сильной антропогенной нагрузке.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-90107.

Список литературы

1. Berendonk, T.U., Manaia, C.M., Merlin, C., Fatta-Kassinos, D., Cytryn, E., Walsh, F., Bürgmann, H., Sørum, H., Norström, M., Pons, M.N., Kreuzinger, N., Huovinen, P., Stefani, S., Schwartz, T., Kisand, V., Baquero, F., Martinez, J.L., 2015. Tackling antibiotic resistance: the environmental framework. *Nat. Rev. Microbiol.* 13, 310–317
2. Pehrsson, E.C., Tsukayama, P., Patel, S., Mejia-Bautista, M., Sosa-Soto, G., Navarrete, K.M., Calderon, M., Cabrera, L., Hoyos-Arango, W., Bertoli, M.T., Berg, D.E., Gilman, R.H., Dantas, G., 2016. Interconnected microbiomes and resistomes in low-income human habitats. *Nature* 533, 212–216
3. Cheng W., Li J., Wu Y., Xu L., Su C., Qian Y., Zhu Y.-G., Chen H. Behavior of antibiotics and antibiotic resistance genes in eco-agricultural system: a case study // *Journal of hazardous materials*. 2016. V. 304. P. 18–25. doi: 10.1016/j.jhazmat.2015.10.037
4. Jayaprakashvel M., Vijay S., Karthigeyan C.P., Hussain A.J. Isolation and characterization of mercury resistant marine bacteria from the coastal area of Chennai, India // *International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences*. 2015. V. 4. P. 64–76.
5. Su Y., Wu D., Xia H., Zhang C., Shi J., Wilkinson K.J., Xie B. Metallic nanoparticles induced antibiotic resistance genes attenuation of leachate culturable microbiota: The combined roles of growth inhibition, ion dissolution and oxidative stress // *Environment international*. 2019. V. 128. P. 407–416. doi: 10.1016/j.envint.2019.05.007
6. ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почва. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа», а также с учетом рекомендаций МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест»
7. Sazykin, I.S., Seliverstova, E.Y., Khmelevtsova, L.E., Azhogina, T.N., Kudееvskaya, E.M., Khammami, M.I. et al. (2019). Occurrence of antibiotic resistance genes in sewages of Rostov-on-Don and lower Don River. *Theoretical and Applied Ecology*, 4, 76-82. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2019-4-076-082>
8. Патент RU 2 696 052 C1. C12N 15/10 Способ выделения ДНК из почвы / Сазыкина М.А., Сазыкин И.С., Селиверстова Е.Ю., Хмелевцова Л.Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Южный федеральный университет". – заявка № 2018140149, заявл. 13.11.2018; опубл. 30.07.2019, Бюл. №22 – с. 13: табл. 2

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А. С. Бурлаченко

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В современном мире одной из важнейших экологических проблем является утилизация химических соединений, представляющих большую опасность для экосистемы. В окружающую среду они попадают вместе с промышленными и бытовыми отходами. Чрезвычайно распространенными являются синтетические низко- и высокомолекулярные органические вещества. Их использование в промышленности неуклонно растет, вследствие чего, эти вещества в огромных количествах содержатся в производственных и бытовых водах. Многие из них не поддаются физико-химическим способам очистки, а также не перерабатываются микроорганизмами в природе или темпы поступления их очень велики, и они не успевают разлагаться бактериями.

Очистка сточных вод состоит из четырех основных стадий: механическая очистка, химическая, физико-химическая и биологическая. За счет экологической безопасности и экономичности предпочтение отдается последней. Химические способы очистки стоков не являются эффективными, при их использовании органические вещества только концентрируются или частично разрушаются, но полностью не разлагаются [1].

Загрязнение водоемов представляет огромную опасность по ряду причин:

1. Процессы самоочищения и регенерации протекают в водной среде очень медленно, содержание некоторых веществ приводит к снижению показателя удерживания диоксида углерода и кислорода в толще воды;
2. Источники загрязнения водоемов очень разнообразны, начиная от ионов тяжелых металлов, заканчивая токсичными высокомолекулярными соединениями;
3. Нарушения в процессах жизнедеятельности биогеоценозов, гибель растений и водных организмов, как следствие – цветение воды.
4. Перенесение частиц загрязнителя по трофическим цепям, накапливание их на частицах земли, песка, глины.

Цель представленной работы: изучить технологию биологической очистки сточных вод. Доказать, что микроорганизмы родов *Bacillus* и *Pseudomonas* проявляют активность по отношению к процессам биодеструкции поверхностно-активных веществ.

Методы биологической очистки воды базируются на способности гетеротрофных микроорганизмов использовать в качестве питательного субстрата большинство органических и некоторых неорганических соединений, содержащихся в сточных водах. В процессе биоочистки формируются биоценозы микроорганизмов, называемые активным илом, состав которых зависит от условий проведения процесса и характера примесей. Биологический метод эффективен для очистки стоков с низкой концентрацией веществ, порядка 10-20 мг/дм³, показано, что более высокие концентрации являются достаточно токсичными для биоценозов [2]. В связи с этим, поднимается проблема необходимости изучения методов очистки сточных вод, отдавая предпочтение именно биологической очистке. Также необходимо изучить вопрос усовершенствования биотехнологии микробной очистки, в частности – разработка новых штаммов микроорганизмов, имеющих высокие биодеструктивные характеристики, посредством селекции или модификации генома.

В состав активного ила входят в основном простейшие, но в нем присутствуют также более сложноорганизованные организмы, например, коловратки и круглые черви. Неотъемлемой частью биоценоза являются бактерии. В основном это палочковидные бактерии рода *Bacillus*, а также большое количество видов микроорганизмов рода *Pseudomonas*. Из одноклеточных организмов в активном иле присутствуют:

- ресничные инфузории (подтип *Ciliata*: полихимонофора (*Euplates*, *Aspidisca*, *Oxytricha*), кинетофрагминофора (*Coleps*, *Acineria*, *Lionotus*, *Colpoda*), перитрихи (*Vorticella*, *Opercularia*, *Vaginicola*);
- жгутиконосцы (подтип *Mastigophora*: растительные (*Euglena*), животные или *Flagellata* (*Bodo*, *Trepomonas*),
- сосущие инфузории (подтип *Suctoria*: (*Tokophrya*, *Acineta*));
- саркодовые или амёбы (подтип *Sarkodina*: голые амёбы (*Amoeba*), раковинные корненожки (*Arcella*, *Centropyxis*), филозеи (*Euglupha*)) [3].

Мы решили проверить, действительно ли входящие в состав биоценозов бактерии, способны к биodeградации органических веществ, присутствующих в сточных водах. Среди микроорганизмов объектами исследования стали *Pseudomonas putida* (ВКПМ: В-1827), *Bacillus subtilis* (ВКПМ: В-4647), *Pseudomonas putida* (В-6564), *Pseudomonas alcaligenes* (В-4684). Среди органических соединений были выбраны амфотерные и анионные поверхностно-активные вещества (ПАВ), а именно алкиламидобеттаиновый ПАВ *Cocamidopropyl betaine* (кокамидопропилбетаин) и алкилсульфонатный анион-активный ПАВ – *Decyl-glucoside* (додецилсульфонат натрия).

Поверхностно-активные вещества являются постоянными компонентами бытовых и промышленных сточных вод, поэтому ферменты микроорганизмов, входящих в состав активного ила должны обладать способностью использовать ПАВ в качестве субстрата. В результате, деградация данных веществ приводит к образованию простых химических соединений [4].

Экспериментальная часть. Суспензии микроорганизмов по отдельности поместили в растворы децил глюкозида и кокамидопропилбетаина. Через 14 дней культивирования произвели посевы на агаризованные среды. В результате, ингибирующего влияния ПАВ на микроорганизмы не наблюдалось. Это говорит о том, что выбранные нами бактерии способны использовать в качестве питательного субстрата данные поверхностно-активные вещества.

Качество очистки сточных вод будет гораздо выше, если видовое разнообразие биоценоза будет больше. Благодаря этому можно добиться высокой степени очистки и устойчивости биоценоза к негативному воздействию токсичных сточных вод.

Таким образом, биологический метод очистки показывает высокую эффективность по отношению бытовым стокам. Он также применяется при очистке воды на предприятиях химического назначения и нефтеперерабатывающих отраслях. Следовательно, данный метод является перспективным и на его основе могут быть разработаны способы очистки воды от веществ, представляющих огромную опасность для экосистемы, посредством усовершенствования биоценозов, входящих в состав биофильтров.

Список литературы

1. Методы очистки сточных вод [Электронный ресурс]. URL: http://www.o8ode.ru/article/planetwa/rekuche/purewater/metody_o4ictki_cto4nyh_vod.htm. Дата обращения: 28.09.2020.
2. Горелкина, А. К. Разработка технологии адсорбционной очистки сточных и природных вод от хлорфенола и фенола активными углями [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-tekhnologii-adsorbtsionnoi-ochistki-stochnykh-i-prirodnikh-vod-ot-khlorfenola-i-f>. Дата обращения: 28.09.2020.
3. Н.С. Жмур «Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками», Акварос, Москва, 2003 г.
4. Бурлаченко А.С. Изучение процессов биодеструкции поверхностно-активных веществ / А.С. Бурлаченко, О.В.Салищева, В.Ф. Долганюк // В книге: Пищевые инновации и биотехнологии. Сборник тезисов VIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. под общ. ред. А. Ю. Просекова. Кемерово, 2020. С. 220-221.

УДК 633.15 (478)

ОЦЕНКА НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ЗАСУХЕ МОЛДАВСКИХ СТАРОДАВНИХ СОРТОВ КУКУРУЗЫ

Е. Н. Былич

Институт генетики, физиологии и защиты растений, г. Кишинев, Молдова

При переходе к адаптивному сельскохозяйственному производству стратегии развития природоохранной деятельности и растениеводства должны не расходиться, а наоборот, взаимодействуя, обогащать друг друга, обеспечивая биосферосовместимость и высокое качество жизни человека. Реальность указанного направления подтверждается многочисленными примерами, как из истории земледельческой культуры, так и применения наукоемких технологий в современном сельском хозяйстве [1]. На протяжении всего периода развития земледелия во многих странах достигнуты значительные успехи по сохранению и в последние годы внедрению в производство местных, стародавних сортов. Под действием естественного и искусственного отборов в определенных почвенно-климатических условиях они являются наиболее приспособленными к неблагоприятным условиям произрастания. В зависимости от зоны возделывания были созданы зимостойкие, засухоустойчивые и устойчивые к отдельным болезням сорта. Это делает их ценным генетическим материалом и способствует восстановлению интереса в связи с реалиями изменения климата и других экологических условий последних десятилетий.

Материалом для полевых опытов служили 10 среднеранних (SR) и 11 среднеспелых (SS) местных стародавних сортов кукурузы, входящие в состав коллекции лаборатории генетических ресурсов растений ИГФЗР. Высейнные сорта изучали в агроклиматических условиях 2020 года. Использовали традиционную для данной культуры схему посева и агротехнику. Морфологические и фенологические параметры характеризовали согласно классификатору для данной культуры [2]. Необходимые измерения выполняли, как в период вегетации растений, непосредственно в поле, так и после уборки, в лабораторных условиях. При фиксировании уровня воздействия лимитирующего фактора использовали метрическую и бальную систему визуальных оценок параметров растений. Полевые исследования проводились согласно рекомендациям [3], для обработки данных использовали компьютерные пакеты программ Microsoft Office и др.

По результатам многолетнего тестирования образцов кукурузы в экологических экспериментах на устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, формируются специализированные коллекции. В последние годы наиболее актуальными лимитирующими факторами стали жара и засуха [4,5]. По данным государственной гидрометеорологической службы, повышенный температурный режим и значительный дефицит осадков, отмечавшиеся на территории Республики Молдова большую часть лета 2020 года (июль-август) способствовали возникновению атмосферной и почвенной засухи. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), характеризующий степень увлажнения территории, в среднем по республике в июле составил 0,5, в августе - 0,2, что соответствует сильной и очень сильной засухе. По состоянию на 28 июля запасы продуктивной влаги под кукурузой в метровом слое почвы были низкими и составляли в основном 10-65 мм (15-60% нормы). Сложившиеся климатические условия позволили оценить образцы коллекции на толерантность к данному лимитирующему фактору.

Необходимо отметить, что жаркий и засушливый период пришелся на завершение у растений генеративной фазы, т.е. на формирование вегетативной массы и уровень таких параметров как высота растений, облиственность стебля, высота метелки и др. стресс не повлиял. Вместе с тем, под его воздействием, у неустойчивых генотипов кукурузы, асинхронность цветения женского и мужского соцветия существенно увеличивалась. Оценивая образцы коллекции по этому параметру, было выявлено 5 сортов (CP166, CP195, CP176, CP189, CP191), у которых протандрия превышала норму на 2-3 дня. Также,

атмосферная засуха провоцировала ослабление тургора листьев (их скручивание) было отмечено у растений десяти сортов (табл.1). Максимальным (6 баллов) уровнем характеризовался сорт Молдавский белый CP152, в меньшей мере реагировали на стресс два сорта: Чинквантино CP189 и Молдавский желтый CP128. У семи сортов период скручивания листьев был не продолжителен и проявлялся лишь в самые жаркие часы.

Таблица 1

Параметры состояния растений при воздействия интенсивной засухи 2020 года

Название сорта	Регист рацион ный номер	Группа спелос- ти	Потеря тургора листьями, балл*	Ожоги\ преждевременное усыхание		
				Листья, балл	Метелка, балл	Початок, %
Оранжевая	CP112	SR.	2	2	2	22,
Чинквантино	CP189	SR	4	4	2	60,
Молдавский желтый	CP164	SR	2	5	3	23
Местная	CP127	SR	-	3	2	15
Молдавский желтый	CP211	SR	2	5	3	31
Молдавский желтый	CP145	SR	-	4	5	16
Молдавский желтый	CP148	SR	2	5	2	26
Молдавский	CP225	SR	-	4	2	10
Молдавский	CP153	SR	-	3	3	24
Молдавский желтый	CP166	SS	-	6	6	93
Молдавский желтый	CP137	SS	-	4	4	15
Семидентата	CP214	SS	2	5	5	15
Молдавский желтый	CP128	SS	4	5	3	23
Молдавский желтый	CP208	SS	-	5	3	26
Семидентата	CP122	SS	-	5	4	25
Оранжевая	CP176	SS	-	6	6	62
Молдавский желтый	CP195	SS	-	5	3	66
Молдавский белый	CP152	SS	6	4	3	100
Молдавский желтый	CP191	SS	1	5	4	58
Молдавский желтый	CP164	SS	1	5	2	26
Среднее значение			1,3	4,6	3,5	37,1

* Шкала оценок в баллах от 1 до 6

Преждевременное высыхание растений было отмечено для всех, без исключения, сортов уже во второй декаде августа. Были выявлены генотипические различия по скорости усыхания листьев, метелок и продуктивных початков растений. Сорта Молдавский желтый CP166 и Оранжевая CP176 характеризовались наиболее короткими промежутками между концом цветения и полным усыханием растений. Более продолжительное время противодействовали стрессу три образца: Оранжевая CP112, Молдавский CP153 и Местная CP127. Уровень этого показателя для оставшихся образцов коллекции имел промежуточное значение.

При подсчете процента высохших початков учитывали только те, на которых не было сформировано ни одного зерна. По сортам признак варьировал от 10 % до 100%. В среднем количество непродуктивных растений составило 37%, а у шести генотипов этот параметр превышал 50%. У среднеранних сортов этот показатель был ниже (25%), тогда как у среднеспелых более 40 % растений не смогли сформировать початок. Максимальный процент усыхания фиксировали у сортов Молдавский белый CP152 и Молдавский желтый CP166 (100% и 93%, соответственно).

Последствия стресса существенно сказались и на других компонентах урожая. У среднеранних сортов выход зерна с квадратного метра варьировал от 100 г. до 400 г (рис. 1), у среднеспелых от 0 до 360 г (рис. 2). Как видно на диаграмме, в условиях засухи наиболее

урожайными были два среднеранних сорта: Молдавский СР225 и Молдавский желтый СР153, а также четыре среднеспелых (СР137, СР214, СР128 и СР212).

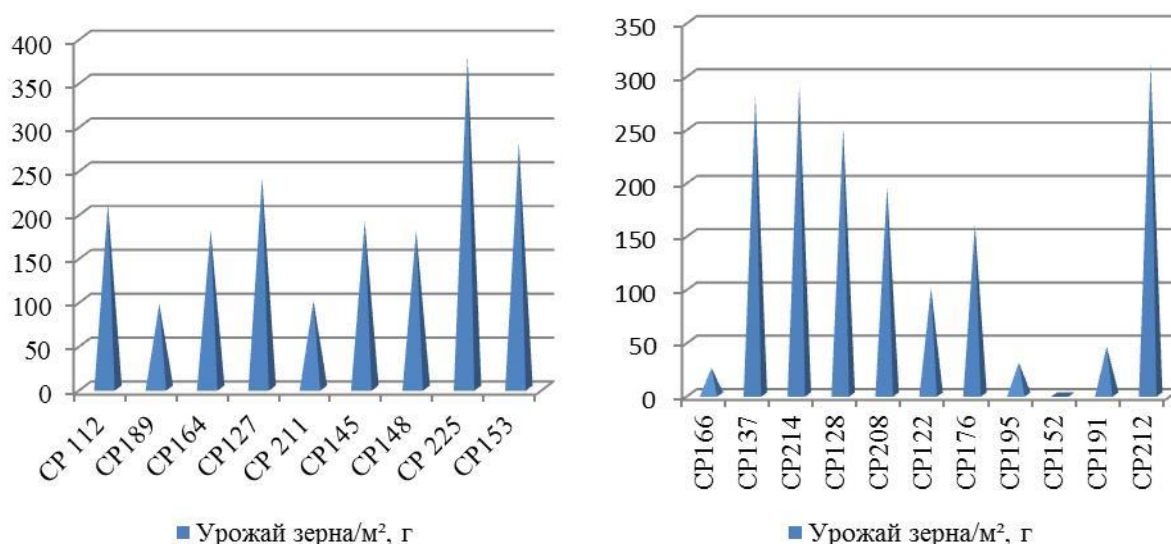


Рис. 1, 2. Продуктивность среднеранних и среднеспелых местных сортов кукурузы в условиях экстремальной засухи 2020 года

Выявлена слабая положительная корреляционная зависимость ($r=0,2$) урожая зерна с высотой растений, и в большей степени этот показатель был сопряжен с количеством продуктивных початков и их весом ($r=0,7$, $r=0,8$, соответственно).

Таким образом, в естественных условиях 2020 года была проведена оценка на засухоустойчивость 20 местных сортов кукурузы. Воздействие стресса способствовало выявлению генотипических различий по таким параметрам как потеря тургора листьями, преждевременное усыхание листьев, метелок и початков, асинхронность цветения мужских и женских соцветий, а также компонент продуктивности растений. Сравнительный анализ параметров образцов после воздействия лимитирующих факторов выявил шесть стародавних молдавских сорта, которые после дальнейшего тестирования смогут служить донорами генов устойчивости к жаре и засухе.

Список литературы

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство эколого-генетические основы. Теория и практика: в 3 т. – Москва: ООО Изд-во Агрорус, – 2008, –Т. 1, – 813 с.
2. Discriptors List species *Zea mays* L, Praha: 1986, –75 с.
3. Доспехов Б.А. 1973. Методика полевого опыта. Москва, – 335 с.
4. Былич Е. Н. Воздействие абиотических факторов среды на проявление протандрии кукурузы./ Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция и интродукция): сб. научн. тр., Москва, – 2011, –Том. IV (II), – С. 167-169.
5. Былич Е.Н. Изучение некоторых признаков местных форм кукурузы. / I Международная научно-практическая конференция «Генофонд и селекция растений», Новосибирск, –2013, –Том 1, – С. 98-103

УДК 602.4:664.71-11

БИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ

Н. Г. Власенко, М. Т. Егорычева, С. В. Бурлакова

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, р.п. Краснообск, Россия

Основная задача современного земледелия – получение высокой урожайности культур с помощью биотехнологий, создающих условия для сохранения экологически чистых плодородных почв. С целью сохранения и воспроизводства почвенного плодородия разрабатываются биологизированные агротехнологии с последовательной заменой энергоемких агрохимикатов и пестицидов биопрепаратами нового поколения [1,2].

Основное достоинство биологических препаратов: экологичность, безопасность для человека и окружающей среды. У биологических препаратов расширен период применения, их можно использовать практически в любой стадии развития растений, так как у них малый срок ожидания после обработки [3]. Экологически безопасные биопрепараты при грамотном использовании (системные обработки, своевременное применение и др.) не только обеспечивают высокие урожаи, но и повышают его качество. Интерес к биологическим препаратам возрастает еще и из-за того, что многие из них обладают антистрессовым эффектом, повышая устойчивость растений к абиотическим факторам внешней среды [4,5]. В настоящее время наиболее широко для защиты зерновых культур от болезней используют препараты на основе грибов родов *Trichoderma*, *Streptomyces*, различных видов и штаммов бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas* и др. [6]. Следует отметить, что включение биопрепаратов в системы защиты растений от вредных организмов должно быть обосновано изучением состава патогенного комплекса, степенью развития патогенной нагрузки, условиями применения.

В связи с изложенным, целью исследований явилась разработка экологически безопасных приемов защиты яровой пшеницы от основных болезней в условиях лесостепи Приобья. Основной задачей исследований было - определить влияние обработки семян и посевов биопрепаратами на основе *Trichoderma viride*, *Bacillus subtilis* на фитосанитарное состояние семян, посевов яровой пшеницы и урожайность зерна. Объектами изучения были: мягкая яровая пшеница (*Triticum aestivum*), болезни пшеницы (обыкновенная корневая гниль - *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem, листовые инфекции - бурая листовая ржавчина (*Puccinia tritica Eriks.*), мучнистая роса (*Erysiphe graminis DC.*) и септориоз (виды рода *Septoria*);

Исследования проводились в 2020 году на полях стационара СибНИИЗиХ СФНЦА РАН в ОПХ «Элитное» Новосибирской области, почвенно-климатические условия которого типичны для лесостепной зоны Западной Сибири. Оценка возможностей использования микробиологических препаратов Триходермин, Споробактерин и Фитоспорин-М для защиты яровой пшеницы от болезней изучалась на посевах сорта Новосибирская 31, которая размещалась по паровому предшественнику, в двухфакторном полевом опыте. Фактор А - предпосевная обработка семян (14 мая), включающая варианты: контроль (без обработки семян); Триходермин, П (*Trichoderma viride*, титр более 6 млрд. спор/г, 80 г/т); Споробактерин, СП (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma viride*, штамм 4097, 0,5 кг/т); Скарлет, МЭ - химический эталон (имазалил (100 г/л) + тебуконазол (60 г/л), 0,3 л/т).

Норма расхода рабочего раствора 10 л/т семян, расположение последовательное в один ярус, повторность 4-х-кратная. Фактор В - опрыскивание посевов пшеницы в период вегетации растений (фазы - кущения и начала колошения культуры - 8 и 30 июня) биопрепаратом Фитоспорин-М, П (*Bacillus subtilis*, штамм 26 Д, титр живых спор и клеток менее 2 млрд./г, 0,4 кг/га), варианты которого накладывались на опыт по обработке семян методом расщепленных деленок. В качестве химического эталона в фазе колошения (2 июля) применялся фунгицид Титул Дуо (пропиконазол, 200 г/л + тебуконазол, 200 г/л), 0,32 л/га. Норма расхода рабочей жидкости - 200 л/га, площадь учетной деланки 14,7 м² (2,1х7).

Фоновое опрыскивание против злаковых и двудольных сорняков проводили в фазе кущения пшеницы баковой смесью гербицидов: Аксил, КЭ (0,7 л/га) + Примадонна, СЭ (0,3 л/га) + Гекстар, СП (15 г/га).

Учеты и наблюдения в опытах проводили по общепринятым методикам. Развитие обыкновенной корневой гнили на растениях определяли дифференцированно по органам в фазы 4 листа, кущения культуры и молочно - восковой спелости зерна [7], листостебельных инфекций (септориоз, мучнистая роса, бурая листовая ржавчина) – с помощью универсальных шкал в начале колошения пшеницы, в период конец цветения - начало молочной спелости зерна и в молочно-восковую спелость [8]. Учет урожая проводили методом прямого комбайнирования с помощью комбайна Сампо. Урожай яровой пшеницы приводили к 14% влажности и 100% чистоте. Математическую обработку данных проводили с помощью пакета прикладных программ Snedecor [9,10].

Оценка эффективности применения биологических препаратов Триходермин и Споробактерин для защиты яровой пшеницы от болезней показала, что предпосевная обработка семян снижала пораженность растений корневыми гнилями в фазе 4 листа пшеницы на 61,5%, что было ниже, чем при применении химического эталона Скарлет, эффективность которого составила 84,6% (в контроле развитие болезни 1,5%). В период кущения пшеницы эффективность использования данных препаратов в качестве протравителей составила 35,4 и 76,7% (индекс развития болезни 5,6%), а в молочно-восковую спелость зерна - 36,2 и 41,4% (в контроле пораженность растений составила 9,1%), соответственно.

Весенняя обработка семян Триходермином и Споробактерином оказала сдерживающее действие и на развитие листостеблевых болезней пшеницы. Биологическая эффективность против септориоза в фазе начала колошения пшеницы составила 61,2 и 59,5% (в контроле индекс развития болезни был 4,8%), в начале молочной спелости зерна – на 20,1 и 10,9% (в контроле пораженность растений увеличилась до 8,4%), и в молочно-восковую спелость зерна - на 30,2 и 28,3% (в контроле пораженность растений достигла 31,8%), соответственно. Мучнистая роса в фазе начала молочной спелости зерна подавлялась на 31,4 и 41,0% (в контроле пораженность растений составила 5,6%), а в молочно-восковую спелость зерна - на 8,2 и 26,5% (в контроле индекс развития болезни составил 17,0%), соответственно. Развитие бурой листовой ржавчины сдерживалось только в последнюю фазу роста пшеницы, снижая показатель на 22,0 и 27,7% (в контроле пораженность растений болезнью составила 20,9%).

Опрыскивание посевов биофунгицидом Фитоспорин-М в фазе кущения пшеницы привело к снижению развития септориоза в начале колошения растений на 47,5%. При сочетании его с предпосевной обработкой семян биопрепаратами Триходермин и Споробактерин биологическая эффективность возросла до 77,3 и 71,9%, соответственно, что соответствовало химическому эталону (71,5%).

Вторая фунгицидная обработка посевов Фитоспорином-М (в фазе колошения пшеницы) оказала подавляющее действие на пораженность растений септориозом (биологическая эффективность - 29,9%) и мучнистой росой (26,5%). А при сочетании опрыскивания посевов и обработки семян изучаемыми биопрепаратами показатель эффективности возрос до 45,3 и 47,2% в первом случае и до 15,3 и 29,4% - во втором. Лучше других снижал пораженность растений пшеницы листовыми болезнями химический фунгицид Титул Дуо, эффективность применения которого к концу вегетации в зависимости от фона обработки семян против септориоза составила 63,2-78,6%, мучнистой росы - 60,2-63,6%, бурой листовой ржавчины - 85,7-94,3%.

Обработка семян и посевов микробиологическими препаратами обеспечила достоверный рост урожайности зерна пшеницы. Предпосевная обработка зерна Триходермином и Споробактерином повысила сбор зерна на 0,4 и 0,52 т/га относительно контроля. Опрыскивание посевов Фитоспорином-М повысило урожайность зерна на 0,57, а при совмещении опрыскивания посевов Фитоспортом-М с обработкой семян

Триходермином и Споробактерином – на 0,62 и 0,87 т/га соответственно. Максимально значимая разница с контролем по продуктивности яровой пшеницы была получена в вариантах с обработкой посевов химическим фунгицидом Титул Дуо. Его применение привело к росту урожая зерна на 1,0 т/га, а в комплексе с биопрепаратом Триходермин - на 1,24 т/г. Прибавка урожая от применения химических эталонов составила 1,05 т/га.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что в определенных условиях, например, при слабом развитии корневых гнилей в посевах яровой пшеницы, возможна замена химических протравителей биологическими препаратами. Небольшая разница в урожайности в вариантах с биологическими и химическими препаратами свидетельствует о перспективности исследований, касающихся возможностей использования биологических средств защиты в технологиях возделывания яровой пшеницы, что позволит получить значительный экономический эффект и снизить пестицидную нагрузку на агроценозы.

Список литературы

1. Дегтярева, И.А., Яппаров, И.А., Хидиятуллина, А.Я. Биологические подходы к повышению урожайности сельскохозяйственных культур // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2013. - Т. 215. - С. 91-96.
2. Мотина, Т. Ю., Дегтярева, И. А., Давлетшина, А. Я., Яппаров, И. А., Алиев, Ш. А., Бабынин, Э. В. Биоудобрения комплексного действия на основе консорциума микроорганизмов и наноструктурных агроминералов для получения экологически безопасной продукции растениеводства // Вестник технологического университета. - 2017. - Т. 20, №12. - С.122-126.
3. Монастырский, О.А., Першакова, Т.В. Современные проблемы и решения создания биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней // АгроXXI. - 2009. - №7-9. - С. 3-5.
4. Дулов, М.И, Троц, А.П. Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы лесостепной зоны Среднего Поволжья при применении ресурсосберегающих технологий возделывания // Сельскохозяйственная биология. - 2007. - №5. - С. 100-104.
5. Кузина, Е.В., Леонтьева, Т.Н., Давлетшин, Т.К., Силищев, Н.Н., Логинов, О.Н. Эффективность биологического метода на зерновых в Омской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2011. - Т. 13, № 5(3). - С. 160-163.
6. Санин, С.С., Назаров, Л.Н., Неклеса, Н.П., Полякова, Т.М., Гудвин, С. Эффективность биопестицидов и регуляторов роста растений в защите пшеницы от болезней // Защита и карантин растений. - 2012. - № 3. - С. 16-18.
7. Фитосанитарная диагностика агроэкосистем: учебно-практ. пособие / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.] / Е.Ю. Торопова. – Новосибирск, 2010. - 127 с.
8. Санин, С.С., Соколова, Е.А., Черкашин, В.И. Болезни зерновых культур (рекомендации по проведению фитосанитарного мониторинга). - М.: Росинформагротех, 2010. - 137 с.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 352 с.
10. Сорокин, О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. / О.Д. Сорокин. - Новосибирск, 2012. - 282 с.

УДК 579.262

МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК *PSEUDOMONAS PUTIDA* В СОСТАВЕ БИОПЛЕНОК В ПРИСУТСТВИИ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

А. В. Гильдебрант, Е. М. Кудеевская, И. С. Сазыкин, М. А. Сазыкина
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В настоящее время углеводороды являются одними из самых распространенных поллютантов в мире [1]. Ароматические углеводороды представляют собой класс органических соединений, состоящих из одного или нескольких ароматических колец. Основным источником попадания ароматических соединений в атмосферу служат выхлопные газы автомобилей с бензиновыми двигателями, значительный вклад вносит использование растворителей [2], а также перегонка угля, сырой нефти, алкилирование низших ароматических углеводородов. Данные соединения широко распространены в атмосферном воздухе населенных пунктов, а также в воде поверхностных водоемов [3]. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой класс органических соединений, состоящих из двух или более конденсированных ароматических колец. Они выбрасываются в воздух при неполном сгорании и пиролизе органических материалов, таких как уголь, древесина, топливо и т. д. Любое количество соединений ПАУ считается опасным для окружающей среды. Из-за своей гидрофобной природы и низкой растворимости ПАУ устойчивы к биоразложению и могут биоаккумулироваться в окружающей среде. Следовательно, ПАУ представляют собой долгосрочную угрозу для здоровья человека. Помимо повышенного риска рака и нарушения работы эндокринной системы, все больше данных подтверждают опасность пренатального или раннего постнатального воздействия ПАУ [4].

Биопленка может быть определена как микробное сообщество, в составе которого бактериальные клетки прикрепляются к друг другу, границе раздела фаз либо поверхности и погружены экзополимерный матрикс [5]. Бактериальные клетки в составе биопленок способны лучше защищаться от неблагоприятных условий окружающей среды [6].

Целью исследования было изучить влияние ароматических углеводородов (бензол, нафталин, антрацен, толуол) в различных концентрациях на метаболическую активность клеток, входящих в состав биопленки штамма *Pseudomonas putida*. Уровень метаболической активности оценивали с помощью метода ХТТ-редуктазной пробы [7-9] и рассчитывали по отношению к положительному контролю, принятому за 100%.

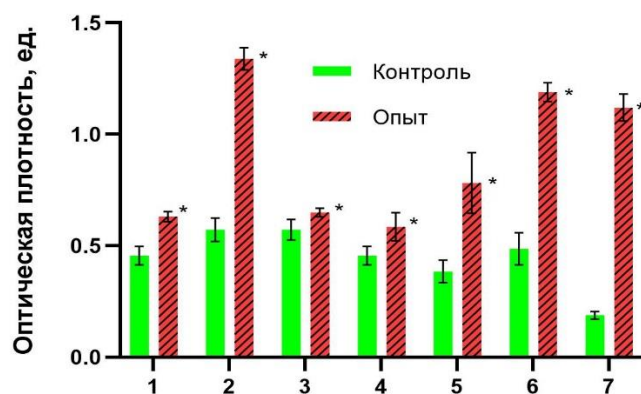


Рис. 1. Интенсивность образования биопленки (Ед. ОП 486), полученная с помощью ХТТ-редуктазной пробы. 1 – бензол (0,02%), 2 – нафталин (0,005%), 3 – антрацен (0,00005%), 4 – антрацен (0,0002%), 5 – толуол (0,0025%), 6 – толуол (0,005%), 6 – толуол (0,01%). *Различия статистически значимы при $p \leq 0,05$

В ходе исследования было установлено, что в присутствии бензола (в концентрации 0,02%), нафталина (0,005%), антрацена (0,00005%, 0,0002%) и толуола (0,0025%, 0,005%, 0,01%) наблюдалось увеличение уровня клеточного метаболизма в биопленке штамма *P. putida* (рис. 1). Максимальный стимулирующий эффект зарегистрирован в присутствии толуола в концентрации 0,01% – клеточный метаболизм составил 595,74% относительно контрольных значений. Согласно литературным данным, можно сделать вывод о том, что зарегистрированный эффект может быть связан с работой эффлюкс-насосов [10].

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания № 0852-2020-0029.

Список литературы

1. Ławniczak Ł., Woźniak-Karczewska, M., Loibner, A. P., Heipieper, H. J., & Chrzanowski, Ł. Microbial degradation of hydrocarbons—Basic principles for bioremediation: A review // *Molecules*. – 2020. – V. 25. – №. 4. – P. 856.
2. North G. R., Pyle J. A., Zhang F. (ed.). *Encyclopedia of atmospheric sciences*. 2nd Edition – Academic Press, 2015. – 2998 p.
3. Зайцева Н. В., Землянова М. А., Тарантин А. В. Нарушения белкового состава крови человека в условиях воздействия ароматических углеводородов // *Экология человека*. – 2013. – №. 7. С. 15-26.
4. Guo Y., Wu K., Huo X., Xu X. International Perspectives: Sources, Distribution, and Toxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons // *Journal of environmental health*. – 2011. – V. 73. – №. 9. – P. 22-25.
5. Flemming H. C., Wuertz S. Bacteria and archaea on Earth and their abundance in biofilms // *Nature Reviews Microbiology*. 2019. V. 17. No. 4. P. 247-260. doi: 10.1038/s41579-019-0158-9
6. Yin W., Yin W., Wang Y., Liu L., He J. Biofilms: The Microbial “Protective Clothing” in Extreme Environments // *International journal of molecular sciences*. 2019. V. 20. No. 14. P. 3423. doi:10.3390/ijms20143423
7. Pierce C. G., Uppuluri P., Tristan A. R., Wormley Jr F. L., Mowat E., Ramage G., Lopez-Ribot J. L. A simple and reproducible 96-well plate-based method for the formation of fungal biofilms and its application to antifungal susceptibility testing // *Nature protocols*. – 2008. – V. 3. – №. 9. – P. 1494.
8. Peeters E., Nelis H. J., Coenye T. Comparison of multiple methods for quantification of microbial biofilms grown in microtiter plates // *Journal of microbiological methods*. – 2008. – V. 72. – №. 2. – P. 157-165.
9. Karunanidhi A., Ghaznavi-Rad E., Hamat R. A., Pichika M. R., Lung L. T. T., Mohd Fauzi F., Chigurupati S., van Belkum A., Neela V. Antibacterial and antibiofilm activities of nonpolar extracts of *Allium stipitatum* regel. against multidrug resistant bacteria // *BioMed research international*. – 2018. – V. 2018. P. 9845075.
10. Volkers R. J. M., Snoek L. B., Ruijsenaars H. J., de Winde J. H. Dynamic response of *Pseudomonas putida* S12 to sudden addition of toluene and the potential role of the solvent tolerance gene *trgI* // *PloS one*. – 2015. – V. 10. – №. 7. – P. e0132416.

УДК 631.434.12 (571.63)

ИЗМЕНЕНИЕ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА АГРОПОЧВ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОУГЛЯ (НА ПРИМЕРЕ АГРОПОЧВ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ)

А. И. Иванкова*, А. В. Брикманс*, О. В. Нестерова*, Т. В. Ивко*, В. А. Семаль*^{***}

* Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

^{***} Федеральный научный центр Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии
ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

Безопасное и стабильное производство продуктов питания на здоровых почвах является одним из ключевых приоритетов как настоящего, так и будущего общества. Современное сельское хозяйство сталкивается с неоднозначной проблемой обеспечения растущего спроса на продукты питания при одновременной минимизации глобальных воздействий на окружающую среду и сохранения качества и функциональности почв.

Таким образом, большую популярность приобретает использование технологий, не загрязняющих почву, как среду произрастания с/х продукции. К таким способам относят внесение биоугля в качестве мелиоранта агропочв [1]. Биоуголь представляет собой биомассу черного углерода, произведенную путем низкотемпературного пиролиза (например, навоза, органических отходов, биоэнергетических культур, растительных остатков) в бескислородной или низко кислородной среде [2].

Биоуголь, как структур почв значительно улучшает многие физические свойства почвы и может положительно повлиять на рост корней или микоризы в почве, повышая способность растений впитывать воду или питательные вещества. Благодаря высокопористым свойствам, его применение приводит к улучшению общей пористости, распределения пор по размерам, плотности, влажности почвы, водоудерживающей способности или величины доступного растениям содержания воды, а также инфильтрации или влагопроводности, а также сохранения влаги в почве [3].

Изменения в распределении пор по размерам показывают, что применение биоугля может привести к изменению структуры почвы. Структура почвы - это организация или расположение частиц почвы [4], она определяет общую пористость, форму и размер пор в почве. Следовательно, она влияет на движение воды и воздуха в почве, механические свойства почвы, влагоемкость, проникание корней, появление всходов.

Целью работы являлось изучение изменения порового пространства агропочв юга Приморского края при внесении биоугля.

В качестве объектов исследования были выбраны агропочвы (агротемногумусовые подбелы) Приморской овощной опытной станции (п. Суражевка) на экспериментальном участке с дренажной и бездренажной системами (глубина дренажа 120 см). В качестве мелиоранта для улучшения порозности почв использовали биоуголь, произведенный из древесных остатков березы *Betula alba* [1]. Дозы внесения биоугля на экспериментальных площадках составляли 1 и 3 кг/м². Определение плотности почвы было проведено в образцах с ненарушенным сложением, отобранных в металлические цилиндры. Плотность твердой фазы почв определялась пикнометрическим методом [5].

Каждый экспериментальный участок был разделен на 3 части: без внесения биоугля (К), с внесением 1 кг биоугля (1 кг/м²) и 3 кг биоугля (3 кг/м²). Измерения порозности почв проводились до вегетационного периода (май) и после него (октябрь) с 2018 по 2019 гг.

Исследования показали, что значения плотности (табл.1) в начале вегетационного периода составляют 1,17-1,19 г/см³, плотность твердой фазы составила 2,42-2,51 г/см³. В конце вегетационного периода показатель плотности твердой фазы изменился в сторону ухудшения 2,45-2,97 г/см³. В 2019 году после года использования биоугля эти значения улучшились: плотность твердой фазы почв составила 2,20-2,60 г/см³ в начале вегетационного периода и 2,37-2,85 г/см³ в конце вегетационного периода, показатель плотности почв в начале вегетационного периода составил 1,02-1,09 г/см³, а в конце вегетационного периода

1,0-1,24 г/см³, что соответствует оптимальному диапазону плотности для пахотных горизонтов [5].

Таблица 1

Плотность агропочв при внесении биоугля, г/см³

Образец	май 2018		октябрь 18		май 2019		октябрь 2019	
	Полевая плотность (dv)	Плотность тв. фазы (d)	Полевая плотность (dv)	Плотность тв. фазы (d)	Полевая плотность (dv)	Плотность тв. фазы (d)	Полевая плотность (dv)	Плотность тв. фазы (d)
др к	1,19	2,42	1,14	2,45	1,09	2,2	1	2,41
др 1 кг	1,19	2,42	1,06	2,45	1,03	2,48	1,14	2,85
др 3 кг	1,19	2,42	0,88	2,72	1,08	2,2	1,11	2,37
бдр к	1,17	2,51	1,07	2,88	1,04	2,6	1,21	2,42
бдр 1 кг	1,17	2,51	0,89	2,93	1,01	2,35	1,24	2,53
бдр 3 кг	1,17	2,51	0,99	2,97	1,02	2,44	1,15	2,48

На основании данных о плотности почв и плотности твердой фазы была рассчитана порозность исследуемых агропочв (табл. 2). В начале вегетационного периода 2018 г. в контроле дренажной системы порозность агропочв составляла 51%, что характеризуется как удовлетворительная, в конце вегетационного периода этот показатель почти не изменился и остался в пределах прежней градации – 54%.

Таблица 2

Порозность агропочв, %

Образец	май 2018		октябрь 18		май 2019		октябрь 2019	
	Порозность почвы	Оценка по [6]	Порозность почвы	Оценка по [6]	Порозность почвы	Оценка по [6]	Порозность почвы	Оценка по [6]
др к	51	Удовл.	54	Удовл.	51	Удовл.	59	Отлично
др 1 кг	51	Удовл.	57	Отлично	59	Отлично	60	Отлично
др 3 кг	51	Удовл.	68	Избыточно-пористая	51	Удовл.	53	Удовл.
бдр к	54	Удовл.	62	Отлично	60	Отлично	50	Удовл., переходящая в неудовл.
бдр 1 кг	54	Удовл.	70	Избыточно-пористая	57	Отлично	51	Удовл.
бдр 3 кг	54	Удовл.	67	Избыточно-пористая	58	Отлично	54	Удовл.

Показатель почвы с дренажной системой при внесении дозы биоугля в количестве 1 кг/м² значительным образом изменился с 51 до 57% и улучшился с удовлетворительного до отличного. При внесении 3 кг/м² изменился с 51 до 68%, что указывает на излишнюю их порозность. В конце вегетационного периода 2018 г. в контрольном образце без дренажа было обнаружено улучшение порозности до 62%, что соответствовало переходу почвы к отличному показателю для пахотных горизонтов. В дозе биоугля 1 кг/м² на бездренажной системе к октябрю 2018 года было замечено увеличение показателя порозности агропочв с 54 до 70%, что соответствует избыточно-пористой оценке. Внесение дозы биоугля 3 кг/м² также приводит к значительному увеличению порозности и переходу ее от удовлетворительного до избыточно-пористого состояния.

Через год после внесения биоугля (2019 г.) в начале вегетационного периода показатели порозности в контроле дренажа ухудшились, но незначительно, в дозе 1 кг/м² – улучшились с 57 до 59%, что соответствует отличной оценке порозности. В дозе внесения биоугля 3 кг/м² количество пор также уменьшилось с 68 до 51%, что указывает на удовлетворительную оценку порозности агропочв. В системе без дренажа на контрольном участке произошли ухудшения пористости с 62 до 60%. В дозе биоугля 1 кг/м² на бездренажной системе избыточно-пористая структура перешла в отличную, также и в дозе биоугля 3 кг/м². В конце вегетационного периода 2019 г. поровое пространство в контроле с дренажем было оценено как отличное, показатель улучшился с 51 до 59%. В дозе биоугля 1 кг/м² показатель улучшился незначительно и остался в той же категории оценивания. В дозе биоугля 3 кг/м² показатель незначительно улучшился с 51 до 53%. В конце вегетационного периода 2019 г. количество пор уменьшилось во всех наблюдаемых образцах бездренажной системы. В контроле без дренажа показатель с 60% перешел в 50%, и был оценен как удовлетворительный, переходящий в неудовлетворительный для пахотных горизонтов. В дозе биоугля 1 и 3 кг/м² произошел переход с отличной пористости до удовлетворительной.

Было установлено, что к концу вегетационного периода порозность почв была улучшена в почвах с внесением дозы биоугля 1 кг/м² в дренажной системе. Биоуголь в дозе 3 кг/м² показал неэффективность и вызвал избыточную пористость. В целом в результате исследования прослеживалась положительная динамика увеличения порового пространства в агротемногумусовых подбелах юга Приморского края.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05166.

Список литературы

1. Попова, А. Д. Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края / А.Д. Попова, В. А. Семаль, А. В. Брикманс, О. В. Нестерова, Ю. А. Колесникова, М. А. Бовсун // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. - №6. - С. 57-63.
2. Lehmann J. Bio-energy in the black // Frontiers in ecology and the environment. – 2007. №7. – С. 381-387.
3. Atkinson, C.J., Fitzgerald, J.D., Hipps, N.A., 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant Soil 337, 1–18.
4. Hillel, D. Environmental Soil Physics: Fundamentals, Applications, and Environmental Considerations. Academic Press, Waltham. 1998
5. Воронин А.Д. Основы физики почв. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1986.
6. Качинский Н.А. Физика почв. М.: Высшая школа, 1965. Ч. I.

УДК 001.89:631.4

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ «ДЫХАНИЯ ПОЧВ» ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РОССИИ

Т. В. Ивко, А. И. Иванкова

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

При ратификации Парижского соглашения 4 ноября 2016 года [1], одной из базовых задач является изучение циклов углерода и эмиссии парниковых газов. Так как по обеспеченности лесами Россия занимает первое место в мире [2], а леса в свою очередь – один из важных источников поглощения CO₂, то изучение «дыхания почв» в лесных экосистемах становится одним из востребованных научных направлений. Основная цель исследования – анализ и выявление наиболее актуальных и перспективных направлений в сфере изучения «дыхания почв» в лесных экосистемах на ближайшие 5 лет.

Для выявления наиболее перспективных тематик использовался библиографический анализ публикаций российской электронной базы данных eLIBRARY.ru. Поиск публикаций производился при помощи функции расширенного поиска, где поисковые запросы «дыхание почв в лесных экосистемах» и «дыхание почв; лес» было задано искать в названиях публикаций, аннотациях и ключевых словах. Всего было найдена 91 публикация, но только 85 работ было признано соответствующим тематике.

По временному диапазону публикационная активность подразделяется на 3 периода: I. Поиск тематик исследования (1997 г. – 2005 г.), на которые приходится 8% научных работ; II. Осмысление важности исследуемых тем (2006 г. – 2015 г.) – 46% публикаций; III. Приобретение актуальности выбранной темы (2016 г. – настоящее время) – 46% научных работ (рис.1).

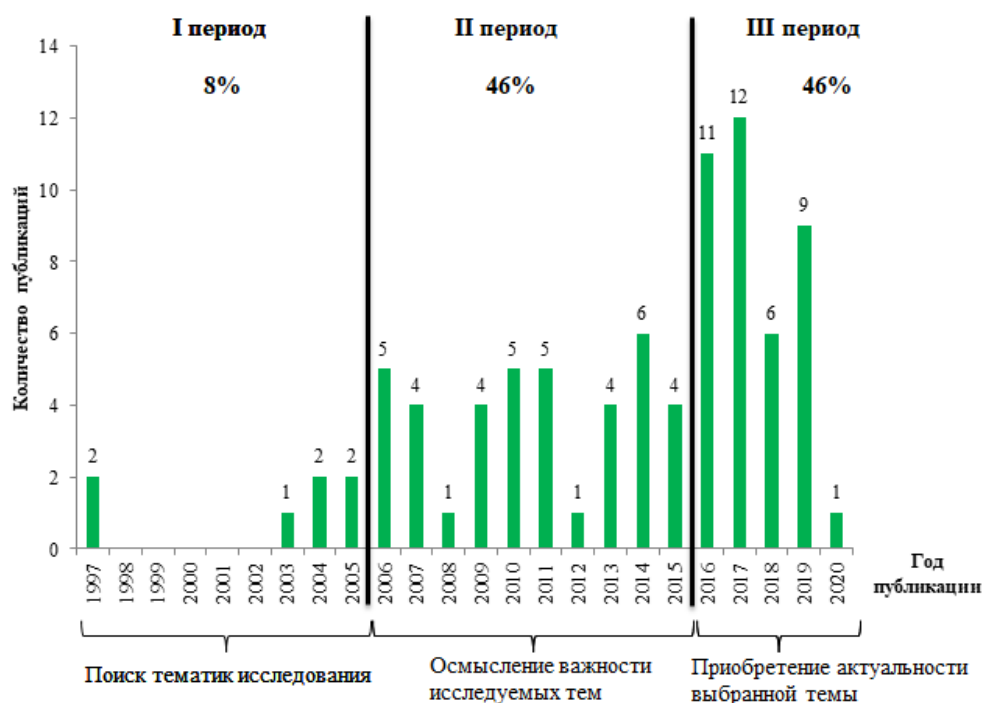


Рис. 1. Количество публикаций, распределённых по временным периодам

По тематикам исследования все публикации делятся на следующие группы: вклад микробной и грибной биомассы, вклад корневой системы, влияние лесной растительности, влияние климата, влияние пожаров на лесные экосистемы, антропогенное влияние, обзорные публикации, научные работы, связанные со сравнительным анализом и методы исследования (табл. 1).

Таблица 1

Количество публикаций по годам за период с 1997 г. по 2020 г.

Темы публикаций	1997	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Вклад микробной и грибной биомассы				2	2	1	1	3	2	2		1		1	3	2		1	
Вклад корней в «дыхание почв»		1			1				2				1						
Влияние лесной растительности						1				1	1		1		2	2	3		
Влияние климата	1											1			1		1		
Влияние пожаров на лесную систему								1					1						
Антропогенное влияние	1		1						1	1			1	2	2	4		2	
Обзорные						1						1	1		3	2	2	1	
Сравнительный анализ					1	1						1	1			1		3	1
Методы исследования			1		1					1				1		1		2	

Если рассматривать вклад каждой тематики в публикационную активность (рис. 2), то становится понятно, что на первом месте - оценка влияния микробиологического и грибного фактора (25%). Именно микробное дыхание является одним из основных факторов, обуславливающих эмиссию углекислого газа, а значит публикации по этой тематике будут только увеличиваться.

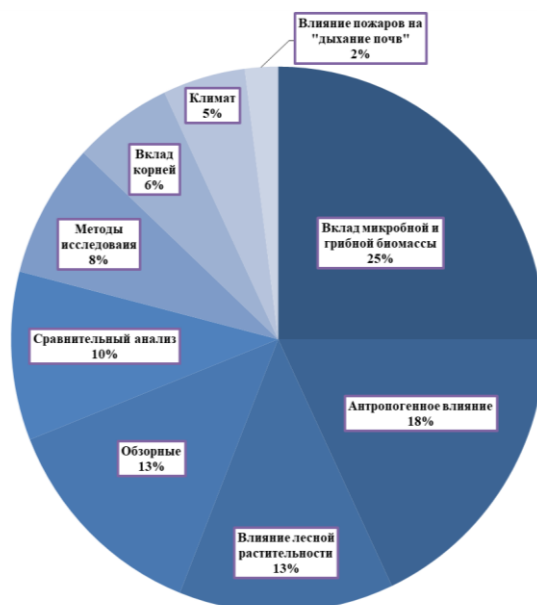


Рис. 2. Процентное содержание публикаций по всем тематикам

Поэтому, достаточно перспективным можно считать публикации, которые говорят о вкладе корневого дыхания. Несмотря на то, что оно является второй по важности составляющей «дыхания почв», сложность исследования с одной стороны и обязательная работа в поле, показывает трудоёмкость данного процесса, о чём говорит нам небольшой процент представленных публикаций (6%), но с учетом развития современного оборудования, который позволяет проводить, непосредственно, прямое измерение в полевых условиях ожидается увеличение публикаций по этой теме.

Влияние человека достаточно заметно, особенно за прошедшие 20-30 лет. Поэтому, можно говорить о всё возрастающем интересе к антропогенному влиянию, т.к. оно прямо воздействует на «дыхание почв». Это касается и «почвенного дыхания» в лесных экосистемах, поэтому изучение антропогенного фактора будет являться достаточно востребованной темой в ближайшие годы.

Работы, касающиеся влияния климата не имеют пока в России большого распространения (5%), т.к. трудно разделить воздействие разных климатических факторов на эмиссию углекислого газа, также это связано с отсутствием единой базы данных по актуальным климатическим показателям. Чтобы повысить публикационный пик работ по этой теме необходимо, чтобы данные с метеовышек были доступны любому исследователю. Пока этого не произошло, трудно говорить о перспективности данной тематики.

Процент работ по методам исследования очень маленький (8%). Особенно это касается прямых методов, но, как говорилось ранее, появление нового оборудования и увеличение его доступности для ученых, говорит о том, что изучение экосистем в естественных условиях тоже будет актуально на ближайшие несколько лет. Так, что будем считать, что перспективность данной темы находится на высоком уровне.

Несмотря на то, что лесная растительность вносит большой вклад в эмиссию CO₂ и количество публикаций возросло с началом III периода, а общий процент публикаций равен 13%, данную тему сложно назвать перспективной в связи с трудностью получения доступа к лесным массивам и сложностью понимания влияния разного типа растительности на «дыхание почв».

Касательно влияния пожаров, то считаю, что данная тема довольно актуальна, ведь с потеплением климата существует большой риск возникновения возгорания, что и подтверждает ежегодные очаги в нашей стране, но, предполагаю, что перспективность будет находиться на низком уровне, в связи с той же труднодоступностью, а именно нахождения места возникновения пожаров.

Говоря об обзорных публикациях и работах со сравнительным анализом, можно сказать, что данные темы будут весьма перспективны, так как накопление большого количества информации требует тщательного исследования и структурирования, так что предложенные тематики будут считаться весьма востребованными на ближайшие 5 лет.

Согласно полученному библиографическому анализу наиболее перспективными на ближайшие 5 лет будут темы, связанные с антропогенным влиянием, вкладом корневой системы в «дыхание почв», методы исследования, обзорные работы, а также публикации, содержащие сравнительный анализ.

Список литературы

1. Paris Agreement [Electronic resource]. United Nations Treaty Collection. – URL: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=en (date of treatment: 28.09.2020).
2. Лес [Электронный ресурс]. – М. : АНО НИА “Природные ресурсы” (НИЯ-Природа). – Режим доступа: <http://www.priroda.ru/regions/forest/>. – Дата обращения: 28.09.2020

УДК 502.5 (571.17)

**ПРИРОДООХРАННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ
ЗЕМЕЛЬ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА (КУЗБАССА)**

А. В. Ковалевский****, И. В. Тарасова*, Е. М. Лучникова*, А. В. Филиппова*,
Л. А. Воронина***, С. И. Гашков***, В. Б. Ильяшенко*, К. С. Зубко*, А. В. Сметанин****,
Д. А. Ефимов*

* Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

** Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кемерово, Россия

*** Томский государственный университет, г. Томск, Россия

**** Кемеровское областное общество охотников и рыболовов, г. Кемерово, Россия

Из-за развитой индустриально-промышленной базы, главным образом связанной с добычей угля, в Кемеровской области особенно остро стоит проблема сохранения биологического разнообразия. В 1992 г. Кемеровская область была признана регионом с чрезвычайной экологической ситуацией. В заключении Государственной экологической экспертизы было отмечено, что антропогенная нагрузка на окружающую среду в регионе вышла далеко за пределы экологической ёмкости территории Кемеровской области и в ряде её районов привела к деградации природы и резкому ухудшению состояния здоровья населения (Состояние окружающей природной..., 1999).

Академик С. С. Шварц подчеркнул, что согласно концепции В. И. Вернадского, биосфера представляет собой пирамиду, в основании которой находятся наиболее просто организованные организмы, а на вершине наиболее эволюционно прогрессивные и сложные формы. Так как человек находится ближе к вершине этой пирамиды, то уничтожение любой из предшествующих ступеней неминуемо приведёт к резкому снижению качества жизни всего человечества. Устойчивость биосферы во многом определяется разнообразием слагающих её жизненных форм. Именно за счёт такого разнообразия в случае каких-либо изменений удаётся скомпенсировать снижение численности одних видов животных или растений за счёт других, наиболее экологически близких. Таким образом, при внезапно наступивших заморозках или засухе не происходит «обрушения» всей экологической системы взаимоотношений между организмами, частью которой является и человек (Большаков, 2004).

На мировом уровне ООН сохранение биоразнообразия поставлено в число важнейших глобальных проблем, которые нашли отражение и в ряде законов и указов Российской Федерации. Согласно Указу президента № 440 от 1 апреля 1996 г. «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» необходимо приложить усилия по сохранению биоразнообразия. В соответствии со ст. 22 Федерального закона от 24.04.1995 № 52-ФЗ (ред. от 03.08.2018) «О животном мире» «Любая деятельность, влекущая за собой изменение среды обитания объектов животного мира и ухудшение условий их размножения, нагула, отдыха и путей миграции, должна осуществляться с соблюдением требований, обеспечивающих охрану животного мира...».

В Кемеровской области с учётом роста объёмов угледобычи ожидается, что ежегодно к уже нарушенным 100 тыс. га территорий будет добавляться минимум по 1800–2500 га. При этом к настоящему времени рекультивировано не более одной пятой нарушенных земель (Климова, 2013; Уфимцев, 2017; Копытов, Куприянов, 2019).

Отчасти проблема возвращения обработанных участков в лесной фонд решается через рекультивацию, но наиболее распространённые технологии рекультивации не направлены на восстановление исходных растительных сообществ. Природоохранное направление рекультивации, приводящее к восстановлению биологического разнообразия, почти не применяется.

Как правило, в рамках рекультивации высаживают чужеродные для рекультивируемого биотопа растения. Так в Кемеровской области, в случае добычи угля в

зоне черневой тайги или лесостепи, на местах сведённых кедрово-осиново-пихтовых лесов или берёзовых колков в процессе рекультивации почти всегда высаживают сосну обыкновенную *Pinus sylvestris* L., которая наиболее неприхотлива из древесных растений, и значительно реже другие виды деревьев и кустарников. На практике это приводит к тому, что под пологом перегущенных сосновых посадок на рекультивированных отвалах из-за недостаточного темпа разложения хвойного опада не создаются условия для поселения других видов растений (Воронина, 2009). Даже через 40 лет максимальное флористическое разнообразие едва достигает 30–40 % от ненарушенных фитоценозов (Стрельникова и др., 2016; Копытов, Куприянов, 2019). В результате подобной биологической рекультивации формируются сообщества крайне бедные, как во флористическом, так и фаунистическом аспекте, что противоречит парадигме сохранения биологического разнообразия.

Исторически сложилось так, что рекультивация отвалов горных пород направлена на быстрое восстановление растительного покрова, но при этом совершенно не учитываются факторы, необходимые для восстановления фаунистического разнообразия. Рекомендаций по биологической рекультивации отвалов вскрышных пород угольных предприятий с учётом потребностей объектов животного мира в настоящее время не существует. Так как именно растения выступают в роли средообразующих компонентов экосистемы для абсолютного большинства животных, целью настоящей работы является обобщение многолетнего опыта лесной рекультивации с позиции восстановления фаунистического разнообразия, в том числе охотничье-промысловых видов животных.

Из-за того, что устойчивые фитоценозы начинают формироваться не менее чем через четверть века после окончания биологического этапа рекультивации, нами была проведена оценка богатства фауны в лесах, высаженных 35–40 лет назад. На основе этих исследований были разработаны рекомендации с учётом потребностей представителей животного мира.

Исследования проводились на участках, рекультивированных монокультурами: сосной обыкновенной, берёзой повислой, облепихой крушиновидной и ивами. В качестве контрольной была заложена площадка на примыкающем участке малонарушенной черневой тайги. Результаты исследований показали, что наибольшим фаунистическим разнообразием характеризуется естественная таёжная экосистема, в то время, как ни один из рекультивированных участков не достигает таких показателей видового богатства и обилия.

Самыми бедными в фаунистическом отношении оказались частично выположенные склоны угольного карьера с зарослями облепихи. Среди исследованных групп животных благоприятные условия здесь складываются только для различных воробьиных птиц открытых пространств, тетерева и зайца-беляка. Привлекательность этих зарослей носит сезонный характер. Так для воробьиных птиц они обеспечивают защиту в гнездовой период, тетерев питается всю зиму ягодой, а заяц-беляк в густых зарослях укрывается от хищников. В тоже время здесь отмечается крайне низкая численность дождевых червей, жуужелиц и мелких млекопитающих, представляющих собой кормовую базу для более крупных животных.

Так же бедны и террасированные участки с нанесением очень тонкого почвенного слоя, рекультивированные берёзой. Проникающие из прилегающих таёжных и луговых массивов животные различных таксономических групп не могут закрепиться в этой экосистеме. Численность всех групп животных держится на низком и крайне низком уровне.

Пригодность выположенного участка, рекультивированного ивой с примесью берёзы и нанесением почвенного слоя мощностью до 1 м, нельзя оценить однозначно. Здесь складываются благоприятные условия для почвенной фауны и обитателей надпочвенной подстилки – дождевых червей, жуужелиц и мелких млекопитающих. Несмотря на относительно высокие показатели фаунистического разнообразия относительно предыдущих участков, здесь формируется комплекс животных, кардинально отличающийся от исходного таёжного, с преобладанием луговых и лесостепных видов. По сравнению с естественным биотопом обилие различных групп животных ниже в 2–5 раз.

Сосновые массивы на невыполненных участках тоже нельзя оценить однозначно. С одной стороны, здесь сформировался своеобразный фаунистический комплекс, включающий как лесные, так и луговые виды животных, численность которых держится на достаточно высоком уровне. С другой стороны, такие высокие показатели видового богатства и обилия формируются за счёт примыкания соснового массива к участкам самозарастающих вырубок на месте черневой тайги. Как показали зимние маршрутные учёты, эти вырубки являются своеобразным коридором для расселения животных из тайги.

Таким образом, применяемые до настоящего времени приёмы биологической рекультивации не способны создать условия для полноценного восстановления таёжного фаунистического комплекса. Проведённые исследования свидетельствуют о том, что для достижения этой цели следует максимально сохранять примыкающие коренные лесные массивы в качестве источника естественного расселения.

Большинству животных необходимы три зоны: размножения, питания и отдыха. При этом, все они в идеале должны входить в границы индивидуального участка. Поэтому для формирования комфортных условий существования животных во время рекультивации необходимо высаживать как можно большее количество видов растений, биогруппами в шахматном порядке с учётом микрорельефа, чередуя хвойные, лиственные и смешанные зоны посадок, с участками загущения и разряжения и обязательным включением «кормовых полей» – плодово-ягодных деревьев и кустарников. На участках отвалов, характеризующихся наиболее жёстким водным режимом (вершины отвалов и их южные экспозиции), необходимо высаживать ксерофильные кустарники, которые в комплексе с другими растениями так же будут способствовать формированию мозаичности.

Высадка деревьев и кустарников в горную породу без нанесения достаточного количества почвенного слоя недопустима, так как это приводит не только к резкому снижению приживаемости растений, но и практически полному отсутствию различных представителей фауны, экологически связанных с почвой и подстилкой, являющихся фундаментальной основой для формирования сложных и устойчивых биоценозов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта № 20-44-420008\20.

Список литературы

1. Большаков В. Н. Сохранение биоразнообразия Земли как важнейшая проблема XXI века // Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века. 2004. – №1. – С. 92–98.
2. Воронина Л. А. Мелиоративная роль древесных пород при лесной рекультивации отвалов Южного Кузбасса. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Барнаул, 2009. – 19 с.
3. Климова О. А. Естественное лесовосстановление на отвалах Кедровского угольного разреза // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Оренбург, 2013. №1(39). С. 8–9.
4. Копытов А. И., Куприянов, А. Н. Новая стратегия развития угольной отрасли Кузбасса и решение экологических проблем // Уголь. М.: 2019. № 11 (1124). С. 89–93.
5. Стрельникова Т. О., Куприянов А. Н., Манаков Ю. А., Куприянов О. А. Влияние угледобычи на разнообразие и экологическую структуру растительного покрова низкогорий Кузнецкого Алатау // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. 2016. – № 22. – С. 90–99.
6. Состояние окружающей природной среды Кемеровской области в 1998 году: Доклад государственного комитета по охране окружающей среды Кемеровской области. Кемерово, 1999 – 182 с.
7. Уфимцев В. И., Манаков Ю. А., Куприянов А. Н. Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе. Кемерово, 2017. – 44 с.

UDC 632.4.01

MILDEW ON BIRCH IN THE PARK OF THE CITY OF PAVLODAR

R. V. Kolot, A. K. Ospanova

Innovative Eurasian University, Pavlodar, Kazakhstan

The city's parks represent the large object of landscaping. However, trees are prone to diseases and need protection. Phytopathological observations will allow to assess the infestation of plants with fungal diseases, to identify the foci of diseases and their causes.

Vegetation plays a very important role in industrial regions in terms of not only air pollution, but also oxygen enrichment, air humidity and city aesthetics. At present, there are strict environmental requirements to the design of the structure of populated places, megalopolises in particular. The development of scientifically substantiated works on greenery planting is a necessary stage that demands close attention. Woody plants are an organic part of the planning structure of a modern city and perform functions in it: sanitary-hygienic and decorative-planning. Greening is one of the means of improving the city, improving working and recreation conditions for residents. Green spaces are of great importance in maintaining the cleanliness of the urban environment and its improvement. In order for various trees, bushes and decorative flowering plants to serve humanity for a long time, they need to be not only adequately taken care of, but also protected from various plant diseases and blights. Therefore, it is necessary to determine the species composition, peculiarities of origin and reproduction and the level of infection rate by hazardous with regard to the cultivar, age and habitat,

In the context of changing environmental conditions, tree species of Pavlodar city parks are increasingly threatened by pathogenic fungi and the damage they cause. Like cultivated crops, trees can be attacked by pathogenic fungi, which stunt their growth and ultimately kill them [1]. Thus, the consequences of the growing activity of pathogens in park ecosystems, which affect the life of the townspeople of Pavlodar, have become a matter of growing concern among residents and the city administration. Subsequently, to mitigate the impact of the fungal pathogen in the future, it is important to reduce the susceptibility of city parks to disease.

Pathogenic fungi are very insidious. They bide their time in the soil, sneak up on new plants, and even bide their time on pruners before taking the opportunity to strike. While active, fungal diseases take advantage of plant weaknesses, leaving plants prone to more diseases and insect pests. Each mushroom has its own way of acting and therefore it is important to know common fungal diseases. In the autumn period, we collected a herbarium of leaves of trees and shrubs in the parks of Pavlodar city by route method. Using laboratory conditions, we identified powdery mildew on birch leaves.

Powdery mildews are not one of the most easily recognizable world-wide plant diseases. They are also host-specific or restricted to a limited range of host-plants. All attempts to grow them on artificial media have failed thus far. They are also host-specific or restricted to a limited range of host-plants. However, some mildews can spread to cultivated plants from closely related weed hosts. Powdery mildew is caused by powdery mildew fungi (order Erysiphales). All of them are highly specialized obligate parasites that form a surface mycelium on the affected organs (leaves, shoots). Mycelium plaque is white, poorly developed, cobweb, often disappearing. Cleistothecia are scattered, often numerous. With a strong development, the disease causes premature yellowing and leaf fall. Unlike many fungal diseases, powdery mildew does not need water to develop and spread; it remains active even in dry, warm weather [2]. Powdery fungus spores are selective. If you find a bloom of powdery mildew on lilac leaves, then it is unlikely that the disease will spread to birch. And if birch, lilac, and nettles are sick, then, most likely, 3 species of fungus develop and participate at once on the site [3].

With the active development of the disease, the leaves take on the appearance of sprinkled with flour or sprinkled with a solution of lime. Spores (conidia) form throughout the summer and infect the emerging young leaves. In the second half of summer, fruiting bodies of pathogens -

cleistothecia - are formed on the mycelium, which look like numerous small, black dots, located in groups, often along the veins of the leaf or scattered across its entire surface. With the mass development of cleistothecia, the leaves acquire a grayish color. By autumn, bags with spores develop in the fruit bodies. Cleistothecia partly crumble and overwinter on the soil, partly on fallen leaves. In the next year, when the average daily air temperature reaches $+16^{\circ}$, ascospores ripen in the bags, which carry out the primary infection of young leaves and shoots [4]. In terms of pathogeny, phylogeny, taxonomy, nomenclature based on 18S rRNA gene sequences, powdery mildews are placed together with inoperculate discomycetes in the Leotimycetes class, regardless of morphological differences. Signs of powdery mildew on the leaves are found in all parts of the crown. In the trees, located in courtyards and parks, mycelium covered 30-70% of the leaf blade, and in street plantings, where trees are more weakened by abiotic factors, it developed on the entire leaf surface. The formation of the sexual stage of reproduction occurs in the first decade of October, bags are formed in the amount of 4 to 8 PCs. They have an ellipsoidal-rounded shape and a short leg. The walls of the bags are thick, with a clearly visible double contour. The number of spores in the bag is 8, less often 6. The Sumcospores are transparent, ellipsoidal in shape. In our herbarium there is an infected leaf of a drooping birch, which can be seen in Figure 1.

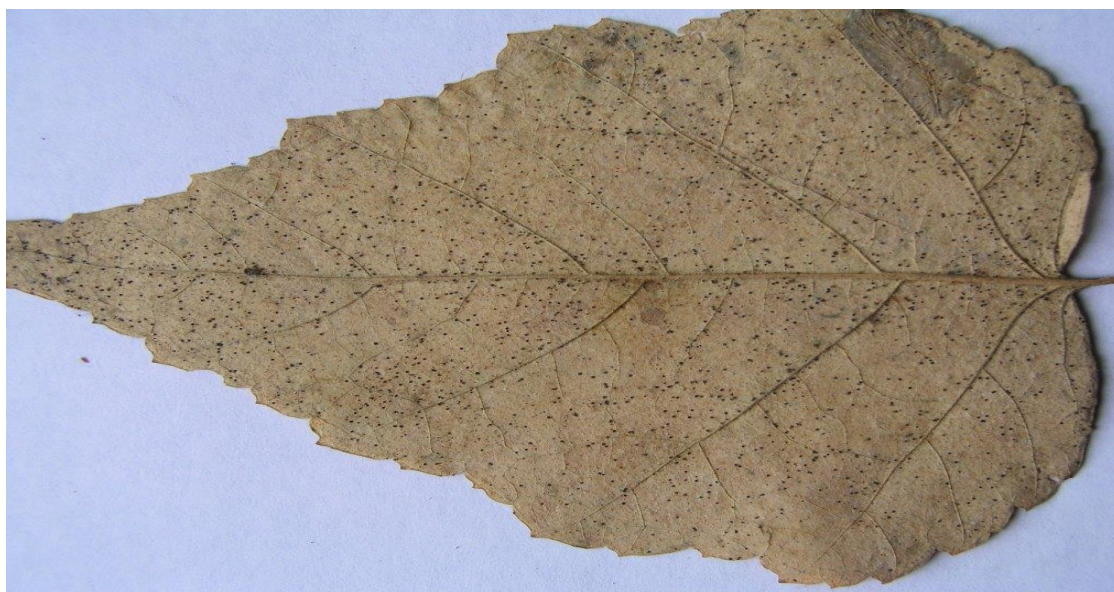


Fig. 1. Powdery mildew (pathogen *Microsphaera betulae* Magnus) silver birch (*Bétula péndula*)

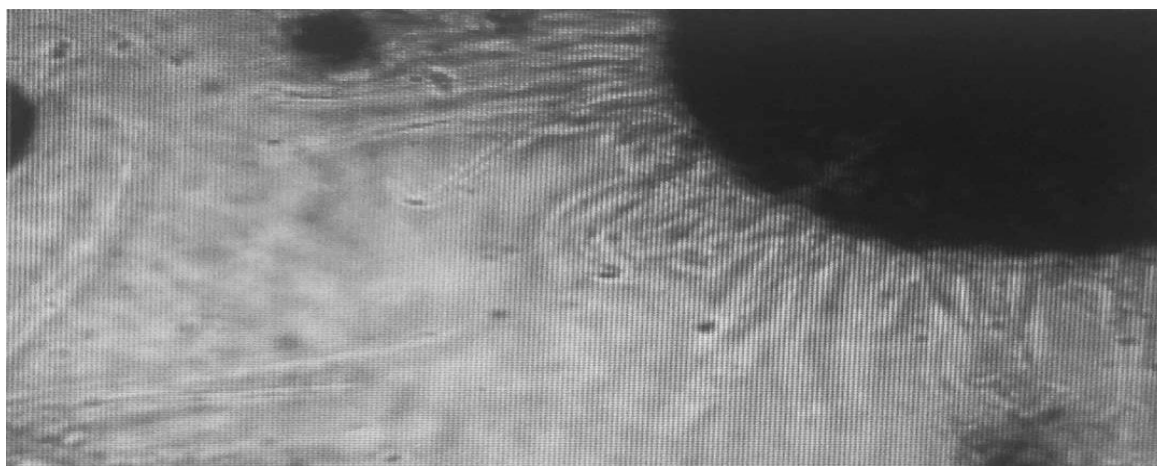


Fig. 2. Cleistotecia *Microsphaera betulae* Magnus in the leaves of silver birch

In a laboratory setting, we have determined the following:

Erysiphales range

genus Microsphaera

Microsphaera betulae Magnus.

Cleistothecia are found in large groups, 85-91, 3 microns in size, as seen in Figure 2. The number of pockets is 4-5, the volume is 34.2-47.6 microns. Spores 5-7, volume 19.5-20.3 x 13.9-15.8 microns.

This diseased plant is located in the city park on the embankment. The leaf was plucked on October 18, 2019. During the collection and identification of phytopathogenic fungi, methods were used that are currently used in mycology and phytopathology, as well as identifiers of the following authors: G.B. Cummins, Y. Hiratsuka, H.L. Barnett, B.B. Hunter, P.A. Saccardo, S.R. Schwartzman, B.K. Kalymbetov, E.Kh. Parmasto, S.A. Abiev.

In Kazakhstan, as in neighboring countries, powdery mildew is in a progressive state, its prevalence and development are increasing.

In accordance with the principles of integrated pest management, effective fungal disease control involves balancing the proper crop culture with an appropriate response [5]. Implementing the following methods will help protect city parks and limit their vulnerability to these fungal diseases:

- When planting trees and shrubs in the park area of the city, choose varieties with proven disease resistance and select a planting site in accordance with the requirements of the plant.
- Correct watering. Overhead watering can disrupt powdery mildew spores, but it also promotes the spread of pathogens in the water. Water close to the ground to reduce wet leaves, and water early in the morning so excess moisture dries up by night.

- Improve air circulation and increase light penetration into and around plants with reasonable pruning and proper spacing. Thinning plants or redeveloping the environment can help.

- Quickly cut off infected plant parts and dispose of debris. Always trim to healthy tissue, so no disease remains.

- Sterilize pruning instruments by wiping with a normal household disinfectant. When illness is suspected, clean before and after each cut.

Terms of spraying: the first treatment is preventive, before the appearance of signs of the disease; the second-when symptoms appear; the third and fourth - when the prevalence and development of the disease increases (according to accounting data).

We believe that one of the future directions in the study of fungal diseases must be the establishment of effective prevention methods. Prevention is key to protection, especially for susceptible trees or shrubs that have experienced fungal problems in the past. Measures should be taken to reduce the proliferation of fungi on healthy trees to preserve urban green spaces.

References

1. I.I. Zhuravlev, T.N. Selivanova, N.A. Cheremisinov. Keys to fungal diseases of trees and shrubs. - M.: Forest industry, 1979. - 246 p.
2. Yu.M. Zeynalov, N.Ye. Kanygin. Pests and diseases of Central Asian hawthorn species in the conditions of Apsheron // Bul. Ch. Nerd. garden. - 1988. - Issue. 149.- P. 71-75.
3. M.S. Kovalenko. The effectiveness of fungicides against phyllostictosis and apple scab // Coll. scientific. tr. Belarusian, s.-kh. acad. - 1977. - Issue. 38.- P. 31-33.
4. Zh.Zh. Kuzhantaeva. Bioecological and cultural-morphological characteristics of fungi of the genus Phyllosticta Desm. - Author's abstract. dis. cand. biol. sciences. - Alma-Ata: AN KazSSR, 1975.- 23 p.
5. Ya.V. Nozdrenko. Mycological examination of the nursery of the Novosibirsk gorzelenhoz//Tr. Novosibirsk Agricultural Institute: Plant protection from pests, diseases and weeds. - Novosibirsk: Science, 1977.- P. 82-91.

UDC 665.767

THE URGENCY OF THE PROBLEM OF RECYCLING ACID SLUDGE

K. V. Kolot

Omsk State Technical University, Omsk, Russia

All over the world there are deposits containing sulfuric acid. They were created after refining petroleum products using concentrated sulfuric acid and mainly in the processing of waste oils. These so-called acidic resins and acidic sludges, due to the lack of the possibility of their removal and recovery, were most often deposited in open deposits. The black, tar-like substance, along with a large amount of polymerized carbohydrates (resins), also contains residues of oils and additives, as well as sulfuric acid (up to 45% by volume, depending on previously used industrial processes). These deposits are very dangerous for the environment.

Tar is a black resinous mass, the residue after distillation of fuel and oil fractions from oil. Tar is used for the production of road, roofing and construction bitumen, low ash coke, lubricating oils, fuel oil, combustible gases and motor fuel.

Acid tar is one of the main types of waste in the oil refining industry. It is formed during the cleaning of oil products, apparatuses and tanks with concentrated sulfuric acid. Acidic refinery sludge is a highly viscous resinous mass that contains heavy hydrocarbons, sulfuric acid and water.

Acid tars are mainly obtained from three processes:

- re-cleaning of used lubricating oils;
- cleaning of oil fractions;
- purification of crude benzene.

Acid tars contain sulfuric acid, so the main impacts to consider are the environmental impact of sulfuric acid, followed by organic chemicals such as benzene and other volatile organic compounds.

This sludge is formed when oils are refined with concentrated sulfuric acids. Waste is mainly stored in open acid ponds, which pose a serious problem of subsoil and groundwater pollution, which poses a potentially great risk to people and the environment.

The main waste management challenges for petrochemical companies are:

- Acid tars have a very variable composition between sites. The amount of sulfuric acid contained in the acidic resin can reach 70%, which leads to rapid corrosion of processing equipment. Special corrosion-resistant materials are expensive and thus the economic benefit of traditional processing is completely lost. Sour sludge processing, including waste disposal at an early stage, therefore, equipment corrosion is completely excluded.

- High sulfuric acid content makes it difficult to obtain a conditioned product. For example, newly formed acid sludge in small quantities can be mixed with other oil products, affecting their quality in the normal range, and acid sludge from sludge tanks is completely unsuitable for such use.

- The most common acid tar treatment technology - high temperature combustion to convert sulfur dioxide to sulfuric acid - is ineffective due to the low cost of sulfuric acid and the loss of a valuable energy hydrocarbon component.

- Acidic resinous landfills can be used no more than 10 years. This period has passed almost everywhere, sulfur-containing waste seeps into the ground, causing irreparable damage to the soils and ecology of the region.

- Petrochemical companies are afraid to invest in new acid sludge processing technologies and store them on site, resulting in huge, often irreparable environmental damage and huge environmental penalties.

Acid tars pose a threat to the environment: their accumulation leads to deep soil degradation, pollution of rivers, groundwater and air.

Abroad, acid sludge processing by high-temperature oxidation with the utilization of sulfur dioxide into sulfuric acid prevails. In this case, a valuable hydrocarbon component is lost. In Russia,

part of the waste is mixed into other hydrocarbon products, for example, fuel oil. But even this technology is not eternal, since the depth of oil refining increases, respectively, heavy residues in the form of fuel oil becomes less. The existing technologies for processing acid sludge into road surface components are very complex and require significant investments in expensive equipment. Therefore, enterprises, in order to get rid of this complex waste, simply burn or bury it mixed with lime, which causes serious harm to the environment.

In Russia, IPEC offers a new processing technology based on pyrolysis - high-temperature decomposition of acid sludge without oxygen. As a result of pyrolysis, valuable raw materials are formed: boiler fuel, pyrolysis gas, heat, as well as carbon black, which can be used in the production of fuel briquettes, or certified commercial technical soil. The refined product is synthetic oil (liquid fuel oil). The processing is carried out at the Continuous Thermal Destruction Unit. The thermal destruction unit is cost-effective as equipment for processing oil sludge and oily waste.

The thermal destruction unit is designed for processing and pyrolysis of organic waste:

- oil sludge, oil-based and salt-based drill cuttings;
- waste drilling fluids;
- oiled soils;
- oil emulsions;
- waste oils.

The plant can also handle drilling waste and waste oil.

The whole process can be roughly divided into several stages:

- At the first stage, the waste is fed into the hopper. During continuous operation of the plant, the bunker is heated by exhaust flue gases to reduce the viscosity of the feedstock;
- The second stage is automatic mixing and neutralization with simple chemical reagents, which are selected individually for each enterprise.
- At the last stage, the flue gases are neutralized and cleaned in a multi-stage filtration system. Pyrolysis gas is redirected to burners to maintain the autonomous operation of the equipment. Fuel enters the storage tank.

It is especially worth emphasizing that there is no pre-treatment stage for waste: neutralization and mixing of tar is carried out directly in the installation, the whole process takes place on one technological line and is controlled by automation.

The use of IPEC pyrolysis plants is relevant in various fields of industry. Thus, the Thermal Destruction unit is indispensable for operation at remote fields for the purpose of processing oil sludge, due to the difficulties with waste disposal in areas of geographic remoteness and high fines from the regulatory environmental authorities.

References

1. Kiyalbaev A.K. Technologies for utilization of oil waste // Industrial and civil construction. 2017. No. 8. P. 49-54. Garabaghlu A.V., Gromov S.N. Syroezhko A.M., Itskovich V.A., Flisyuk O.M. Joint processing of oil sludge and acid sludge with coal: textbook. allowance. SPb.: SPbGTU (TU), 2014.87 p.
2. Chesnokova, M. G. Prediction test of active silt drumming on the biological cleaning unit of waste water at oil refining enterprise [Electronic resource] /M. G. Chesnokova, V. V. Shalay // AIP Conference Proceedings. – 2019. – Vol. 2141: Oil and Gas Engineering. – P. 020029-1–P. 020029-4. – Режим доступа:<https://doi.org/10.1063/1.5122048>.
3. Sokolov L.I. Processing and disposal of oily waste. M.: InfraEngineering, 2017.160 p.
4. R.Z. Magaril, Theoretical Foundations of Chemical Processing Processes. - oil: textbook. manual. - M.: KDU, 2008. -- 280 p.

УДК 574.36:334.025 (571.150-25)

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА БАРНАУЛА

Е. Н. Королева

Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

Город Барнаул - административный центр Алтайского края, один из крупнейших городов Западной Сибири. Город располагается в южной части Алтайского края и имеет площадь территории в административной границе - 321,800 км², застроенной части - 104,6 км².

Рельеф Алтайского края делится на равнины и горы, большая часть территории является равниной. Город Барнаул расположен на юге лесостепной зоны Западной Сибири, на левом берегу реки Оби. Территория города приурочена к Приобскому плато и долинам реки Оби и реки Барнаулки. Данные геоморфологические структуры определяют рельеф города.

Континентальный климат в Барнауле самый холодный месяц года - январь (средняя температура -17,5 °С), самый теплый - июль (+19,8 °С).

Среди городской застройки растительность представлена искусственными насаждениями в парках (Юбилейный, Центральный, Солнечный ветер, Изумрудный, Лесная сказка, Нагорный, дендрарий), скверах и бульварах. Искусственные растительные зоны располагаются у общественных зданий, по осям главных улиц.

Поскольку Барнаул является крупнейшим промышленным центром Алтайского края и в нем на весьма ограниченной площади сконцентрировано огромное количество предприятий, в большинстве случаев именно они создают достаточно сложную и напряженную экологическую обстановку. Также, значительно влияют на загрязнение городской среды и обилие частных домов, имеющих печное отопление. Достаточно негативно сказывается распыление пыли и копоти от печных труб в атмосферном воздухе, после чего непросто удаляется и в ряде случаев осаждается на землю, что также сопровождается хоть и не значительными, но весьма неблагоприятными последствиями. Немалый вклад в загрязнение атмосферы Барнаула вносит и автомобильный транспорт, которого в городе с каждым годом становится все больше.

Как и прежде, наиболее угнетающими с экологической точки зрения являются такие районы Барнаула, как Октябрьский и Ленинский, так как в них сосредоточено несколько крупных промышленных объектов. Неблагоприятная экологическая обстановка сложилась также и на юге Барнаула, в районе Алтайского завода агрегатов.

На сегодняшний день в городе есть и вполне благополучные с экологической точки зрения территории. К ним относятся Железнодорожный и Индустриальный районы. Это обусловлено их окраинным положением и спецификой барнаульской розы ветров. Площади их относительно невелики, и поэтому решающего влияния на экологическую обстановку в Барнауле в целом они не оказывают.

Водные объекты являются важным составляющим моментом в окружающей природной среде и от качества водоема зависят все остальные ее компоненты: почва, атмосферный воздух, растительный покров, а в городе Барнауле практически все реки относятся к третьему и четвертому классу загрязнения, и главная причина этого - неудовлетворительное состояние очистных сооружений как предприятий, так и городской канализационной системы, в результате чего в водные артерии попадает большое количество недостаточно очищенных или неочищенных вовсе сточных вод. В среднем, визуальное, озелененные участки и тротуары в некоторых районах загрязнены бытовыми и пищевыми отходами. Однако, на данных территориях регулярно производится чистка, за счет которой экологическая обстановка города становится более приемлемой. Проблема остается только в воспитании населения и организации мер благоустройству городских улиц (установка мусорных контейнеров, где они крайне необходимы, контроль за своевременным

соблюдением уборки озелененных и асфальтированных участков, возможное наложение штрафов).

Для более детальной оценки экологического состояния города Барнаула будут рассмотрены относительно схожие по составу парковые зоны, расположенные в соответствующих районах города. Так как растения (в частности древостой) являются накопителями вредных компонентов из воздушной среды, почвы и воды, по их состоянию можно определить уровень загрязнения данных территории в разных участках урбанизированного пространства.

В Барнауле осталось лишь три действующих лесопарка - это «Центральный», «Арлекино» и «Изумрудный», Парки: «Юбилейный», «Лесная сказка» (бывший парк имени В.И. Ленина) официально перестали существовать как парковые зоны.

С каждым годом ландшафты районов города обогащаются все новыми посадками деревьев, кустарников, цветников и газонов. После сноса деревьев инициатор обязан высадить компенсирующее количество саженцев или возместить ущерб. Но все же, в ряде случаев, природные компоненты стараются сохранять на сколько это возможно. Если дерево в отличном состоянии и находится на административной территории, без предусмотренных оснований, его снос невозможен по закону.

В первую очередь, чтобы обеспечить должное восстановление природных парковых зон города, необходимо соответствующее капиталовложение. В отношении парков вкладчиками являются арендаторы. В отношении бесхозных заброшенных природных участков, бульваров, аллей, компенсирует восстановление, посадку и минимальный уход за зелеными насаждениями администрация города.

В целях восстановления и реконструкции проблемных участков самым простым решением будет обработка почвы удобрениями. Большое количество опасных загрязняющих компонентов содержатся в парах атмосферного воздуха, в воде, отходах. Они аккумулируются в почву и несут отрицательное влияние на развитие растений.

Также, возможно избежать загрязнения почв и атмосферного воздуха на участках с открытыми водоемами, например в парках «Центральный» и «Юбилейный», с помощью строительства и реконструкции систем очистки сточных вод, ликвидации ливневой канализации. Все промышленно-коммунальные объекты города должны соблюдать требования водоохранного режима по долгосрочному договору и лицензии водопользования для охраны ландшафтов города и водоохраных зон.

В целом неблагоприятное экологическое положение города Барнаула складывается из-за загрязнения атмосферы котлоагрегатами и автотранспортом. Следовательно, путями решения экологических проблем являются: внедрение методов сжигания топлива в кипящем слое; переход на другие, более безвредные виды топлива; переход на газообразное топливо, использование систему минимального выхлопа; обеспечение промышленных предприятий качественной системой очистки от побочных продуктов. Если удастся минимизировать взвешенные и опасные частицы в составе воздуха, зеленые насаждения будут меньше подвергаться угнетению, больше выделять кислород и быстрее фильтровать воздух. Актуальны и такие меры по улучшению экологической обстановки, как организация субботников, различных экологических акций, содействия граждан в благоустройстве зеленых зон, посадке растений, митингов, различных мероприятий для защиты и ухода за зелеными насаждениями.

Экологическое состояние города Барнаула в настоящее время является приемлемым. Город не подвержен опустыниванию, зеленые насаждения вдоль проезжей части, вблизи зданий, заводов, в парковых зонах или аллеях, чаще встречаются в удовлетворительном виде, без особых морфологических отклонений. Больные и старые древостои сносятся специализированными организациями, на их месте производятся посадка новых деревьев и кустарников, в соответствии с требуемыми нормами. Комитетом по дорожному хозяйству, благоустройству, транспорту и связи города Барнаула разработаны различные проекты по реставрации природных комплексов города, некоторые из этих намечаемых проектов уже

реализованы. Во всех районах Барнаула есть по несколько парков или большой зеленой зоне, каждый из этих районов обеспечен своим рекреационным участком. Горожане из любой точки города могут добраться до зеленого уютного уголка.

Состояние и состав растительности в каждом из парков города Барнаула напрямую зависит от районов их расположения. Самыми загазованными, загрязненными и густонаселенными районами являются Октябрьский и Ленинский. Несмотря на выбросы промышленных объектов в черте данных районов, в них создают угнетающую, неблагоприятную экологическую обстановку наличие переполненной транспортной развязки, чрезмерно застроенное пространство и большое скопление людей. Парк «Изумрудный» только на некоторых участках имеет уютную ухоженную обстановку, по остальной территории парка заметны некоторые нарушения: газоны заросли сорняками и сухостоем, деревья в удручающем состоянии, кроны оголены, ветви переломаны или спилены, но встречаются такие деревья не часто. В целом древостой поврежден слабо.

Состояние «Юбилейного» парка еще хуже. Но проблема заключена прежде всего в отсутствии у территории собственника. Парк давно заброшен, нужного ухода растения не получают. Антропогенная деятельность негативно сказывается на качестве природной среды в черте парка. По всему ландшафту разбросаны бытовые и пищевые отходы. Однако, жизненность у растений нормальная, большинство растений плодоносят, морфологических нарушений наблюдается не много. Парк еще способен полностью функционировать и еще имеется возможность его рекультивации. Остальные районы благоустроены лучше за счет окраинного положения и хорошей продуваемости. Загрязняющие компоненты в малой мере аккумулируются на деревья, траву и кустарники. И в самих парках «Центральный», «Лесная сказка» и «Арлекино» регулярно ведется уборка и уход. Они имеют благоприятную обстановку и часто посещаются горожанами. На сегодняшний день в городе Барнауле меньше всего подвержен загрязнению Железнодорожный район. Единственное и самое значительное загрязнение производится от источников транспорта и частного сектора. Однако специфика Барнаульской розы ветров и выгодная планировка застроенной части района обеспечивает хорошее продувание загрязненного воздуха и все вредные компоненты влияют на окружающую среду незначительно. Парк «Арлекино», в черте Железнодорожного района, также визуально самый благоустроенный, с высоким разнообразием пород растений.

На основании проведенного обследования растительного покрова города Барнаула были сделаны выводы о том, что зеленые насаждения в современной городской среде в удовлетворительном состоянии и способны выполнять свои рекреационные, ландшафт-образующие и декоративно-планировочные функции в полной мере.

Список литературы

1. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат, 2007. - 560 с.
2. Кузнецов Л.М. Экологические основы природопользования: учебник для СПО/Л.М. Кузнецов, А.Ю. Щмаков – М: Изд.Юрайт, 2018-304 с.
3. Григорьев, В.А. Проблемы экологизации городов в мире, России, Сибири: Аналит. Обзор / В.А. Григорьев, И.А. Огородников // ГПНТБ СО РАН. - Новосибирск, 2001.- 152 с.
4. Лихачев, Э.А. Город как экосистема / Э.А. Лихачев, Д.А. Тимофеев // Известия РГО. 1996. - Т. 128. - Вып.4. - С. 38-43.
5. Лучник З.И. «Интродукция деревьев и кустарников в Алтайском крае», М «Колос», 1970.- 655 с.

ФОРМИРОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК В ПРИСУТСТВИИ ПАРАФИНА

А. В. Гильдебрант, Е. М. Кудеевская, Т. Н. Ажогина, И. С. Сазыкин
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Загрязнение нефтью в настоящее время является растущей экологической проблемой как наземных, так и водных экосистем. Это связано с тем, что углеводороды нефти токсичны для всех форм жизни. Утечки нефти в результате повреждения судов, аварий, а также на промышленных и горнодобывающих предприятиях классифицируются как опасные отходы [1]. Углеводороды нефти считаются наиболее распространенными органическими загрязнителями природных экосистем [2].

Парафины – смесь насыщенных углеводородов, преимущественно с неразветвленной цепью с составом от $C_{18}H_{38}$ до $C_{35}H_{72}$. Также в смеси обычно содержится некоторое количество разветвленных алканов, аренов и нафтенос [3]. Несмотря на то, что парафины относятся к веществам малоопасным [4], они вызывают проблемы при добыче нефти. В нефтяных резервуарах парафины находятся в растворенном состоянии, однако, при извлечении нефти на поверхность, они затвердевают на стенках подъемных труб, тем самым препятствуя ее добыче [5].

Целью данного исследования являлось изучить влияние парафина в концентрациях 0,005%, 0,01% и 0,02% на формирование бактериальных биопленок штаммами *Acinetobacter calcoaceticus* ВКПМ В-10353, *Pseudomonas putida* и *Vibrio aquamarinus* ВКПМ В-11245. Для получения бактериальных биопленок, суспензию микроорганизмов вносили в лунки полистиролового планшета, после чего добавляли парафин в исследуемых концентрациях. В качестве отрицательного контроля служил стерильный бульон, в качестве положительного контроля выступал растворитель. После инкубации интенсивность биопленкообразования оценивалась с помощью метода окрашивания кристаллическим фиолетовым [6]. Результаты, полученные при изучении влияния парафина на формирование бактериальных биопленок исследуемыми штаммами микроорганизмов представлены на рисунке 1.

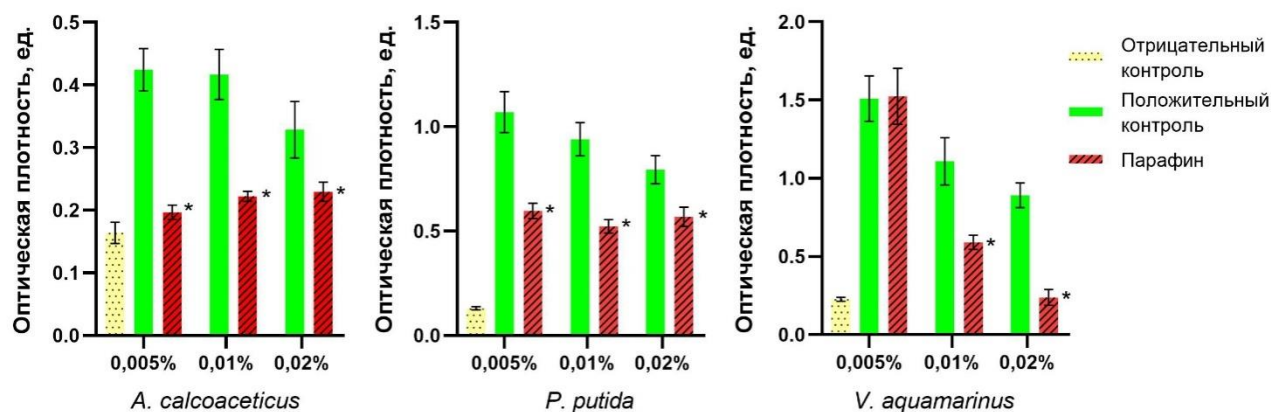


Рис. 1. Интенсивность образования биопленки (Ед. ОП 570) *Acinetobacter calcoaceticus* ВКПМ В-10353, *Pseudomonas putida*, *Vibrio aquamarinus* ВКПМ В-11245 в присутствии парафина. Данные представлены в виде средней арифметической с доверительными интервалами. *Различия статистически значимы при $p \leq 0,05$

Интенсивность формирования биопленки рассчитывали по формуле:

$$\text{интенсивность образования биопленки (\%)} = [(T-B)/(C-B)] \cdot 100,$$

где С – значение оптической плотности положительного контроля, В – значение оптической плотности отрицательного контроля, и Т – значение оптической плотности опыта [7].

В ходе настоящего исследования установлено, что парафин оказал подавляющее действие на интенсивность формирования биопленки штаммами *A. calcoaceticus* ВКПМ В-10353 и *P. putida* во всех исследованных концентрациях и штаммом *V. aquamarinus* ВКПМ В-11245 в концентрациях 0,01% и 0,02%. Максимальный ингибирующий эффект зарегистрирован для штамма *V. aquamarinus* ВКПМ В-11245 в концентрации парафина 0,02% – интенсивность формирования биопленки составила 1,66%. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при попадании в окружающую среду, парафин может нарушать природные микробиоценозы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания № 0852-2020-0029.

Список литературы

1. Saadoun I. M. K. Impact of oil spills on marine life //Emerging pollutants in the environment-current and further implications. – 2015. – P. 75-104.
2. Ławniczak Ł. Woźniak-Karczewska, M., Loibner, A. P., Heipieper, H. J., & Chrzanowski, Ł. Microbial degradation of hydrocarbons—Basic principles for bioremediation: A review // Molecules. – 2020. – V. 25. – №. 4. – P. 856.
3. Переверзев А. Н., Богданов Н. Ф., Рощин Ю. Н. Производство парафинов // М. : Химия, 1973. – 224 с.
4. ГОСТ 23683-89 Парафины нефтяные твердые. Технические условия (с Изменением N 1); утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 25.12.89 N 4099; дата введения 1991-01-01
5. Oberding L. K., Gieg L. M. Methanogenic paraffin biodegradation: alkylsuccinate synthase gene quantification and dicarboxylic acid production // Applied and environmental microbiology. – 2018. – V. 84. – №. 1.
6. Гильдебрант А. В., Кушнарева Д. Н., Каплина А. В., Мозговая А. И., Сазыкин И. С., Сазыкина М. А. Влияние загрязняющих веществ на интенсивность образования биопленки штаммом *Vibrio aquamarinus* ВКПМ В-11245 // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2019. – Т. 19. – вып. 1. – С. 103–111.
7. Salari S., Seddighi N. S., Almani P. G. N. Evaluation of biofilm formation ability in different *Candida* strains and anti-biofilm effects of Fe3O4-NPs compared with Fluconazole: an in vitro study // Journal de mycologie medicale. – 2018. – V. 28. – №. 1. P. 23-28

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ УГОЛЬНО-ПОРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А. В. Ларионов, А. Зверев, В. П. Волобаев

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Одним из важных последствий развития антропогенной среды, является увеличение количества твердых частиц (particulate matter – PM). Большое значение имеют PM аэродинамического размера менее 10 микрометров, которые могут разноситься воздухом на расстоянии нескольких километров. В составе PM могут присутствовать твердые частицы почвы и подстилающих пород, продукты сгорания топлива и другие техногенные компоненты, а также микрокапли жидкости, металлы, кислоты ПАУ и прочее. Добыча, переработка угля и угольный топливный цикл приводит к выбросам большого количества твердых частиц. Распространение частиц может выходить далеко за пределы санитарно-защитных зон, затрагивая пути транспорта угля и потенциально включать большие группы населения, проживающие вблизи объектов. Исследования, проведенные в Северной Колумбии, показали, что в регионе с высокой плотностью предприятий по открытой добыче угля «доля воздействия», т.е. часть пылевых частиц аэродинамического размер менее 10 мкм, относительно исходного объема выбросов пыли, экспонирующая легкие местных жителей, составила $6 \cdot 10^{-9} - 4 \cdot 10^{-8}$ [1].

Наличие PM во вдыхаемом воздухе приводит к поступлению внутрь организма большого числа агрессивных и потенциально токсичных и канцерогенных веществ. Кроме того PM могут являться индукторами мощного биологического ответа, мелкие частицы проникая в глубокие отделы дыхательной системы способны вызывать воспалительные реакции, определяя значительное мутагенное воздействие. Неблагоприятное хроническое воздействие химических (оксид кремния, полиароматические углеводороды, бенз(а)пирен), физических (ионизирующее излучение, высокая влажность, температура) и биологических (микробные агенты) факторов во многих случаях приводит к развитию воспалительных и/или фиброзных заболеваний легкого, а также увеличивает риск злокачественных новообразований.

Твердые частицы представляют собой неоднородную фракцию, содержащую объекты разной формы, размеров и плотности. Важными являются аэродинамические параметры, т.к. они определяют дальность переноса PM. Крупные частицы от 2,5 до 10 мкм (PM 10) оседают в верхних дыхательных путях, в то время как мелкая фракция 2,5 мкм – 0,1 мкм (PM 2,5) проникает в нижние дыхательные пути и альвеолы. PM 2,5 фракция считается наиболее опасной, способной вызывать химические реакции в альвеолярных областях, а также транспорт токсических компонентов к альвеолярной стенке [2].

Высокий уровень выбросов твердых частиц сопровождает открытую добычу угля [3], а также его транспортировку, хранение и сжигание. Перенос частиц может осуществляться на расстояние до 10 км, территории включающие большое число жителей угледобывающих регионов. В ряде исследований установлены взаимосвязи повышения содержания PM 2,5 фракции и токсических эффектов. Увеличение частоты цитогенетических аномалий отмечалось у обследованных, проживающих вблизи мест добычи и перевозки угля [4].

В то же время, цитотоксическое и мутагенное воздействие наноразмерных угольно-породных частиц естественного происхождения практически не изучалось. Также не вполне ясны границы переноса наиболее мелкой фракции PM 0,1.

В нашем представлении получить качественно новые данные возможно, применяя междисциплинарный подход, оценивая как биологические эффекты, закономерности пространственно распределения PM и химические характеристики частиц. Для проведения

исследования были выбраны 4 объекта открытой добычи и переработки угля в Кемеровской области: Беловская ГРЭС (ГРЭС), разрез «Новобачатский» (НОВ), Разрез «Пермяковский», д. Каралда (КАР), разрез «Бачатский» с. Беково (БЕК) и (КОНТРОЛЬ). Образцы частиц собирались и выделялись методом снеговой съемки в конце периода накопления снега (март). Образцы концентрировались с использованием вакуумного концентратора (Erpendorf, Германия) и собирались на мембранах (GVS, Италия). Проведено первичное спектрофотометрическое и спектрофлуориметрическое исследование выделенных проб.

Были зарегистрированы спектры поглощения проб талого снега с концентрированными в 8 раз и без предварительного концентрирования. Для регистрации спектров был использован сканирующий спектрофотометр Shimadzu UV-3600 (Shimadzu Corporation, Япония). Спектры были зарегистрированы в диапазоне длин волн 190-1300 нм. Анализ зарегистрированных спектров и их первых производных позволяет выделить несколько полос поглощения. В спектрах проб ГРЭС, НОВ, КАРА, КОНТРОЛЬ были зарегистрированы полоса с максимумом в районе 200 нм, соответствующая поглощению нитрат иона в воде. В пробе БЕК полоса нитрат иона отсутствует. Во всех пробах кроме контрольной присутствует широкая неэлементарная полоса поглощения с максимумом в районе 270 нм, обычно связываемая с поглощением растворенных органических молекул (Dissolved Organic Matter (DOM)) [5], а также спадающее крыло, наиболее заметное в пробах БЕК и ГРЭС. Последнее можно связать с коллоидными частицами углерода, содержащимися в пробах [6]. Последние две полосы можно непосредственно связать с угольной пылью, однако поглощение с максимумом 270 нм также могут обеспечивать гуминовые соединения, привнесенные из почвы.

Были измерены спектры люминесценции проб с использованием сканирующего спектрофлуориметра Флюорат-02 «Панорама» (Люмэкс, Россия). При возбуждении длиной волны 270 нм в спектрах люминесценции всех проб кроме контрольной наблюдается широкая полоса люминесценции с максимумом близким к 450 нм. Данная полоса может быть связана с люминесценцией коллоидных частиц угля (углерода) [6], а также растворенными гуминовыми соединениями [5]. В контрольной пробе наблюдается значительно более слабая полоса в области 350-500 нм, имеющая локальные максимумы в области 370 и 400 нм, которая также может быть связана с гуминовыми соединениями. В пробе БЕК была зарегистрирована вторая интенсивная полоса люминесценции с максимумом около 325 нм. Её можно связать с люминесценцией нефтепродуктов [7,8].

Результаты исследования спектроскопических исследований позволяют сделать вывод о наличии в пробах компонентов, которые могут быть непосредственно связаны с угольной пылью либо мелкодисперсными продуктами сжигания угля. При этом наиболее загрязненными тачками являются НОВ и БЕК. Образец БЕК был исследован нами более подробно.

Были проанализированы пробы очищенные с помощью фильтрации через фильтр с порами 450 нм и центрифугирование. Общая оптическая плотность раствора заметно уменьшилась во всем измеренном диапазоне длин, однако первые производные спектров поглощения оказались идентичными. Интенсивность люминесценции растворов уменьшилась. При этом интенсивность полосы с максимумом 270 нм, заметно уменьшилась относительно полосы люминесценции 450 нм. Были зарегистрированы ПЭМ изображения образцов с помощью просвечивающего микроскопа Jeol JEM – 2100 (JEOL Ltd., Япония). На изображениях видно большое количество частиц с диаметром около 15-30 нм. Данные частицы неоднородны и могут являться агломератами более мелких частиц порядка единицы нанометров. Также в образцах были обнаружены более крупные частицы, имеющие форму призм с гранями порядка сотен нанометров и слоистой структурой. Их концентрация заметно меньше, и уменьшается при фильтровании и центрифугировании.

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод, что пробы снега вблизи потенциальных источников загрязнения содержат частицы угля, а также компоненты углей растворимые в воде. Также, основываясь на спектрах люминесценции, можно предположить, что проба БЕК содержит частицы угля с адсорбированным слоем нефтепродуктов, что отличает данную пробу от других.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта № 19-05-50114/19.

Список литературы

1. Arregocés, H. A. Intake Fraction of PM₁₀ from Coal Mine Emissions in the North of Colombia / H. A. Arregocés, R. Rojano, L. Angulo, G. Restrepo // Journal of Environmental and Public Health. – 2018. – Vol. 2018. – P. 1–8.
2. IMRAC, Handbook to Reduce the Exposure of Workers to Dust, Members of the Special Interest group on Dust and Ventilation, Safety in Mines Research Advisory Committee (SIMRAC). – 2003. – COL 027.
3. Nayak, T. Health Damages from Air Pollution: Evidence from Opencast Coal Mining Region of Odisha, India / T. Nayak, I/ Roy Chowdhury // Ecol. Econ. Soc. – 2020. – Vol. 1. – I. 1. – P. 43–65.
4. Espitia-Pérez, L. Cytogenetic instability in populations with residential proximity to open-pit coal mine in Northern Colombia in relation to PM₁₀ and PM_{2.5} levels / L. Espitia-Pérez, J. da Silva, P. Espitia-Pérez [et al.] // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2018. – Vol. 148. – P. 453–466.
5. Alberts, J. J. Total luminescence spectra of IHSS standard and reference fulvic acids, humic acids and natural organic matter: comparison of aquatic and terrestrial source terms. / J. J. Alberts, M. Takács // Organic Geochemistry. – 2004. – Vol. 35(3). – P. 243–256.
6. Baker, S. N. Luminescent carbon nanodots: emergent nanolights. / S. N. Baker, G. A. Baker // Angewandte Chemie International Edition. – 2010. – Vol. 49(38). – P. 6726–6744.
7. Dudelzak, A. E. Total luminescent spectroscopy for remote laser diagnostics of natural water conditions. / A. E. Dudelzak, S. M. Babichenko, L. Poryvkina, K. J. Saar // Applied Optics. – 1991. – Vol. 30(4). – P. 453–458.
8. Drozdowska, V. Spectral properties of natural and oil polluted Baltic seawater—results of measurements and modeling / V. Drozdowska, W. Freda, E. Baszanowska // The European Physical Journal Special Topics. – 2013. – Vol. 222(9). P. 2157–2170.

УДК 631.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

А. С. Нигматзянов

Башкирский Государственный Аграрный Университет, г. Уфа, Россия,

Отличительные черты современных систем земледелия – это предотвращения деградации почвы и снижение риска экологических нарушений при производстве сельскохозяйственной продукции, биологизация агротехнологий и приоритетность органических средств оптимизация почвенного плодородия [1].

Сущность экологизации сельского хозяйства в приведения его в соответствие с экологическими законами, решении задач сохранения биоразнообразия, адаптации к агроэкологическим условиям, оптимизации соотношения природных и сельскохозяйственных угодий, гармонизации земледелия и животноводства, созданий оптимальной инфраструктуры агро ландшафтов с учетом энерго масса переноса биологизации земледелия. Низкое содержание гумуса и его минерализации играют почвенные микроорганизмы.

Органическое земледелие - это система, в которой используется органические источники для питания сельскохозяйственных культур, биологические источники для борьбы с вредителями и болезнями, утилизация фермы и животных отходов. Чтобы увеличить, а так же поддерживать производительность, и может быть наиболее соответствующий путь развития для индийского сельского хозяйства.

Органическое сельское хозяйство – это система сельскохозяйственного производства, которая поддерживает требования производства, не прерывая естественную экосистему и практически не завися от химической удобрений и других сельскохозяйственных химикатов за счет более широкого использования органического вещества, биоудобрения, уменьшения количества и глубины обработки почвы [1].

Биоудобрения так же являются компонентов в органическом земледелии, они являются альтернативной химическим удобрениям, стимулируют рост растений, биологическое восстановления почвы восстановления естественного плодородия почв, обеспечение защиты против засухи и некоторых болезней растений [5]. Компостирование может играть важную роль в программах управления твердыми отходами и может значительно уменьшить количество отходов, идущих на свалку, кроме того, он сохраняет ресурсы, уменьшает загрязнение и строит здоровую почву.

Целью работы является оценка, отходов производства минеральных удобрений, как основных источников поступления (возврата) в почву органического вещества и элементов питания. Выделить отрицательные моменты и приемы, направленные на их устранение в условиях органического земледелия.

Объектом исследования были, серые лесные и черноземные почвы сформировавшиеся в Южной лесостепной почвенно-климатической зоне на территории Уфимского и Чишминского районов Республики Башкортостана. Экспериментальная работа выполнялась маршрутно - полевым, стационарно-полевым, микро полевым, вегетационным и лабораторно аналитическими методами.

Результаты. В современных условиях развития АПК значительный экономический эффект обеспечивает отходы птицеводства: помет. По данным Министерства сельского хозяйства объемы их накопления составляют около 7 млн. т. В этом объеме сосредоточено около 200 тыс.т.д.в. элементов питания. Однако, фактическое внесение на полях варьирует от 0,5 до 1,35 мл.т или – 1/5 часть от их общего объема.

Сырой помет обладает неблагоприятными свойствами: имеет сильный зловонный запах; содержит большое количество семян сорняков, яиц и личинок гельминтов и мух, множество микроорганизмов, среди которых нередко возбудители опасных заболеваний [3].

Транспортировка помета на дальние расстояния экономически не оправдана, требует значительного количества техники, затрат труда и денежных средств. При этом, как правило, отходы сконцентрированы на небольших площадях, что усугубляет их негативное воздействие. В результате компоненты экосистем находящиеся в зоне влияния крупных птицефабрик, оказываются заметно трансформированными [4,5].

Выходом из данной ситуации может быть переработка помета, в частности высокотемпературная сушка, которая превращает его в обеззараженное высококонцентрированное быстродействующее органическое удобрение с благоприятными физическими свойствами, лишенное запаха и всхожих семян сорняков. При этом ценность и питательные свойства сухого помета будут определяться химическим составом сырья, взятого для переработки (исходного сырого помета), и технологией сушки.

Кроме этого, в задачи входила оценка соответствия данного удобрения требованиям ГОСТ Р 53117-2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия» [1].

В таблице 1 представлены некоторые общие характеристики сырого (исходного) и сухого куриного помета. Данные свидетельствуют, что в процессе сушки количество сухого вещества в 1 т удобрения возрастает с 200,7 кг в сыром до 890,7 кг в сухом помете, а влажность снижается с 68 до 9 %. Это соответствует уменьшению массы перерабатываемого материала не менее, чем в 3,2 раза (только с учетом потери влаги). Иными словами, из 3,2 тонн сырого образуется 1 тонна сухого куриного помета, что существенно снижает остроту проблемы размещения данного вида отхода в окружающей среде [3].

Таблица 1

Сравнительная характеристика агрохимической ценности и безопасности

Вид помета	Сух. в-во, %	Орг. в-во, %	рН	Токсичные элементы, мг/кг			
				Pb	Cd	Zn	Cu
Куриный пометдосушки	21,97	83,54	7,10	2,57	0,19	374,79	109,44
Сухой куриный помет	92,07	86,15	6,68	2,34	0,15	297,99	101,11
Требования к сухому птичьему помету	не < 85	не < 50	6,0- 8,5	не > 130,0	не > 2,0	-	-
Средний состав сухого птичьего помета	86,00	80,00	-	-	-	-	-

Влажность сухого помета существенно меньше влажности, допустимой для данного вида органического удобрения действующим ГОСТом, а также ниже среднего значения показателя, установленного Всероссийским НИИ органических удобрений и торфа при обобщении многочисленных экспериментальных данных. Низкая влажность удобрения свидетельствует о его высоком качестве: о большей концентрации питательных веществ на единицу физической массы продукта, более высокой экономической эффективности его 9 транспортировки и т.д. Еще одним важным показателем является содержание органического вещества, которое во многом определяет ценность любого органического удобрения. В исследуемом сухом помете оно находится на высоком уровне: существенно выше минимального значения, допустимого ГОСТ Р53117-2008 и выше среднего значения, характерного для данного вида удобрений. Показатель активности водородных ионов (реакция водной вытяжки) в процессе сушки практически не изменяется. Значение показателя укладывается в требуемый диапазон.

Таблица 2

Характеристика питательной ценности птичьего помета

Вид помета	Влажность, %	Содержание, % на сырое вещество		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Куриный пометдосушки	75	0,54	0,85	0,79
Сухой куриный помет	7	4,05	3,03	2,97
Требования к сухому птичьему помету	14	4,03	3,78	2,00
Средний состав сухого птичьего помета	не > 15	не < 2,0	не < 2,0	не < 0,8

Содержание азота в помете, взятом для переработки, является невысоким. С 1 тонной такого органического удобрения в почву поступит только 6,3 кг азота, что обусловлено как высокой влажностью исходного материала, так и относительно низкой концентрацией элемента в расчете на сухое вещество. Как правило, в процессе сушки содержание азота несколько снижается преимущественно за счет его аммиачной формы, которая при термическом воздействии быстро улетучивается.

Выводы. Таким образом, применение сухого птичьего помета характеризуется высокой потенциальной удобрительной ценностью и безопасностью, соответствует требованиям, предъявляемым ГОСТР53117-2008. Содержание токсичных примесей (свинца и кадмия) в сухом помете низкое. Цинк и медь в имеющихся удобрениях концентрациях не представляют опасности для окружающей среды и не могут быть классифицированы как токсичные примеси, т.к. относятся к важнейшим микроэлементам и повышают питательную ценность помета.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53117-2008 «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия.
2. Белюченко И.С., Муравьев Е. И. Влияние отходов промышленного и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв // Экол. Вестник Сев. Кавказа, 2009.-Т.5.- № 1.- С. 84-86. Плодородие №1 • 2013.
3. Верещагин А. Н. Химическая мелиорация солонцов степной зоны Северного Казахстана // Автореф. канд. дисс. – Новосибирск, 1987.-19 с.
4. Габбасова И. М. Оценка пригодности почв на склонах для использования в условиях орошения в северной лесостепи Башкортостана / И.М. Габбасова А. Р. Сулейманов // Т.Т. Гарипов, Л. В. Сидорова, И.Ю. Сайфуллин, А. Р. Сулейманов // Аграрная Россия. – 2017. -№5.-С. 2-7.
5. Гелашвили Д.Б. Эколого-экономический анализ опасности для окружающей среды предприятий агропромышленного комплекса/ Д.Б. Гелашвили, В. А. Басуров, Н. И. Ефимова // Эколого-экономические основы формирования агробиогеоценозов. – Н. Новгород, 2002. – С. 31- 35.

УДК 546.7:574.4

ПОГЛОЩЕНИЕ ЦИНКА КАОЛИНИТОМ В ПРИСУТСТВИИ ПРИРОДНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУЛЬВОКИСЛОТ

Л. В. Переломов*, И. В. Переломова**, Ю. М. Атрощенко*

* Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого, г. Тула, Россия

** Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Глинистые минералы и гумусовые вещества – одни из важнейших почвенных компонентов, контролирующих подвижность и биологическую доступность соединений элементов в экосистемах. Их состав, свойства и взаимодействия определяют формирование структуры почв, развитие эрозионных процессов, влияют на поглощение и перенос питательных и загрязняющих веществ [1, 2]. Гумусовые вещества модифицируют поверхность глинистых минералов, изменяя их физические, химические и физико-химические свойства. Одновременно гумусовые вещества могут вступать в химические реакции с ионами тяжелых металлов, изменяя характер их взаимодействия с минеральными частицами. Они способны как увеличивать, так и уменьшать адсорбцию тяжёлых металлов в зависимости от относительной устойчивости комплексов «металл - гумат» и «металл – гумат - минерал», а также почвенно-экологических условий, например pH почвенного раствора [3].

Нами было изучено поглощение цинка каолинитом в присутствии природных фульвокислот (ФК), выделенных из низинного торфа, а также их химически модифицированных препаратов. Эксперимент по адсорбции цинка каолинитом в присутствии фульвокислот проводили при следующих условиях: навеска минерала – 0,2 г, концентрация фульвокислот – 0,2 г/л, диапазон концентраций металла – 0,05 – 0,8 ммоль/л (3,27 – 52,08 г/л), электролит – 20 ммоль KNO_3 , pH исходного раствора – 5, соотношение твердой и жидкой фазы – 0,2 г:25 мл. Эксперимент проводился в течение 4 часов при постоянном перемешивании на магнитной мешалке (500 об/мин). После достижения равновесия растворы центрифугировали в течение 20 мин при 8000 об/мин, а затем фильтровали через шприцевый фильтр с размером пор 45 мкм. Эксперимент проводили в трех повторностях. Для изучения влияния pH на процесс адсорбции были проведены эксперименты с pH исходного раствора 3, 4 и 5 при постоянной концентрации цинка – 52,08 г/л. Также было изучено влияние последовательности внесения ФК и Zn на процесс адсорбции при максимальной концентрации элемента.

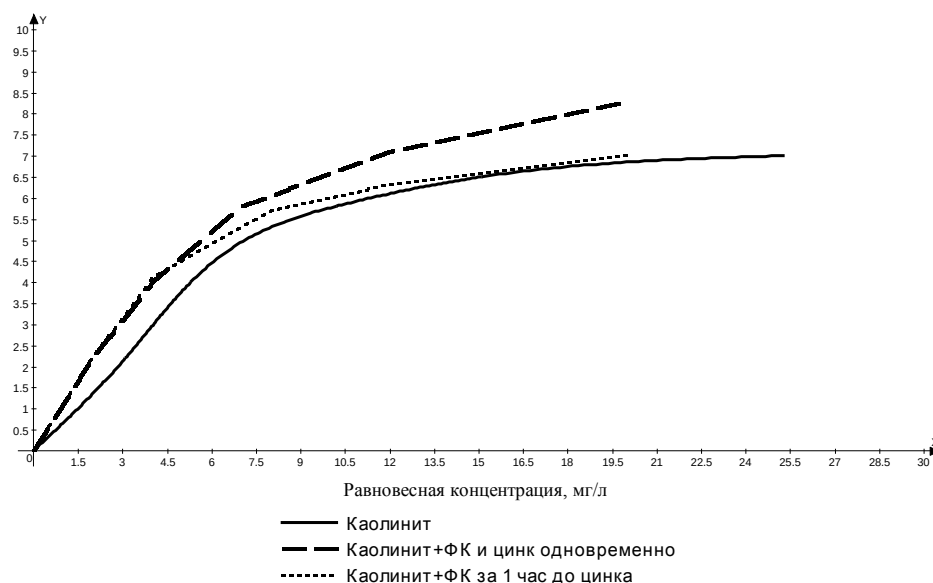


Рис. 1. Адсорбция каолинитом цинка в присутствии природных фульвокислот

Адсорбция цинка на каолините в присутствии природных фульвокислот показана на Рис. 1. Адсорбция Zn каолинитом и каолинитом в присутствии природной фульвокислоты удовлетворительно аппроксимируется уравнением Ленгмюра. В условиях нашего эксперимента фульвокислоты усиливали адсорбцию ионов цинка. Наши результаты показывают, что наблюдается тенденция увеличения адсорбции ионов цинка каолинитом с ростом pH в кислых условиях. Добавление элемента одновременно с фульвокислотами приводит к более высоким адсорбированным количествам, чем когда раствор фульвокислот добавляют в каолинит за один час до внесения Zn. Таким образом, присутствие ФК в сорбционном растворе приводит к образованию комплексов органических лигандов с Zn, имеющих большее сродство к минеральной поверхности. Модификация каолинита фульвокислотами образует новые участки с различными функциональными группами для сорбции микроэлементов. При этом поглощение цинка по сравнению с чистым минералом при низких концентрациях элемента также увеличивается. При более высоких концентрациях элемента, очевидно, идет конкуренция Zn и ФК за сорбционные позиции на поверхности каолинита и поглощение цинка уменьшается.

Модификация ФК проводилась путем их окисления по реакции Эльбса. Навеску (3 г) гуминовых веществ, полученных после щелочной экстракции, растворяли в 50 мл 10%-ного раствора NaOH и добавляли 50 мл дистиллированной воды. К полученному раствору при интенсивном перемешивании в течение часа добавляли 15 ммоль насыщенного раствора $K_2S_2O_8$. Температуру смеси поддерживали на уровне 20°C. Смесь оставляли на 12 часов, после чего проводили осаждение ГК подкислением HCl до pH 1,5 и отделяли ГК от ФК декантированием и фильтрацией. ФК были очищены диализом и высушены до кристаллического состояния при температуре 45°C.

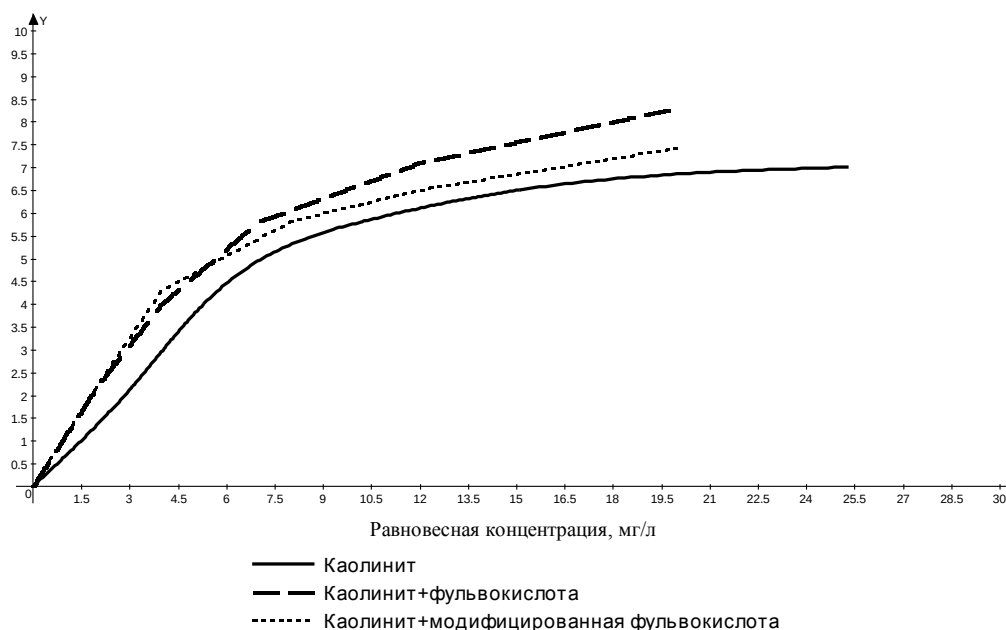


Рис. 2. Адсорбция каолинитом цинка в присутствии природных и модифицированных фульвокислот, добавленных одновременно с металлом

В условиях нашего эксперимента фульвокислоты усиливали адсорбцию цинка, причем их нативные формы делали это в большей степени (Рис. 2). Окисление фульвокислот по реакции Эльбса уменьшало их ароматичность, о чем свидетельствует снижение интенсивности полос поглощения в областях 1634,87 и 1558,09 в их ИК спектрах. Кроме того, данные изменения оптической плотности всего образца и увеличение количества пиков в различных областях поглощения, очевидно, свидетельствуют о снижении молекулярной массы модифицированных ФК, что может быть следствием разрыва различных связей между

соединениями, входящими в природную ФК, в ходе реакции Эльбса. Как уже было показано выше, основным механизмом взаимодействия в системе каолинит-фульвокислота-металл является образование комплексных соединений между цинком и фульвокислотой и поглощение их поверхностью минерала. Уменьшение ароматичности и молекулярных масс фульвокислот привело к снижению адсорбции их комплексных соединений с цинком.

Таким образом, взаимодействия в трехкомпонентных системах «глинистый минерал-гумусовая кислота-тяжелый металл» являются крайне сложными. Их изучение необходимо как с точки зрения фундаментальной науки, так и практики современного экологичного сельского хозяйства и охраны природы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта № 18-04-00274.

Список литературы

1. Зубкова Т.А., Карпачевский Л.О. Матричная организация почв. М.: РУСАКИ, 2001. 296 с.
2. Kloster N., Marcelo A. Interaction of humic acids with soil minerals: adsorption and surface aggregation induced by Ca^{2+} // Environ. Chem. 2015. V. 12. № 6. P. 731–738.
3. Переломов Л.В., Чилачава К.Б., Швыкин А.Ю., Атрощенко Ю.М. Влияние органических веществ гумуса на поглощение тяжелых металлов глинистыми минералами // Агрохимия, 2017, № 2, с. 99–107.

УДК 633.854.78:631.527

СЕЛЕКЦИЯ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЕ

В. И. Свистунова*, Н. Н. Голощапова**, С. В. Гончаров*

* Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

** ФНЦ ВНИИМК имени В. С. Пустовойта, г. Краснодар, Россия

Подсолнечник – основная масличная культура и одна из самых рентабельных полевых культур в нашей стране. Ложная мучнистая роса (возбудитель *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni) относится к числу наиболее вредоносных болезней и распространена во всех основных регионах возделывания подсолнечника [1, 2, 3]. Для борьбы с этим патогеном широко применяют химические средства защиты растений – фунгициды, загрязняющие окружающую среду. Альтернативой этому методу является селекционный [4, 5, 6] – выведение линий и гибридов подсолнечника, генетически устойчивых к ложной мучнистой росе, что и являлось целью нашей работы.

Исследования проводили с 2012 по 2019 гг. на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ВНИИМК, г. Краснодар. Работу выполняли в полевых и лабораторных условиях.

Расовый состав патогена постоянно меняется, в значительной степени из-за внедрения устойчивых к наиболее распространенным расам форм [5, 6]. Завоз семян из-за рубежа в рамках международной торговли также часто приводит к появлению на новой территории рас, ранее не зарегистрированных. В результате в последние годы на территории юга России появились новые расы возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника (330, 334, 710, 730), преодолевающие существующую устойчивость [7, 8]. Методом гибридизации с выделенными ранее донорами устойчивости зарубежной селекции был получен новый исходный материал, на основе которого путем индивидуального отбора и самоопыления были созданы ценные в селекционном отношении линии.

Было показано, что наряду с вертикальной устойчивостью, горизонтальная (расонеспецифическая) также успешно передается от линий (родительских форм) гибридам подсолнечника первого поколения, которые используются в производстве [9]. Сочетание в одном гибриде вертикальной и горизонтальной устойчивости способно обеспечить долговременную защиту растения от патогена [10, 11].

Лабораторную оценку устойчивости полученных линий проводили методом искусственного заражения проростков подсолнечника, результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты лабораторной оценки устойчивости линий подсолнечника к расам возбудителя ложной мучнистой росы (Краснодар, 2019 г.)

Rf линия	Раса ЛМР*			
	330	334	710	730
ВНИИМК 8883 (восприимчивый стандарт)	S	S	S	S
ВК 580 (стандарт)	R	S	S	S
ВК 303	R	R	R	R
Л 17891	R	R	R	R
Л 17892	R	R	R	R
Л 17893	R	R	R	R

* фенотипическая реакция линии подсолнечника к заражению расами *P. halstedii*: S – восприимчивая, R – устойчивая

Результаты полевых испытаний таких гибридов показали обнадеживающие результаты – растения с симптомами поражения ложной мучнистой росой на этих делянках отсутствовали, хотя на соседних с опытом контрольных делянках распространенность этой болезни достигала 10 %. Урожайность при этом не уступала или превосходила стандарт.

Таким образом, создан ряд линий подсолнечника с устойчивостью к ложной мучнистой росе. Использование таких линий и гибридов на их основе позволит избежать применения фунгицидов и, таким образом, будет способствовать развитию экорастениеводства и получению экологически чистых продуктов питания.

Для ускорения и упрощения селекционной работы необходимо маркировать данный ген устойчивости, что позволит использовать маркерную селекцию для создания новых устойчивых к патогену линий и гибридов подсолнечника.

Список литературы

1. Ивебор, М.В. Идентификация рас возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника в регионах Северного Кавказа и выделение устойчивого к ним исходного материала для селекции / М. В. Ивебор. Автореферат дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар. 2009. 24 С.
2. Kaya, Y. Sunflower / Y. Kaya, S. Jodic, D. Miladinovic // In: Technological innovations in major world oil crops / Ed. by S.K. Gupta. 2012. V. 1. P. 85–129.
3. Тигай, К.И. Получение исходного селекционного материала подсолнечника, устойчивого к ложной мучнистой росе и заразихе /К.И. Тигай, С.В. Гончаров // Аграрный научный журнал. 2018. № 8. С. 46-50.
4. Борович, С. Принципы и методы селекции растений / С. Борович.-М.: Колос, 1984.-344 с.
5. Дьяков, Ю.Т. Механизмы сопряженной эволюции растений-хозяев и их паразитов / Ю.Т. Дьяков // Генетические основы селекции растений на иммунитет. – М.: Наука. 1973. С. 150-180.
6. Планк, Ван дер Устойчивость растений к болезням / Ван дер Планк / М., Колос, 1972 – 495 С.
7. Iwebor, M. Changes in the racial structure of *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et De Toni population in the south of the Russian Federation / M. Iwebor, T.S. Antonova, S. Saukova // Helia. 2016. T. 39. № 64. С. 113-121.
8. Gontcharov, S. Short sunflower history review / S. Gontcharov // Sunflowers. /Ed. by Érico de Sá Petit Lobão. 2020. Nova Science Publishers, Inc. P. 1-20.
9. Пирогова, Е.А. Предварительные данные по наследованию горизонтальной устойчивости линий подсолнечника к ложной мучнистой росе / Е.А. Пирогова, С.В. Гончаров, Н.Н. Голощапова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. Краснодар: КубГАУ. – 2017. – С. 77-78.
10. Гончаров, С.В. Долговременная устойчивость подсолнечника к ложной мучнистой росе / С.В. Гончаров, Н.Н. Голощапова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 80. С. 93-97.
11. Vear, F. Breeding for durable resistance to the main diseases of sunflower / F. Vear // Proc. 17th Int. Sunflower Conf., USA, Fargo. 2004. P. 125-130.

УДК 579.2

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННЫХ БУРЫХ УГЛЕЙ

К. Т. Тастамбек*, Н. Ш. Акимбеков**

* Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

** НИИ Проблем экологии, г. Алматы, Казахстан

Исследованиями последних лет установлено, что хорошим сырьем для получения высокоэффективных органических удобрений для фермерского и сельского хозяйства являются окисленные в пластах бурые угли разных угольных бассейнов, а также углесодержащие отходы, образующиеся в процессе угледобычи и обогащения углей. Исследованиями последних лет установлено, что окисленные бурые угли содержат широкий набор макро- и микроэлементов, а также большое количество гуминовых и фульвокислот, которые по своему составу близки к почвенным, т.е., по сути, они являются кладовой органических веществ и могут быть хорошей основой для производства гумуса – высокоэффективного органического удобрения.

Между тем, выветренные в пластах и терриконах угли, как бурые, так и каменные, практически в промышленности и народном хозяйстве в качестве топлива или сырья не используются. При добыче угля открытым способом они поступают в отвалы вместе со вскрышными породами. Объем окисленных бурых углей оценивается по каждому месторождению только при детальной разведке и разработке

Так, установлено, что количество окисленных бурых углей Казахстанских месторождений, поступающих в отвалы, составляет десятки миллионов тонн ежегодно. Эти угли, а также углеотходы, складываются в хвостохранилища, где они выветриваются в условиях атмосферы и на сегодняшний день практически не используются, загрязняя атмосферу и занимая при этом сотни гектаров плодородных земель.

В настоящее время большой интерес также представляет изучение микроорганизмов, способных к конверсии (трансформации) органических компонентов, входящих в состав бурого угля, с образованием гетерогенных гуминовых кислот.

В связи с этим актуальными являются исследования по разработке технологии получения комплексного удобрения на основе зоо-микробных сообществ и казахстанских окисленных бурых углей.

Цель данного этапа исследований - изучение физико-химических параметров углей и микробных пейзажей отобранных материалов и создание микробного консорциума целевого назначения.

В работе были использованы окисленные бурые угли пришахтных территорий Ой-карагайского угольного месторождения Алматинской области, Ленгерского (Каратауского) угольного месторождения Туркестанской области и Кияктинского угольного месторождения Карагандинской области.

По результатам физико-химических и структурных анализов проб окисленных бурых углей установлены следующие характеристики: уголь марки OLE, % – W: 11,8, A: 12,2, V: 35,8, Q: 15,6 МДж/кг; уголь марки LLE, % - W: 9,1, A: 22,0, V: 40,8, Q: 7,8 МДж/кг и уголь марки KLE, % – W: 9,8, A: 11,5, V: 41,8, Q: 21 МДж/кг. Химический состав, молекулярная структура и макро- и микроскопические свойства анализируемых углей характеризовались разными спектральными и микроскопическими методами.

Установлено, что бактериальные сообщества проб углей, согласно метагеномным данным, сформированы преимущественно девятью филумами *Proteobacteria*, *Tenericutes*, *Acidobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Nitrospirae*, *Chloroflexi*, *Gemmatimonadetes*, *Actinobacteria* и *Fusobacteria*. Доминирующим филумом бактерий во всех анализированных угольных микробиомах, независимо от типа угля, является *Proteobacteria*. Были выделены

аборигенные бактерии и изучены их морфолого-культуральные и физиолого-биохимические свойства.

Отобраны 3 культуры микроорганизмов-продуцентов биосурфактантов с целевой метаболической активностью, т.е. способностью к биосолюбилизации окисленных бурых углей.

Получены культуры дождевых червей *Eisenia fetida*. Вермикультура была разведена в лабораторных условиях, нарабатываем максимальное количество биомассы для создания зоо-микробный комплекс. В начале работы биомасса червей составила ~100 мг на 1 кг почвы, а после культивации наблюдалось увеличение массы на ~450 мг. В результате сравнительного метагеномного анализа проб кишечной микрофлоры дождевых червей был сделан вывод о наличии доминирующих филумов *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Acidobacteria*, *Chloroflexi*, *Bacteroidetes* и *Verrucomicrobia*.

В качестве компонентов были взяты культуры дождевых червей *E. fetida*, образцы ОБУ месторождений Ой-Карагай (OLE), бГВ на их основе, а также продуцент биосурфактантов с целевой метаболической активностью. В работе дополнительно проведены исследования по изучению физико-химических свойств, полученных биогуминовых веществ с помощью спектрометрических методов.

Были получены зоо-микробные комплексы: ОБУ+зоо-микроб и бГВ+зоо-микроб. Метагеномный анализ данных комплексов, произведенных одним видом дождевого червя показал, что компоненты зоо-микробных сообществ существенно влияет на структуру микробного сообщества.

Выявлена достоверная эффективность применения зоо-микробных сообществ по влиянию на рост и развитие растений картофеля. В зависимости от концентрации и способа применения комплексов высота растений увеличивается на 10-18%. Обработка посадок препаратом в возрастающих дозах обусловило интенсификацию морфофизиологических процессов картофеля - возматала площадь листьев в 1,15 - 1,26 раза и фотосинтетический потенциал в 1,05-1,31 раза, что обусловило повышение продуктивности. По результатам исследований следует отметить, что на всех вариантах с применением гуминовых веществ на основе ОБУ, независимо от способа его использования, растения картофеля были значительно выше контрольных.

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК в рамках реализации проекта № AP05134797.

Список литературы

1. Altieri M.A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments // *Agric. Ecosyst. Environ.* -2002. –V. 93, -p.1–24.
2. Aguiar N.O., Olivares F.L., Novotny E.H., Dobbss L.B., Martizez-Balmori D., Santos-Júnior L.G., Chagas J.G., Fac anha A.R., Canellas L.P. Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages // *Plant Soil*. -2013, -V. 362, -p.161–174.
3. Безуглова О.А. Препараты на основе гуминовых веществ. М.: Агромир, -2004. – с.210.
4. Abdel-Razzak H.S., El-Sharkawy G.A. Effect of biofertilizer and humic acid applications on growth, yield, quality and storability of two garlic (*Allium sativum* L.). // *Asian J. Crop Sci.* -2013. –V.5, -p.48–63.
5. Ameri A., Tehranifar A. Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* var: Camarosa // *J. Biol. Environ. Sci.* -2012. –V.6, -p.77–79.
6. Atiyeh R.M., Lee S., Edwards C.A., Arancon N.Q., Metzger J.D., The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth // *Bioresour. Technol.* -2002. –V.84, -p.7–14.

УДК 579.6

САЙЛЕНСИНГ ФИТОЕНДЕСАТУРАЗЫ *N. BENTHAMIANA* С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЦРНК, СИНТЕЗИРОВАННОЙ *IN VIVO*

В. А. Черенко***, Е. А. Филипенко*, Т. С. Фролова****

* Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

** Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Классические подходы для регуляции активности генов с помощью РНК-интерференции сопровождаются созданием генетических конструкций, внедряемых в геном организма, с последующей экспрессией малых интерферирующих РНК. Однако использование генетически модифицированных организмов (ГМО) в настоящее время существенно ограничено законодательством, в частности, их использование запрещено в сельском хозяйстве. Так как РНК-интерференция является очень мощным инструментом для сайленсинга генов, в том числе отвечающих за колонизацию растений различными патогенами, возникла необходимость в альтернативных подходах, которые позволяют избежать создания ГМО, например, доставка экзогенной двуцепочечной РНК (дцРНК) различными способами.

Экзогенные дцРНК, используемые для защиты растений, в последнее время широко исследуются как потенциальная альтернатива химическим инсектицидам и пестицидам. Помимо отсутствия необходимости в создании ГМО, этот подход также позволяет избежать многих проблем, связанных с применением различных химикатов.

С практической точки зрения одним из основных препятствий для использования дцРНК с целью подавления генов через РНК-интерференцию является разработка экономически эффективной системы производства большого количества дцРНК. Таким образом, разработка эффективных способов наработки экзогенной дцРНК является очень актуальной проблемой [3]. Также совершенствование системы доставки может улучшить использование дцРНК в качестве биоинсектицида в полевых условиях. В нашей работе мы создали генетическую конструкцию для наработки дцРНК в клетках *E. coli* с целью выключения гена фитоендесатуразы в растениях *Nicotianabenthaimana*. Снижение экспрессии гена фитоендесатуразы имеет отчетливое фенотипическое проявление в виде побеления молодых листьев. В качестве системы доставки дцРНК использована корневая обработка растений грубым лизатом бактериальной суспензии [4]. Данный подход используется в модельных экспериментах по регуляции экспрессии генов у растений с помощью экзогенных дцРНК [1-3].

В данном исследовании в качестве модельного растения для проведения эксперимента был использован табак Бентхама (*N. benthamiana*). За неделю до эксперимента лабораторные растения 2-месячного возраста высаживались в торфяные горшочки для адаптации к комнатному воздуху. Табак содержался при круглосуточном освещении и температуре 17 °С.

Для наработки дцРНК использован штамм *E. coli* HT115 (DE3) [F⁻, mcrA, mcrB, IN(rrnD-rrnE)1, rnc14::Tn10(DE3 lysogen: lacUV5 promoter -T7 polymerase) (IPTG-inducible T7 polymerase) (RNase III minus)], любезно предоставленный Бенуа Аллюни (Университет Париж-Сюд, Орсе, Франция). Данный штамм является дефицитным по РНКазе III, что делает его использование возможным для наработки дцРНК. В качестве вектора использована плазмида L4440 (Plasmid #1654, Addgene, США). Особенностью этой плазмиды является наличие двух сильных T7 промоторов в противоположных направлениях, благодаря чему возможен синтез дцРНК с заданной последовательностью.

Для наработки фрагмента гена фитоендесатуразы была проведена ПЦР, далее была выполнена встройка синтезированного фрагмента в плазмиду L4440. Результаты успешного создания генетической конструкции подтверждены секвенированием.

Для обработки растений синтез дцРНК в клетках *E. coli* индуцировался IPTG с последующим получением грубого лизата согласно методике [5]. Для каждого типа корневой

обработки (вода, буфер Tris-HCl/EDTA, *E. coli* HT115 без плазмиды, *E. coli* HT115 с нативной плазмидой L4440, *E. coli* HT115 с плазмидой L4440 со встроенным фрагментом гена фитоендесатуразы) использовались по 3 растения. Обработка растений проводится 3 раза в неделю в течение 4 недель.

По истечению 4 недель обработки листья *N. benthamiana*, обработанные лизатом бактерий со вставкой фрагмента гена фитоендесатуразы, демонстрировали фенотипы фотообесцвечивания молодых листьев, характерные для сайленсинга гена фитоендесатуразы (рис. 1). Фенотип восстанавливался после фотообесцвечивания в течение 28 дней после обработки.



Рис. 1. Побеление листьев *N. benthamiana* (слева) после индуцированного сайленсинга фитоендесатуразы с помощью экзогенной дцРНК. Контрольное растение (справа) имеет нормальный фенотип

Полученные результаты демонстрируют, что корневая обработка дцРНК является простым и практичным методом доставки дцРНК. Данный способ обработки может быть также использован для доставки молекул дцРНК в качестве фунгицида и инсектицида.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ в рамках реализации проекта № 19-74-00067.

Список литературы

1. Dubrovina A. S., Exogenous RNAs for gene regulation and plant resistance/ A. S. Dubrovina, K. V. Kiselev // International Journal of Molecular Sciences. – 2019. – № 9 (20).
2. Systemic gene silencing in plants triggered by fluorescent nanoparticle-delivered double-stranded RNA/ L. Jiang, L. Ding, B. He et al. // Nanoscale. – 2014. – № 17 (6). – P. 9965–9969.
3. New insights into an RNAi approach for plant defence against piercing-sucking and stem-borer insect pests / H. Li, R. Guan, H. Guo, X. Miao // Plant Cell and Environment. – 2015. – № 11 (38). – P. 2277–2285.
4. BiSearch: primer-design and search tool for PCR on bisulfite-treated genomes / G. Tusnady, I. Simon, A. Varadi, T. Aranyi // Nucleic Acids Research. – 2005. – № 1 (33). – P. e9–e9.
5. Bacterially expressed dsRNA protects maize against SCMV infection / D. Gan, J. Zhang, and H. Jiang et al. // Plant Cell Reports. – 2010. – p. 1261–1268.

БИОЭКОЛОГИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ В РАМКАХ ТОПЛИВНОЙ РЕВОЛЮЦИИ

А. А. Шеметев

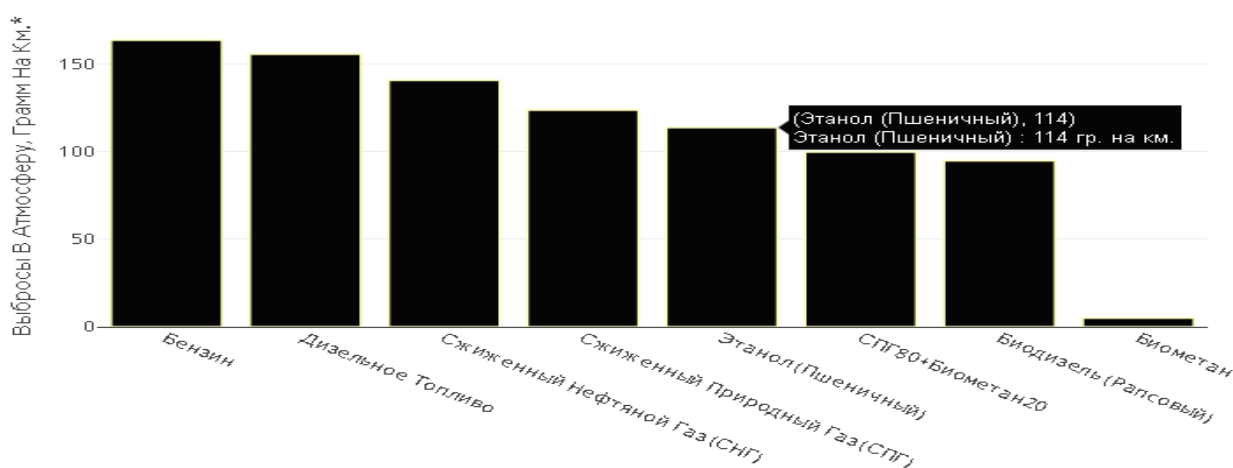
Северо-западный институт управления Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте РФ, г. Санкт-Петербург, Россия

Экология является важной и наименее оцененной составляющей в современном урбанистическом развитии населенных территорий, в частности, городов. Население городов России распределено неравномерно. В городах РФ по состоянию на Январь 2020 года проживает сегодня 100 миллионов человек (100 170 000). Все города можно разделить на 4 категории: мегаполисы – города с населением более 3.5 миллионов человек (в РФ таких города 2 – это Москва и Санкт-Петербург, оба являются городами федерального значения); города-миллионники, в которых проживает 14.05 миллионов человек; города – это населенные пункты, в которых проживает более 500 тысяч но менее 1 миллиона человек; городки – населенные пункты, имеющие официальный статус города, при этом, не относящиеся ни к одному другому типу населенных пунктов.

При этом, население городов распределено неравномерно. Подавляющее большинство населения России населения России живет в городах, при этом, географически, на территории центральной и южной Европейской части территории РФ, что создает урбанистические образования и скученность людей. В итоге, нарастают экологические проблемы.

Важными загрязнителями являются нефтесодержащие продукты (выбросы CO₂) и моторные масла (вред экологии и водоемам). В целом, показатели продаж данных веществ в России в 2019 году показаны на как 48% - бензин; 51.8% Дизельное топливо (выделены продажи моторных масел в 171 млн. литров, что составляет 0.2% от общего литража проданных веществ).

При этом, выбросы CO₂ от проданного легально дизельного топлива составили 290 млн. тонн, а от бензина – 282 млн. тонн в 2019 году, согласно исследованиям автора. При этом, бензин и ДТ являются лидерами по выбросам в атмосферу CO₂ (не считая угля и дров), что показано на Рис. 1.



**Рис. 1. Выбросы CO₂ от разных видов топлива, грамм на км.,
выделен этанол пшеничный [1]**

При классическом топливе (бензин и ДТ) мы имеем высокие выбросы CO₂, особенно в урбанизированных районах, что наглядно видно из Рис. 2 и 3.



Рис. 2. Максимум CO2, которое производит человек от дыхания vs иных эмитентов

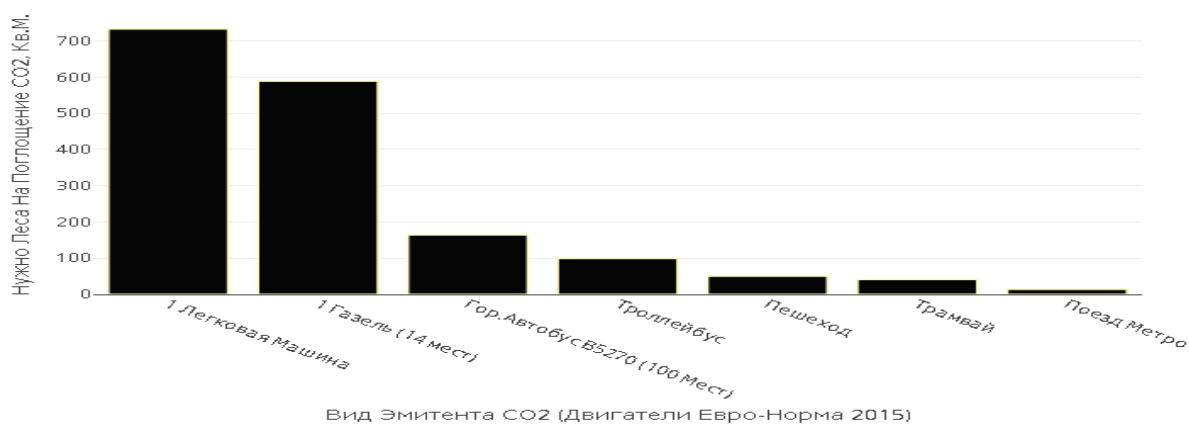


Рис. 3. Сколько м² леса нужно, чтобы поглотить CO2 на 1 пассажира при полной загрузке (выбросы от дыхания пассажиров не учтены)

Как видно, эко-растениеводство – производство пшеницы для производства этанола способно снизить объем выбросов в атмосферу от сжигания топлива почти на 1/3, что является существенным показателем. Преимуществом био-растениеводства стать топливом будущего на текущий момент – это то, что для его использование не требуется строить новую инфраструктуру – заправки, сервисные станции и многое другое – достаточно усиленного преобразования действующих топливных станций, в то время как для использования биометана требуется строительство абсолютно новой инфраструктуры и новой концепции автомобилей – пересмотра многих важных узлов топливной и двигательных систем.

Пока же новые технологии эко-растениеводства недостаточно развиты – приходится полагаться только на правильную урбанистику и организацию работы общественного транспорта с преимуществами для метро, трамвая и пешеходов, а также троллейбусов и частичного использования автобусов при идеальной организации городского пространства (расположены в порядке увеличения выбросов CO2 от классического топлива).

Список литературы

1. Шеметев А.А. Бюджетный Федерализм // Учебное пособие в курсе лекций, Часть 3 [Электронный ресурс]. – NY: RPUBS. – 2020. – Vol.3. – 208 С. – Режим доступа: https://rpubs.com/alexshemetev/Rus_Budget_19. – Дата обращения: 26.09.2020.
2. DBnomics Official Site. Statistical Databases of the Governmental Bonds. Retrieved from URL: <https://db.nomics.world/> (date of access 24.09.2020).

УДК 604.2

ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ШТАММОВОГО ПЕЙЗАЖА МИКРОБИОТЫ КИШЕЧНИКА И НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

А. Н. Австриевских*, И. С. Борисова**, В. М. Позняковский**

* Компания «Арт Лайф», г. Томск, Россия

** Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия

Под микробиотой понимают совокупность микроорганизмов, населяющих кишечник человека или другие органы и ткани.

Микробиота каждого человека индивидуальна по своему штаммовому составу, как и отпечатки пальцев. Она изменяется и формируется под влиянием многочисленных факторов, среди которых важное место принадлежит питанию [1–3].

Известно, что рацион современного человека характеризуется дефицитом эссенциальных микроорганизмов, разбалансированностью состава по основным пищевым веществам и энергии, в том числе пищевым волокнам, представляя собой голодный паек для кишечной микрофлоры. Ее функциональное состояние оказывает серьезное влияние на обменные процессы в организме «хозяина» и может быть причиной возникновения различных заболеваний [4]. Микроорганизмы кишечника, являясь нашими эволюционными попутчиками, передают информацию и соответствующие инструкции различным классам иммунных клеток (Т-, В-лимфоциты и др.), осуществляя тонкую и умную работу в отношении предотвращения возможных угроз и инфекций со стороны патогенной, другой опасной микрофлоры.

Особое значение для нормального функционирования органов и систем организма имеет персонализация микробных сообществ, определяющих здоровье отдельного индивидуума в процессе его эволюционного развития.

Нутрициологические пути поддержки индигенной микробиоты и ее индивидуального штаммового пейзажа могут быть реализованы по следующим направлениям:

- разработка специализированных продуктов с использованием природных штаммов про- и пребиотиков. Перспективным направлением являются метабиотики, так называемые метаболитные пробиотики (экзометаболиты), а также их совместное применение в виде метапребиотиков. При этом вводимые микроорганизмы не должны вступать в антагонистические противоречия с собственной микрофлорой (аутоштамм) толстой кишки. Целесообразность такого подхода показана на примере оценки эффективности совместного применения пребиотика и метабиотиков в комплексной терапии дисбиозов кишечника [5];

- дальнейшие исследования генетического материала микрофлоры в направлении расшифровки персонального микробиома и его роли в коррекции обменных нарушений. Расшифровка терабайта данных процесса секвенирования генов, составляющих человеческий геном, позволит раскрыть патогенез заболеваний, разработать высокоэффективные методы профилактики и лечения. В настоящее время процесс секвенирования индивидуального генома расшифрован и применяется на практике;

- употребление продуктов, богатых доступными микроорганизмам углеводами (ДМУ, бактериальная ферментация которых повышает уровень КЖК (короткоцепочных жирных кислот), корректирующих иммунный ответ и, как следствие, предотвращающих болезнь.

Механизмы и стратегия выполнения этих задач зависят от конкретных штаммов микроорганизмов и определяют перспективу биотехнологических исследований по их применению.

Компанией «Арт Лайф» разработаны и реализуются приоритетные биотехнологические проекты метаболической коррекции дисфункциональных состояний и синдромов дезадаптации, основанные на современных представлениях взаимодействия микробиома, генома и метабиома в организме современного человека. Стратегическое развитие научно-производственных исследований в биотехнологии осуществляется по

направлениям, связанным с панбиомом, микробиотой, микробиологическим окружением человека, эндобиомом, экзобиомом и экобиомом [6].

Панбиом – микробиологическая среда организма, в целом, сложившаяся в результате эволюции и технического прогресса, сопровождающаяся и обеспечивающаяся жизнедеятельностью человека.

Эндобиом – сообщество микроорганизмов пищеварительного тракта, сформированное в процессе эволюционного развития человека и его адаптации к окружающей среде, обеспечивающее гармонию обмена веществ в организме.

Экзобиом – сообщество микроорганизма поверхности тела, открытых полостей и дыхательных путей, сложившееся в результате эволюционных преобразований, участвующее в метаболических превращениях и выполняющее защитные функции.

Создана линейка биотехнологической продукции, направленная на сохранение индивидуального штаммового пейзажа микробиоты кишечника. Разработано средство аддитивной коррекции синдрома «дырявого кишечника», который является следствием нарушений микробиоты. Рассмотренные направления реализуются под брендом «MetCor» – метаболическая коррекция с информацией адресного кода, вида дисфункции, состава и механизма действия [7].

Список литературы

1. Сонненбург, Д. Здоровый кишечник. Как обрести контроль над весом, настроением и самочувствием / Джастин Сонненбург, Эрика Сонненбург; пер. с англ. Е. Куприяновой; научн. Ред. м. Чайковская. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019.- 256 с.
2. Кнопка, Божена. Твой второй мозг – кишечник. Книга- компас по невидимым связям нашего тела / Б. Кнопка; - М.: Эксмо, 2019. - 272 с.
3. Просеков А. Ю. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / А. Ю. Просеков, О. А. Неверова, Г. Б. Пищиков, В. М. Позняковский. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019.- 2 изд., перераб. и доп. – 262 с.
4. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирование нутриома современного человека // Индустрия питания. – 2017. - №3.- С. 5-12.
5. Чичерин И. Ю. Сравнительная экспериментальная оценка эффективности современных пребиотиков, пробиотиков, синбиотиков и метаболитов при коррекции нарушений микробиоценоза кишечника и животных с антибиотико- ассоциированным дисбиозом / И. Ю. Чичерин, И. П. Погорельский, И. А. Лундовских и др. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. = 2016. - №7 (131). – с. 106-120.
6. Тохириен Б. Биотехнологическая программа в форме БАД для поддержания индигенной микрофлоры кишечника / Б. Тохириен, А. А. Вековцев, О. Н. Булашко, В. М. Позняковский // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 65 – 73.
7. Вековцев А. А. Новые метаболитные биотехнологические проекты в метаболической коррекции дисфункциональных состояний и синдромов десадаптации / А. А. Вековцев, Д. Б. Никитюк, В. М. Позняковский: в коллективной монографии «Актуальные проблемы хранения и переработки сельскохозяйственного сырья». – Санкт- Петербург, изд-во «Ланг», 2020. – с. 18-26.

УДК 604.2

МИКРОБИОМ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА: ЭВОЛЮЦИОННОЕ СТАНОВЛЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОЙ МИКРОФЛОРЫ В ЦЕЛЯХ ПРОФИЛАКТИКИ И КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

И. С. Борисова, Е. М. Мальцева

Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия

Эволюционное развитие человека постоянно сопровождалось формированием индивидуальной индигенной микрофлоры. Микробиом – это сожительство более двух миллионов генов, идентифицированных при секвенировании ДНК. Основное их количество – более 100 триллионов – функционирует в кишечнике, в толстой кишке – 500 биллионов бактерий на одну чайную ложку. Микробы прошли длительную эволюцию развития, появившись на Земле около 3,5 млрд. лет назад (человек, как биологический вид, насчитывает всего 200 млн. лет). За этот период они научились более эффективно приспосабливаться к изменяющимся условиям внешней среды, в том числе воздействию негативных факторов, созданных человеческой цивилизацией. Так, например, известны грибы, произрастающие в районе черновыльсской аварии, способны поглощать радиоактивные элементы без каких-либо нежелательных последствий. Некоторые бактерии комфортно живут и размножаются подо льдами Антарктики, на глубине более 800 метров океанов и морей, в термальных водах при температуре более 90°C. Обнаружено их наличие в космическом пространстве. Кишечная микробиота человека более чувствительна к воздействию указанных выше факторов, особенно это касается многочисленных «достижений» цивилизации, среди которых особое значение имеет нарушение принципов рационального, сбалансированного питания. Рацион современного человека не соответствует требованиям науки о питании и по обеспечению организма эссенциальными микронутриентами и минорными компонентами пищи. В качестве примера можно привести сравнительное содержание различных бактерий в кишечнике жителей Европы, США и индейцев, проживающих на берегу реки Амазонки, сохранивших образ жизни и диету своих предков. Это соотношение составляет соответственно 1200 и 1600 не в пользу цивилизованного мира [1–5].

Нарушения микробиоценоза неизбежно приводят к негативному изменению обменных процессов, возникновению аутоиммунных и других распространенных заболеваний.

Одним из действенных мер оздоровления кишечной микрофлоры является использование в рационе биотехнологических продуктов с направленным системным действием. К ним относятся пробиотики, пребиотики, симбиотики и различные метаболиты самих микроорганизмов.

Формирование здоровой микрофлоры зависит от взаимодействия микробов с иммунной системой. Этот феномен получил подтверждение при открытии явления фагоцитоза, за которое выдающийся русский ученый Илья Ильич Мечников получил Нобелевскую премию (1908 г.). Главной стратегией фагоцитоза является уничтожение фагоцитами патогенной микрофлоры и ее токсичных продуктов обмена.

Немаловажное значение имеют пребиотики, представителями которых, являются многочисленные полимеры углеводов, пищевые волокна и инулин. Последний подвергается ферментированному расщеплению с образованием молекул фруктозы и короткоцепочных жирных кислот (КЖК), которые выполняют роль питательного субстрата и источника энергии для индигенной микрофлоры кишечника, обладают защитной функцией, предотвращая воспалительные процессы.

Следует отметить необходимость достаточного обеспечения организма пищевыми волокнами, другими доступными для микроорганизмов углеводами, которые формируют

здоровую микрофлору, сохраняя на должном функциональном уровне ее питание и энергетическое обеспечение.

Перспективным направлением в рассматриваемой области биотехнологии является сочетанное применение пробиотиков и пребиотиков – симбиотиков.

Определенный интерес представляет опыт использования трансплантации фекальной микрофлоры от здорового донора в кишечник реципиента, так называемой «бактериотерапии», направленной на профилактику и комплексное лечение распространенных заболеваний.

Этот вектор исследований продолжает активно развиваться, основываясь на достижениях современной нутрициологии, генетики и прикладной биотехнологии.

В качестве примера эффективности коррекции микробиома можно привести разработку биотехнологической программы в виде живых микрокапсулированных форм лакто- и бифидобактерий, обладающих синергическими свойствами в отношении поддержки индигенной микрофлоры кишечника. Приведена клиническая апробация разработанной продукции, у 90% волонтеров отмечено восстановление микробиоты и улучшение общего состояния организма на фоне предотвращения диспептических расстройств и повышения иммунитета [6].

Представляет интерес положительная практика применения отечественных метапребиотиков «Стимбифид Плюс» и «Стимекс», пребиотик «Стимбидид» в комплексном лечении дисбиоза различного генеза [7], что открывает дальнейшие перспективы в формировании здоровой микрофлоры.

Список литературы

1. Сонненбург, Д. Здоровый кишечник. Как обрести контроль над весом, настроением и самочувствием / Джастин Сонненбург, Эрика Сонненбург; пер. с англ. Е. Куприяновой; научн. ред. м. Чайковская. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019.- 256 с.
2. Кнопка, Божена. Твой второй мозг – кишечник. Книга- компас по невидимым связям нашего тела / Б. Кнопка; - М.: Эксмо, 2019. - 272 с.
3. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирование нутриома современного человека // Индустрия питания. – 2017. - №3.- С. 5-12.
4. Просеков А. Ю. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / А. Ю. Просеков, О. А. Неверова, Г. Б. Пищиков, В. М. Позняковский. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019.- 2 изд., перераб. и доп. – 262 с.
5. Чичерин И. Ю. Эволюция пробиотиков: историческая оценка и перспектива / И. Ю. Чичерин, И. П. Погорельский, И. А. Лундовских и др. // Дневник Казанской медицинской школы. – 2015. –(VII). – с. 42-51.
6. Вековцев А. А. Новые метаболитные биотехнологические проекты в метаболической коррекции дисфункциональных состояний и синдромов дезадаптации / А. А. Вековцев, Д. Б. Никитюк, В. М. Позняковский: в коллективной монографии «Актуальные проблемы хранения и переработки сельскохозяйственного сырья». – Санкт-Петербург, изд-во «Ланг», 2020. – с. 18-26.
7. Чичерин И. Ю. Сравнительная экспериментальная оценка эффективности современных пребиотиков, пробиотиков, симбиотиков и метаболитов при коррекции нарушений микробиоценоза кишечника и животных с антибиотико-ассоциированным дисбиозом / И. Ю. Чичерин, И. П. Погорельский, И. А. Лундовских и др. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. - 2016. - №7 (131). – с. 106-120.

УДК 581.143.6

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ *IN VITRO RHODODENDRON DAURICUM L.*

Е. С. Бровко, Л. П. Хлебова, О. Н. Мироненко
Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

Род *Rhododendron L.* относится к семейству вересковых и объединяет более 1000 видов и 10000 сортов [1]. На территории России описано 16 видов, 13 из которых произрастают в ее азиатской части, охватывая ареалы Сибири и Дальнего Востока. Большинство из них являются чрезвычайно декоративными и представляют интерес как компоненты ландшафтного дизайна при разработке озеленительных проектов, а также в качестве исходного материала для селекции морозоустойчивых форм. Кроме того азиатские виды рододендронов рассматривают в качестве перспективного источника целого ряда биологически активных соединений, обладающих различными лечебными свойствами, в том числе, антиоксидантной активностью. В частности, природным источником антиоксидантов является *Rh. dauricum L.* [2]. Оценка биохимического состава надземной части растений показала присутствие в листьях и стеблях разнообразных фенолов, эфирных масел, витаминов [3–5].

Рододендрон даурский – зимостойкий полувечнозеленый кустарник, достигающий высоты 2 м. В природе ареал его распространения охватывает юг Западной Сибири, Восточную Сибирь и Дальний Восток. Кроме того, он встречается в Китае и Монголии. Растет, как правило, на слабокислых щелнистых почвах одиночно либо зарослями в хвойных и лиственных лесах. Цветет в период с мая по июнь; в силу полиморфности вида окраска венчика может варьировать от розово-сиреневой и розовой до белой [6]. Классические методы размножения рододендронов *in vivo* семенами и черенкованием ограничены недостатком растений-маточников, низкой сохранностью семян и слабой укореняемостью черенков [7], что определяет необходимость разработки новых подходов для массового получения здорового посадочного материала данной культуры. Клональное микроразмножение *in vitro* позволяет снять отмеченные выше ограничения использования дикой флоры и сортового материала в достаточном объеме, что необходимо при озеленении городских территорий. Исследования, выполненные в различных учреждениях мира, привели к довольно противоречивым результатам эффективности размножения рододендронов как на этапе введения в культуру *in vitro*, так и этапе собственно размножения, что не дает возможности гарантированно воспроизводить описанный положительный опыт работы [8–11]. Вероятно, основной причиной таких неудач является генотипическая обусловленность морфогенетических процессов в культуре ткани практически у всех видов растений, в том числе и рододендронов. Целью нашей работы явилась оптимизация протокола микроразмножения *in vitro Rh. dauricum*, интродуцированного в г. Барнауле (Алтайский край).

Исходным материалом служили молодые побеги, собранные с материнских растений, произрастающих на территории Алтайского краевого детского экологического центра. Стерилизацию эксплантов (черенки длиной 1,5 см с двумя пазушными почками) проводили путем последовательного погружения в мыльный раствор (10 мин), проточную водопроводную воду (30 мин), 70 % этанол (30 с), 5 % раствор лизоформина-3000 (20 мин), стерильную дистиллированную воду (трижды по 5 мин). Инициацию первичных побегов и их дальнейшее микроразмножение проводили на средах Андерсона (AM) [12] и Woody plant medium (WPM) [13], содержащих 20 г/л сахарозы, 5 г/л агара. Базовые среды дополняли глицином (гли) в концентрациях 1, 2 и 3 г/л и регуляторами роста в различных сочетаниях – 2-іР (2-изопентиниладенин) (8, 10 мг/л) и ИУК (индолил-3-уксусная кислота) (5 мг/л). Культуры выращивали на свету с 16-часовым фотопериодом (день) при температуре 25±2 °С. Продолжительность культивирования – 5 недель на один цикл размножения. Эксперимент выполнен в 3-х повторениях, не менее 30 эксплантов на вариант.

Частота регенерации первичных побегов при введении в культуру черенков *Rh. dauricum* составила в среднем 42,6%. Дальнейшая регенерация новых побегов происходила преимущественно за счет индукции адвентивных почек на гипокотиле проростка. Оптимизация стадии собственно размножения выявила преимущества среды АМ независимо от концентрации глицина и сочетания гормонов (рис. 1). Число побегов на эксплант варьировало от 1,6 до 10,5 шт., в то время как на среде WPM максимальное число регенерантов достигало лишь 5,6 шт./эксплант.

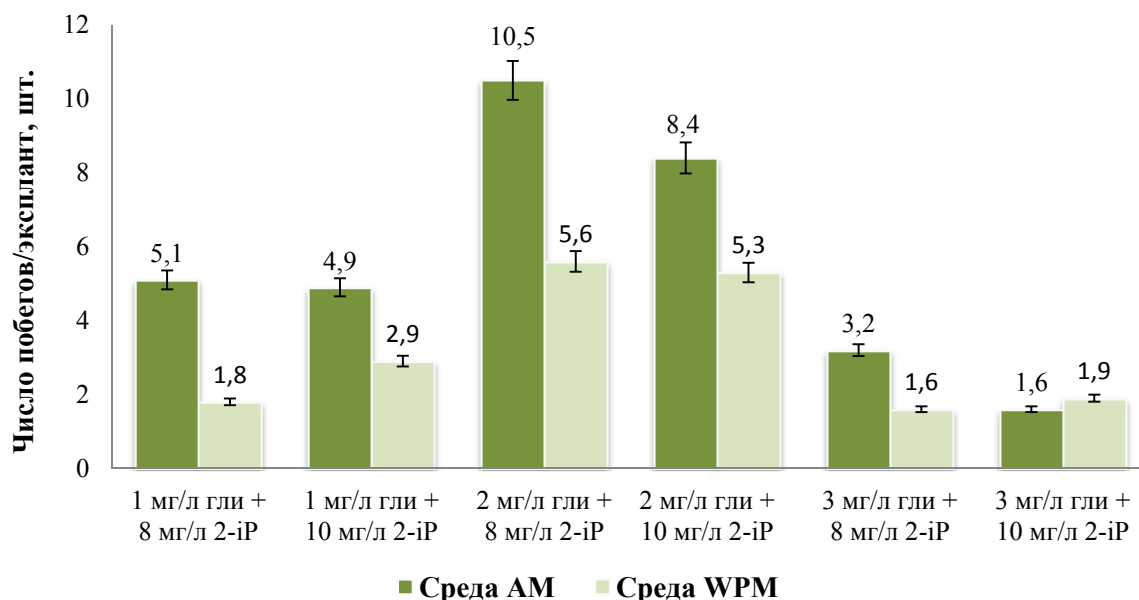


Рис. 1. Коэффициент размножения *Rh. dauricum* в культуре in vitro

Добавление в среду глицина в концентрации 2 мг/л обеспечивало наиболее полную реализацию морфогенных потенций эксплантов при их культивировании как на среде АМ (рис. 2а), так и среде WPM (рис. 2б).

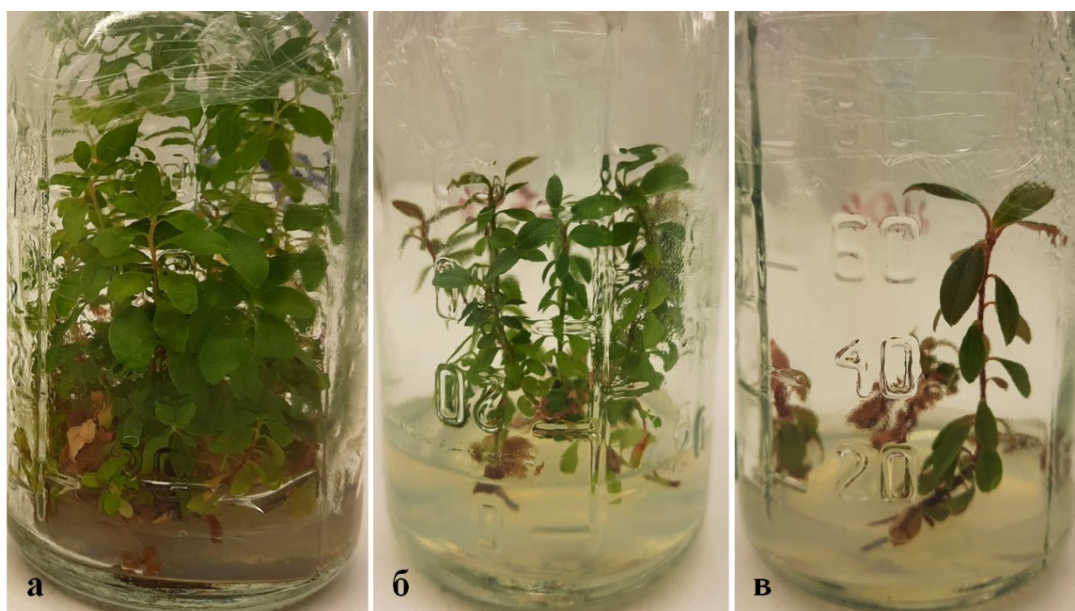


Рис. 2. Регенеранты *Rh. dauricum* в культуре in vitro (обозначения в тексте)

Однако увеличение дозы глицина до 3 мг/л приводило к резкому снижению частоты регенерации новых побегов, особенно в сочетании с 10 мг/л 2-иР. Коэффициент размножения

сокращался до 1,6-1-9 (рис. 2в). Сравнительный анализ воздействия 2-іР на микроразмножение культуры рододендрона даурского показало, что его более высокая концентрация в среде (10 мг/л) приводила к формированию витрифицированных регенерантов несмотря на высокий коэффициент размножения в отдельных вариантах эксперимента. Такие растения быстро теряли хлорофилл, приобретали фиолетовый оттенок либо желтели и при последующей пересадке практически не инициировали побегов *de novo*.

Таким образом, использование питательной среды АМ, дополненной 20 мг/л сахарозы, 5 мг/л агара, 5 мг/л ИУК в сочетании с 2 мг/л глицина и 8 мг/л 2-іР, обеспечивает относительно высокий коэффициент размножения рододендрона даурского в культуре *in vitro*, что позволяет получать большой объем регенерантов для последующих этапов их укоренения и адаптации к условиям *ex vivo*.

Работа подготовлена при поддержке Управления Алтайского края по пищевой, перерабатывающей, фармацевтической промышленности и биотехнологиям (Соглашение № 3 от 16.06.2020).

Список литературы

1. Кондратович, Р. Я. Рододендроны в Латвийской ССР: биологические особенности культуры / Р. Я. Кондратович. – Рига: Зинаине, 1981. – 303 с.
2. Карпова, Е. А. Флавоноиды некоторых видов рода *Rhododendron* L. флоры Сибири и Дальнего Востока / Е. А. Карпова, А. В. Каракулов // Химия растит. сырья. – 2013, № 2. – С. – 119–126.
3. Эфирные масла некоторых видов рода *Rhododendron* L. / М. В. Белоусов, Е. В. Басова, М. С. Юсубов [и др.] // Химия растит. сырья. – 2000, № 3. – С. 45–64.
4. Comparative analysis of essential oil compositions from leave and stems of *Rhododendron adamsii*, *R. aureum*, and *R. dauricum* / A. D. Rogachev, V. V. Fomenko, O. I. Salcnikova [et al.] // Chem. Nat. Compd. – 2006. – Vol. 42. – P. 426–430.
5. Chemical composition of essential oils from leaves of *Rhododendron dauricum* and *R. aureum* / D. N. Olennikov, L. V. Dudareva, S. N., Osipenko [et al.] // Chem. Nat. Compd. – 2009. Vol. 45, No. 3. – P. 450–452.
6. Петухова, И. П. Рододендроны на юге Приморья. Интродукция, культура / И. П. Петухова. – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2006. – 131 с.
7. Семенюк, Н. Б. Рододендрон Ледебура и применение его в декоративном садоводстве Западной Сибири / Н. Б. Семенюк. – Барнаул: НИИСС им. М. А. Лисавенко, 1988. – 87 с.
8. Зайцева, Ю. Г. Клональное микроразмножение *Rhododendron dauricum* / Ю. Г. Зайцева, Т. И. Новикова // Вестник НГУ. Серия: биология, клиническая медицина. – 2014. – Т. 12. – Вып. 1. – С. 26–31.
9. Сохранение редких видов растений в генетических коллекциях *in vitro* / Е. М. Ветчинкина, И. В. Ширнина, С. Ю. Ширнин [и др.] // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2012. – Вып. 7. – С. 109–118.
10. Micropropagation of *Rhododendron* / T. Eeckhaut, K. Janssens, E. Keyser [et al.] // Methods in molecular biology. – 2010. – Vol. 589. – P. 141–152.
11. Филипеня, В. Л. Микрклональное размножение *Rhododendron x hybrydum hort* / В. Л. Филипеня, В. И. Горбацевич, Т. В. Антипова // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – № 6. – С. 516–522.
12. Anderson, W. C. A revised tissue culture medium for shoot multiplication of rhododendron / W. C. Anderson // J Amer Soc Hort Sci. – 1984. – Vol. 109. – P. 343– 347.
13. Lloyd, G. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by shoot tip culture / G. Lloyd, B. H. McCown // Proc. Int. Plant Prop. Soc. – 1981. – Vol. 30. – P. 421–427.

УДК 54:602.4

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ БИОДЕСТРУКЦИИ КОКАМИДОПРОПИЛБЕТАИНА

А. С. Бурлаченко, Л. С. Дышлюк

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

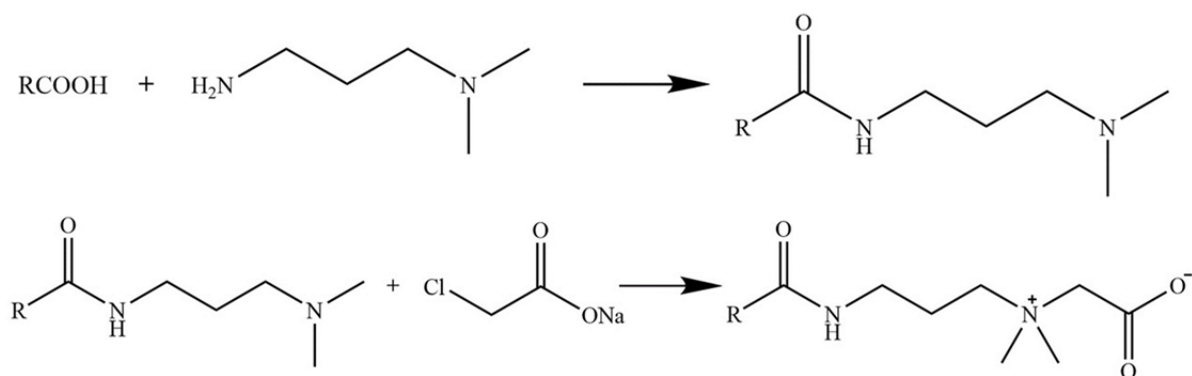
Современный мир невозможно представить без веществ, обладающих уникальными свойствами благодаря своему дифильному строению, а именно, без поверхностно-активных веществ (ПАВ, сурфактантов) – органических соединений, которые адсорбируются на границе раздела фаз и понижают свободную поверхностную энергию.

Ни одна область промышленности не обходится без использования сурфактантов в технологическом цикле: нефтяная отрасль, химическая, металлургическая, строительная, горнообогатительная, бумажная, лакокрасочная, бытовая, агрохимическая, медицинская промышленность. Следует отметить, что большая часть используемых ПАВ характеризуется низкими показателями биоразлагаемости. Очень большое внимание ученые уделяют вопросам биоразложения полимерных материалов, а вопросами биодеструкции поверхностно-активных веществ занимаются единицы, в связи с чем это может стать глобальной экологической проблемой в краткосрочной перспективе.

В качестве объекта для исследования процессов биодеструкции выбран алкиламидобетаиновый ПАВ – кокаמידопропилбетаин (Cocamidopropyl Betaine). Данная группа амфотерных поверхностно-активных веществ используется в больших масштабах и представляет значительный коммерческий интерес.

Целью работы является изучение процессов биологического разложения цвиттер-ионного поверхностно-активного вещества кокаמידопропилбетаина.

Cocamidopropyl Betaine представляет собой ПАВ средней силы. При его синтезе первым этапом является реакция 3,3-диметиламинопропиламина (DMAPA) с кокосовыми жирными кислотами ($R = C_7$ до C_{17}), полученными при гидролизе кокосового масла, с образованием промежуточного продукта – кокаמידопропилдиметиламина. Данная реакция требует высоких температур ($150-175^{\circ}\text{C}$) для конверсии и последующей дистилляции с целью удаления непрореагировавших исходных веществ. Для получения CAPB используют реакцию взаимодействия промежуточного продукта с монохлоруксусной кислотой (рис. 1) [1].

**Рис. 1. Синтез кокаמידопропилбетаина**

Cocamidopropyl Betaine используется при создании композиций ПАВ, в частности в производстве средств личной гигиены и косметических средств. Он обладает большой поверхностной активностью и относительно малым значением ККМ (критическая концентрация мицеллообразования).

Интерес к кокаמידопропилбетаину в данной работе вызван известными сведениями о его высокой токсичности, полученными из статей зарубежных ученых. Опубликованы результаты исследований, свидетельствующие об отрицательном воздействии

Cocamidopropyl Betaine на вид зеленых водорослей *Ulva lactuca*. ПАВ вмешивается в фосфолипидный бислой и связывается с мембранными белками или денатурирует их, вследствие чего изменяется организация, стабильность и проницаемость мембраны. Оказавшись внутри клетки, сурфактант может влиять на организацию тилакоидов и синтез хлорофилла с последующим нарушением фотосинтетической способности [2].

С целью изучения возможности микробного разложения Cocamidopropyl Betaine культивировали микроорганизмы родов *Pseudomonas* и *Bacillus*, а также сапропели, где доминирующим морфологическим типом являются палочковидные бактерии, и активный ил.

Растворы термостатировали при оптимальных условиях в течение месяца, отбирая пробы каждые две недели. С целью подтверждения способности микроорганизмов и биоценозов использовать ПАВ в качестве питательного субстрата дважды проводили белковый гель-электрофорез в полиакриламидном геле, с промежутком в 2 недели [3]. В результате установлено, что количество белковых фракций с различными молекулярными массами уменьшилось. Это, вероятно, объясняется тем, что микроорганизмам не хватает питательного субстрата для нормального метаболизма. Следовательно, количество кокамидопропилбетаина в суспензии уменьшается.

Механизм деструкции кокамидопропилбетаина до конца не ясен. Но, опираясь на статьи зарубежных ученых, можно предположить, что его деструкция приводит к образованию N-аллиламмониевых форм с последующим распадом на соответствующий ион-ацилия либо ион иммония, который является высокотоксичным катионом, и N,N-диметилглицина, который впоследствии распадается на анион уксусной кислоты, аммиак, оксиды азота и диоксид углерода (рис. 2) [4].

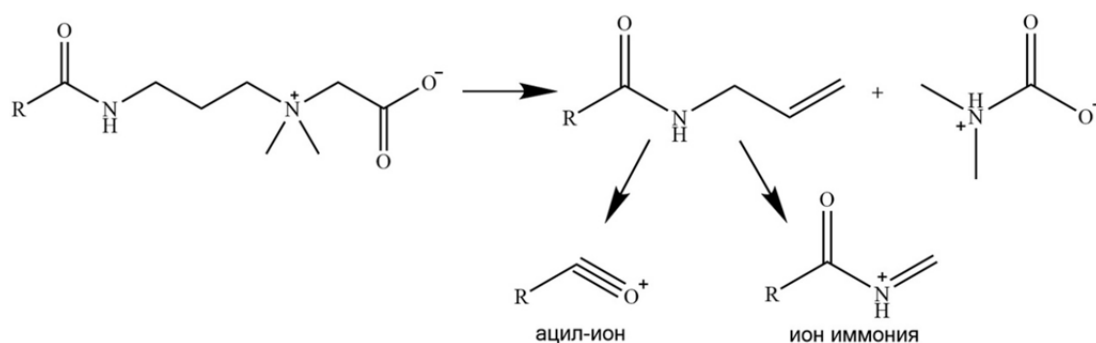


Рис. 2. Деструкция кокамидопропилбетаина

В связи с вышеизложенным, дальнейшие исследования будут посвящены поиску и созданию новых эффективных штаммов-деструкторов кокамидопропилбетаина, что, в конечном итоге, будет способствовать снижению негативного воздействия данного сурфактанта на окружающую среду.

Список литературы

1. Shao W., Zhang J., Wang K., Liu C., Cui S. / Cocamidopropyl betaine-assisted foam separation of freshwater microalgae *Desmodesmus brasiliensis* // *Biochemical Engineering Journal* Volume 140, 15 December 2018, p. 38-46.
2. Sofie Vonlanthen, Murray T. Brown, Andrew Turner / Toxicity of the amphoteric surfactant, cocamidopropyl betaine, to the marine macroalga, *Ulva lactuca* // *Ecotoxicology* Volume 20(1), p. 202-207.
3. Стручкова И.В.; Кальясова Е.А. / Теоретические и практические основы проведения электрофореза белков в полиакриламидном геле. – С. 6-15.
4. Fromel T., Knepper T. P. // Mass spectrometry as an indispensable tool for studies of biodegradation of surfactants // *Trends in Analytical Chemistry*. 2008. V.27 (11). P. 1091-1106.

УДК 575.224

ХРОМОСОМНЫЕ НАРУШЕНИЯ В ЛЕЙКОЦИТАХ КРОВИ У ЛИЦ ПОДВЕРЖЕННЫХ ХРОНИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРА

В. П. Волобаев, Е. А. Щетникова

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Значительная доля населения планеты подвергается хроническому сверхнормативному воздействию соединений фтора. Контакт возможен через потребление питьевой воды и сельскохозяйственной продукции в географических районах, характеризующихся повышенным содержанием фторидов в грунтовых водах, при избыточном потреблении фторированных гигиенических продуктов, а также при воздействии промышленного фактора предприятий алюминиевой или аэрокосмической промышленности. Потенциальная опасность подобного воздействия изучена слабо. Хорошо описанным является способность фтора, вызывать токсикологическое состояние, известное как флюороз, характеризующееся патологическими процессами в скелетной ткани и в случаях дальнейшего непрекращающегося воздействия - системными нарушениями. Существуют противоречивые данные о генотоксичности и возможной ассоциации соединений фтора с рисками развития онкологических заболеваний, таких как остеосаркома и рак желудка. Предположительный механизм генотоксического и канцерогенного воздействия фторидов основывается на окислительных свойствах элемента [1]. Генотоксический потенциал элемента был подтвержден экспериментально *in vitro* и *in vivo*. В ходе *in vitro* экспериментов было показано что NaF вызывает повышение частоты хромосомных нарушений в человеческих фибробластах, лейкоцитах, буккальных эпителиоцитах, гепатоцитах и культуре клеток человеческой лейкемии HL-60. При проведении исследований на лабораторных животных так же отмечалась способность фторидов индуцировать генотоксические эффекты. Генотоксикологические последствия сверхнормативного воздействия фторидов на человека изучены недостаточно и имеющиеся данные противоречивы [2]. Целью данной работы являлось изучение уровня генотоксических эффектов у лиц, хронически контактирующих со сверхнормативными дозировками фторидов в среде, являющихся следствием работы алюминиевого завода.

Исследуемые группы сформированы из жителей города Новокузнецк. Согласно профессии, состояния здоровья и района постоянного проживания было сформировано 4 выборки: «Работники алюминиевого завода с диагностированным скелетным флюорозом» - 29 человек, «Работники алюминиевого завода без патологии» - 15 человек, «Жители района, прилегающего к алюминиевому заводу», - 23 человека, «Жители города, проживающие в отдалении от алюминиевого завода» - 30 человек. Оценку частоты хромосомных нарушений проводили с помощью методики учета метафазных хромосомных аберраций в лимфоцитах крови после краткосрочного культивирования. Параллельно проводили измерение уровня фторид-иона в плазме крови, путем прямой потенциометрии.

При проведении теста Краскела-Уоллеса определена значимая ассоциация фактора интенсивности фтористого воздействия с частотой хромосомных нарушений всех типов. При оценке межгрупповых различий, отмечено увеличение частоты аберрантных метафаз и аберраций хромосомного типа у работников алюминиевого завода без патологии по сравнению с жителями прилегающего к заводу района, у жителей района, прилегающего к заводу, по сравнению с контрольной группой, и у работников алюминиевого завода с флюорозом по сравнению со здоровыми рабочими. Кроме того, у работников алюминиевого завода без патологии наблюдалось увеличение уровня аберраций хроматидного типа по сравнению с жителями прилегающего к алюминиевому заводу района.

Таблица 1

Частота хромосомных нарушений в исследованных группах

	Кр.Краскела-Уоллиса: Н (p)	Работники алюминиевого завода с флюорозом	Работники алюминиевого завода без патологии	Жители района прилегающего к алюминиевому заводу	Жители города, проживающие в отдалении от завода
		Среднее значение [95% доверительный интервал]			
Аберрантных метафаз, %	55,01 (p<0,0000)	4.59[4.08-5.10]*	3.13[2.44-3.82]##	2.02[1.32-2.72]^	1.19[0.79-1.58]
Аберрации хроматидного типа, %	31,83 (p<0,0000)	2.11[1.77-2.44]	1.67[0.92-2.41]^	0.85[0.56-1.13]	0.88[0.54-1.23]
Аберрации хромосомного типа, %	48,05 (p<0,0000)	2.56[2.15-2.97]*	1.47[0.83-2.10]	1.33[0.30-2.35]^	0.38[0.17-0.59]

Примечание: *- Значимые различия по сравнению с группой работников алюминиевого завода без патологии (p<0.01); #- Значимые различия по сравнению с группой жителей района прилегающего к алюминиевому заводу (#p<0.05; ##p<0.01); ^- Значимые различия по сравнению с группой жителей проживающих в отдалении от алюминиевого завода (p<0.05)

В результате измерения содержания фторид иона в плазме крови, наибольший уровень элемента наблюдали у работников алюминиевого завода с флюорозом (45,31[40,88-49,73]). У работников без патологии уровень фторид-иона был значительно ниже - 31,40[24,06-38,74] мкг/мл. У жителей района, прилегающего к алюминиевому заводу, уровень фторид-иона превышающий порог чувствительности электрода (19 мкг/мл) наблюдался в 58,33% случаев. У жителей города Новокузнецк, проживающих на значительном отдалении от промышленной зоны, уровень фторид-иона превышающий порог чувствительности электрода наблюдался в 20% случаев. После ранжирования проводили корреляционный анализ. По результатам анализа отмечена корреляция концентрации фторид иона в плазме крови с частотой аберрантных метафаз в выборках работников алюминиевого завода с флюорозом и жителей прилегающей к заводу территории. Так же значимая корреляция наблюдалась в общей выборке работников алюминиевого завода без разграничения по наличию патологии и в общей выборке жителей г. Новокузнецка не занятых на производстве, в независимости от района проживания

В целом полученные данные свидетельствуют о значительной генотоксичности промышленного фактора алюминиевого завода для контактирующих с ним лиц.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Кемеровской области (проект №18-44-420012), а также совета по грантам Президента Российской Федерации в рамках стипендии СП-2310.2018.4.

Список литературы

1. Suzuki, M. Fluoride induces oxidative damage and SIRT1/autophagy through ROS-mediated JNK signaling / M. Suzuki, C Bandoski, JD Bartlett // Free Radic Biol Med. – 2015. - №89. – P.369–378.
2. Kalyuzhnaya E.E. Genotoxic properties of fluorines (review) / E.E. Kalyuzhnaya, A. Yu. Prosekov, V.P. Volobaev. // Gigiena i Sanitaria. – 2020. - №99(3). – P.253-258.

УДК 577.354.3

ВОСПРИЯТИЕ ПРОДУКТОВ С ГОРЬКИМ ВКУСОМ У ЧЕЛОВЕКА

Е. Е. Воробьева, Л. А. Гордеева

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Основная роль вкуса – выбирать и оценивать пищу и напитки. Вкус – один из видов хеморецепции, то есть ощущение, возникающее при действии различных веществ на рецепторы вкуса [1]. В своем понимании рецепторы вкуса или вкусовая сенсорная система – это сенсорная система, при помощи которой воспринимаются вкусовые раздражения. Традиционно считается, что система восприятия вкуса у человека – четырехкомпонентная, и первичными вкусами являются сладкий, солёный, кислый и горький. Но всё таки первостепенными вкусами считаются сладкий и горький [1]. Так именно эти два вкуса дают оценку продукту, является ли он съедобным или вредным. Каждый вкусовой сосочек содержит набор из 50-100 специализированных клеток, известных как рецепторные клетки вкуса, ответственные либо за восприятие различных вкусов, либо за опосредование биологических процессов после обнаружения вкуса. А вот ощущению горечи мы обязаны существованию около 30 специализированных клеток. Распознавание вкусового вещества его специфическим рецептором запускает сигнальный каскад, который приводит к высвобождению химических веществ, известных как нейромедиаторы, которые активируют определенные области мозга, где вкус воспринимается и обрабатывается [2]. Люди стараются выбирать продукты, которые им приятно употреблять в пищу, но в последнее время все чаще стали обращать внимание на состав продуктов. Даже те продукты, которые кажутся вкусными, могут пагубно влиять на организм человека. В настоящее время в мире отмечается повышенный интерес к изучению влияния веществ с горьким вкусом на вкусовые предпочтения человека. Однако такие исследования в нашей стране ранее не проводились. Очевидно, что изучение данной проблемы может иметь как фундаментальное, так и прикладное значение – разработка и создание продуктов питания на основе индивидуальной чувствительности людей к веществам с горьким вкусом.

Целью данной работы стало изучение восприятия горького вкуса у человека. В соответствии с поставленной целью был проведен анализ различных источников литературы по данному вопросу.

У древних людей считалось, что горький вкус – это сигнал опасности, поскольку такой вкус имеют большинство ядовитых веществ [3]. Видимо, по этой причине «горьких» рецепторов больше: умение вовремя различить опасность может быть вопросом жизни и смерти. Горький вкус у человека ассоциировался с вредной, ядовитой едой, которую нельзя употреблять в пищу [4]. Поэтому люди сторонились продуктов, обладающих горьким вкусом. В наше время люди поняли, что не всегда горький продукт является ядовитым для организма. В течение жизни у человека восприятие разных вкусов меняется. Новорожденные всегда сторонятся продуктов имеющих горький вкус. У пожилых людей многие вкусовые почки отмирают, поэтому еда им часто кажется пресной. Кроме того, существует эффект привыкания к вкусу — со временем острота ощущения снижается [1]. Есть и другие интересные эффекты. Например, привыкание к горькому вкусу повышает чувствительность людей к кислому и соленому вкусу, а адаптация к сладкому вкусу обостряет восприятие всех других вкусов. Сейчас многие люди употребляют в пищу горькие продукты, так как им нравится чувствовать горечь в продуктах или же нравится эффект от этих продуктов [5]. Часть людей старается скрыть горький вкус определенной еды и напитков с помощью вкусовых добавок, так как им нравится эффект от таких продуктов, а не сам вкус. Например, разбавляют виски кока-колой [6], а в кофе добавляют молоко и сахар.

У горького вкуса есть свой «эталон» – хинин. Кроме хинина вкус горечи вызывают кофеин, танин и фенилтиокарбамид, последний является ядом для человека. Вообще хинин – основной алкалоид коры хинного дерева с сильным горьким вкусом, обладающий

жаропонижающим и обезболивающим свойствами, а также выраженным действием против малярийного плазмодия [3]. Самыми распространенными продуктами с натуральным горьким вкусом являются грейпфрут, горький шоколад, какао-порошок, кофе, зеленый чай, красное вино, коньяк, виски. Так же среди продуктов с натуральным горьким вкусом есть алкогольная продукция, определенные ее виды.

В 1931 году Артуром Фоксом была доказана наследственная предрасположенность к восприятию разных вкусов [7]. Исследования проводились на чувствительность к фенилтиокарбамиду (ФТК) и вообще к горьким вкусам. Нечувствительными к горечи ФТК оказались примерно 50% европейцев, но лишь 30% азиатов и 1,4% индейцев Амазонии. В 2003 году обнаружили ген *TAS2R38*, отвечающий за восприятие горького вкуса в продуктах у людей. Ген высоко полиморфен, отдельные его варианты отвечают за то, насколько хорошо человек может чувствовать горький вкус, и насколько он к нему восприимчив [7]. Это своего рода защитный механизм, ведь если человек не может распознавать горький вкус, то будет большая вероятность, что он съест что-то вредное или ядовитое и это его убьет. С тех пор обнаружено около 30 генов, кодирующих распознавание горького вкуса. Вместе с тем у людей отношение к этому вкусу бывает разное: один и тот же вкус кому-то может показаться нестерпимо горьким, а для других не играть никакой роли [5].

Таким образом, горький вкус для человека имеет большое значение и играет важную защитную роль. Считается, что если еда или напиток на вкус горькие, то это яд или отравя. Доказано, что не все горькие продукты вредны для организма человека, есть очень полезные продукты с горьким вкусом. С возрастом отношение к горькому вкусу у людей меняется. Чем старше человек, тем менее чувствительным он становится к горькому вкусу. За восприятие горького вкуса отвечают два основных вещества: хинин и фенилтиокарбомид. Хинин является полезным для человека, а вот фенилтиомочевина, наоборот, – вредный. Генетические основы индивидуальной чувствительности людей к горькому вкусу не до конца изучены. До сих пор остаются спорными вопросы пользы или вреда для организма человека веществ с горьким вкусом. Изучение этих вопросов имеет большое значение для биологии, медицины и биотехнологии. Полученные знания могут позволить модифицировать рецептуру продуктов в зависимости от индивидуальной чувствительности людей к горькому вкусу.

Список литературы

1. Благутина, В.В. Анатомия вкуса / В. В. Благутина // Химия и жизнь – 2010. – №10. – С. 34-37.
2. Janssen, S. Nutrient sensing in the gut: new roads to therapeutics? / S. Janssen, I. Depoortere. // Trends in endocrinology and metabolism – 2013. – № 24. – S. 92-100.
3. Reed, D. R. Genetics of taste and smell: poisons and pleasures. / D. R. Reed, A. Knaapila // Prog. mol. biol. transl. sci. – 2010. – № 94. – S. 213-240.
4. Reed, D. R. The perception of quinine taste intensity is associated with common genetic variants in a bitter receptor cluster on chromosome 12. / D. R. Reed et al // Hum. mol. genet. – 2010. – № 19. – S. 4278-4285.
5. Tanimura, S. Relationships between bitter taste sensitivity and consumption of bitter substances. / S. Tanimura, R. D. Mattes // J. Sens. Stud. – 1993. – № 8. – S. 31-41.
6. Duffy, V. B. Bitter receptor gene (TAS2R38), 6-n-propylthiouracil (PROP) bitterness and alcohol intake. / V. B. Duffy et al // Alcohol. clin. exp. res. – 2001. – № 28. – S. 1629-1637.
7. Gorovic, N. Genetic variation in the hTAS2R38 taste receptor and brassica vegetable intake. / N. Gorovic et al // Scand J. Clin. lab. invest. – 2011. – № 71. – S. 274-279.

УДК 579.61

БАКТЕРИАЛЬНЫЙ МИКРОБИОМ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ БОЛЬНЫХ РАКОМ ЛЕГКОГО И ЕГО СВЯЗЬ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ГЕНОМА В ЛИМФОЦИТАХ КРОВИ

В. Г. Дружинин, Е. Д. Баранова, В. П. Волобаев
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Рак легкого (РЛ) является наиболее часто встречающейся злокачественной опухолью и ведущей причиной смертности от онкологических заболеваний в мире. В частности, в России смертность у мужчин от рака легкого составляет примерно треть летальных исходов от всех злокачественных опухолей. Около 80% случаев рака легких связаны с воздействием табака, однако только у 15% курильщиков развиваются легкие рака в их жизни, что подчеркивает роль генетических факторов восприимчивости к модуляции риска развития этой болезни [1]. Как и во многих других формах рака для РЛ известно явление нестабильности генома соматических клеток (точковые мутации, структурные и числовые нарушения кариотипа). На основании результатов обширных популяционных исследований было показано, что уровни хромосомных aberrаций (ХА) и микроядер (МЯ) в лимфоцитах периферической крови здоровых людей являются предикторами развития рака в будущем [2]. Это утверждение подтверждается гипотезой о том, что генетические повреждения в лимфоцитах крови отражают аналогичные события в других клетках организма, подверженных канцерогенезу.

Принято считать, что развитие рака обычно зависит от ряда мутационных или эпигенетических событий, а первоначальная повышенная нестабильность генома увеличивает вероятность последующих негативных изменений. Связь геномной нестабильности с ранними событиями в канцерогенезе подтверждается тем фактом, что повышенные уровни повреждений хромосом часто выявляются в нормальных клетках первично диагностированных (нелеченных) пациентов с новообразованиями различных локализаций. Цитогенетическая нестабильность соматических клеток нелеченных больных РЛ, является постоянным признаком, отражающим реакцию генома на воздействие окислительного стресса, сопровождающего опухолевый процесс.

Стабильность генома может прямо (или опосредованно) зависеть от состояния бактериальных сообществ, эволюционно закрепленных в организме человека. Одним из важных (но часто игнорируемых) аспектов воздействия микробиоты является способность многих видов индуцировать мутации или модулировать мутационный процесс в клетках организма-хозяина, главным образом за счет способности вырабатывать генотоксины [3].

Состав бактериального микробиома мокроты изучен у 66 пациентов с впервые выявленным РЛ (только мужчины, средний возраст $59,4 \pm 7,8$ года), поступивших в Кемеровский областной онкологический диспансер (Кемерово, Российская Федерация), и 62 здоровых доноров мужского пола, жителей города Кемерово (средний возраст $50,2 \pm 6,6$ года). Среди больных РЛ 68% были активными курильщиками, среди контрольной группы - 50%. На каждого участника опроса была заполнена индивидуальная анкета, содержащая информацию о месте и дате рождения, профессии, состоянии здоровья, особенностях диеты, приеме лекарств и вредных привычках (курение и употребление алкоголя). Для пациентов с РЛ дополнительно учитывались результаты клинического и гистологического анализов.

Анализ хромосомных aberrаций (ХА) в лимфоцитах изучался у той же группы пациентов с РЛ и контрольной группы, у которых анализировался микробиом мокроты. Препараты для изучения метафазных хромосом готовили стандартным полумикрометодом [4].

Для анализа состава микробиоты верхних дыхательных путей использованы образцы мокроты, полученные от пациентов РЛ и контрольных доноров. Мокрота, полученная с утра натощак путем продуктивного кашля, помещалась в стерильные пластиковые флаконы и подвергалась немедленной заморозке $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. После этого замороженные образцы

транспортировали в лабораторию и хранили при -80°C . После экстракции метагеномной бактериальной ДНК для исследования таксономического состава микробиоты выполняли секвенирование по вариабельным регионам V3-V6 последовательности генов 16S рРНК на приборе Illumina MiSeq.

В результате секвенирования (16S рРНК V3 – V6) образцов мокроты мы смогли идентифицировать в общей сложности 11 типов биактерий. Преобладающими типами в нашей выборке данных были *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* и *Proteobacteria*.

В мокроте пациентов с РЛ, по сравнению с контролем, наблюдалось значительное увеличение процентной численности родов *Streptococcus* ($36,43 \pm 21,97$ против $17,81 \pm 8,82$; $p = 0,00001$); *Bacillus* ($2,92 \pm 2,57$ против $1,8 \pm 1,93$; $p = 0,007$); *Gemella* ($2,94 \pm 2,54$ против $1,85 \pm 1,98$; $p = 0,006$); *Rothia* ($2,74 \pm 2,6$ против $1,73 \pm 1,89$; $p = 0,02$); *Haemophilus* ($1,27 \pm 8,07$ против $0,11 \pm 0,36$; $p = 0,006$) и *Actinobacillus* ($0,2 \pm 0,65$ против $0,06 \pm 0,43$; $p = 0,03$). В то же время представители остальных 22 родов были значительно больше представлены в микробиоме контрольной группы по сравнению с больными РЛ.

На уровне видов значительное увеличение представительства в мокроте пациентов РЛ по сравнению с контролем было обнаружено только для *Streptococcus agalactiae* ($35,64 \pm 22,35$ против $17,48 \pm 8,65$; $p = 0,00001$) и *Bergeyella zoohelcum* ($0,29 \pm 0,4$ против $0,2 \pm 0,54$); $p = 0,02$). Остальные 18 видов бактерий обнаруживались в мокроте пациентов значительно реже, чем в контрольной группе.

Для оценки возможного вклада отдельных таксонов в мутагенез, группа больных РЛ была разделена на две подгруппы. В подгруппу больных РЛ с низким уровнем ХА ($0-3\%$; среднее значение $2,15 \pm 0,92\%$) вошли 27 мужчин, а в подгруппу с высоким уровнем ХА (более $3,5\%$; среднее значение $-5,46 \pm 2,31\%$) - 39 мужчин. Только один таксон бактерий - *Granulicatella* был значительно меньше представлен у больных раком легкого с высоким уровнем ХА. ($1,13 \pm 1,36$ против $2,11 \pm 1,87$; $p = 0,03$). Пять других родов бактерий (*Bacteroides*, *Lachnoanaerobaculum*, *Porphiromonas*, *Mycoplasma* и *Fusobacterium*) статистически значимо больше представлены в мокроте пациентов больных РЛ с высокими уровнями ХА по сравнению с пациентами с низкими уровнями ХА. Последующий корреляционный анализ показал, что только род *Bacteroides* и вид *Bacteroides nordii*, имеют существенные связи с частотой хромосомных aberrаций в лимфоцитах крови.

Последующая валидация этих результатов, с использованием более репрезентативных выборок, позволит оценить маркерную значимость каждого из микроорганизмов и возможного клинического значения.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда, проект № 18-14-00022.

Список литературы

1. Lung cancer in never smokers: disease characteristics and risk factors. Pallis AG, Syrigos KN. Crit. Rev. // Oncol. Hematol. – 2013. – V.88, №3. – P.494-503.
2. Health risk in humans predicted by increased levels of chromosomal aberrations in lymphocytes: Nordic study group on the health risk of chromosome damage. Hagmar L., Brogger A., Hansteen I.L. et al. // Cancer Res. - 1994. - V.54. P.2919-2922.
3. Induction and modulation of genotoxicity by the bacteriome in mammals. Druzhinin V.G., Matskova L.V., Fucic A. // Mutat Res. – 2018.- V.776. – P.70-77.
4. Leukocytes cultured from small inocula of whole blood and the preparation of metaphase chromosomes by treatment with hypotonic KCl. Hungerford, P. A. // Stain. Techn. - 1965 – V.40, - P.333–338.

УДК 604.2

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ДЛЯ НУТРИЕНТНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ КИШЕЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ

В. М. Позняковский*, Н. В. Попова**

* Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово, Россия

** Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург, Россия

Согласно современной нутрициологии микроорганизмы кишечника занимают ключевые позиции в обмене веществ жизненно-важных органов и систем организма, обеспечивая их нормальное функционирование или могут быть причиной возникновения развития различных патологий [1–3].

Основной средой обитания микрофлоры является тонкий кишечник, где отмечается ее наибольшая плотность. У относительно здорового человека (с массой 70-75 кг) в толстой кишке находится 2-2,5 кг живой биомассы различных микроорганизмов (нормобиоты), а количество их видов достигает 1-1,5 тысяч. При этом для каждого вида лактобацилл, бифидобактерий, кишечной палочки и других представителей микробиоты характерен свой индивидуальный штамм (аутоштамм), сформированный и генетически закрепленный в процессе эволюции. Поэтому пробиотики, полученные на основе «универсальных» производственных штаммов, вступают с нативной микрофлорой в антагонистические противоречия, обладают бионесовместимостью и проявляют чужеродное воздействие со всеми вытекающими последствиями.

Кишечная микрофлора современного человека постоянно подвергается негативному воздействию вредных факторов, среди которых следует отметить неконтролируемое потребление антибиотиков, других лекарственных препаратов, неправильное питание, психо-эмоциональные стрессы, гиподинамию, и другие «подарки» цивилизации, что неизбежно приводит к срыву адаптационных возможностей организма и возникновению распространенных заболеваний, учитывая тесную связь микробиоты со всеми органами и тканями организма [4].

Представляют интерес результаты слепых плацебо-контролируемых исследований, которые показали, что выживаемость пробиотических микроорганизмов (лактобацилл), при транзите через желудочно-кишечный тракт, крайне мала и составляет всего 0,000000008%. До толстой кишки доходит в среднем одна из миллиона микробных клеток, находящихся в составе пробиотика [5]. Поэтому, имеющиеся сведения о заместительном действии пробиотикотерапии являются, в определенной степени, мифом. С другой стороны – это еще одно доказательство функционирования микробиоты кишечника как самостоятельного органа паразитологической системы и может быть основанием для пересмотра стратегий сохранения индивидуальной микрофлоры при ее возможных нарушениях. Все это свидетельствует о необходимости проведения корректирующих мероприятий, направленных на обеспечения здоровья кишечной микрофлоры и, организма, в целом.

Эффективной мерой нутриентно-метаболической поддержки кишечной микробиоты является разработка биотехнологических природных комплексов в форме БАД с направленным системным действием.

При разработке этой группы биотехнологической продукции необходимо учитывать:

- генетическую историю содружества микроорганизмов, формирующуюся на протяжении длительного периода эволюции, их синергическую и антагонистическую направленность;
- персонализацию свойств и функций микрофлоры, которые закрепляются на генетическом уровне;
- соответствие продукции на физиологическом, биохимическом и фармакологическом уровнях базовому питанию и индивидуальным особенностям организма человека.

Естественно, что природные биотехнологические комплексы, выпускаемые, как правило, в форме БАД, должны иметь медицинские доказательства эффективности и функциональной направленности путем их включения в рацион репрезентативных групп населения. Производство и реализация такой продукции требует также прохождения установленной процедуры испытаний на соответствие заявленным требованиям с регистрацией в Федеральном Реестре.

В качестве типичного примера такого подхода можно привести исследования по разработке биотехнологического продукта для поддержки индигенной микрофлоры кишечника. Отличительной чертой специализированного продукта является наличие в составе пребиотиков, имеющих определенные преимущества по сравнению с пробиотиками. К ним относится отсутствие конфликта с собственной микрофлорой, ферментация нормобиотой с дальнейшим участием в обмене веществ, возможность совместного применения с антибиотиками, не влияя на функцию защиты микрофлоры, отсутствие конфликта с иммунной системой [6].

Эффективным направлением нутриентно-метаболической поддержки кишечной микрофлоры могут быть метаболитные пробиотики, содержащие продукты жизнедеятельности микробиоты.

Исследования по разработке биологически активных комплексов биотехнологического профиля должны быть направлены на индивидуальный подбор штаммов микроорганизмов, соответствующих задачам персонализированного питания.

Список литературы

1. Сонненбург, Д. Здоровый кишечник. Как обрести контроль над весом, настроением и самочувствием /Джастин Сонненбург, Эрика Сонненбург; пер. с англ. Е. Куприяновой. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. – 256 с.
2. Просеков А. Ю. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / А. Ю. Просеков, О. А. Неверова, Г. Б. Пищиков, В. М. Позняковский. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019.- 2 изд., перераб. и доп. – 262 с.
3. Кнопка, Божена. Твой второй мозг – кишечник. Книга- компас по невидимым связям нашего тела / Б. Кнопка; - М.: Эксмо, 2019. - 272 с.
4. Позняковский В. М. Эволюция питания и формирование нутриома современного человека // Индустрия питания. – 2017. - №3.- С. 5-12.
5. Чичерин И. Ю. Сравнительная экспериментальная оценка эффективности современных пребиотиков, пробиотиков, синбиотиков и метаболитов при коррекции нарушений микробиоценоза кишечника и животных с антибиотико- ассоциированным дисбиозом / И. Ю. Чичерин, И. П. Погорельский, И. А. Лундовских и др. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. = 2016. - №7 (131). – с. 106-120.
6. Тохирен Б. Биотехнологическая программа в форме БАД для поддержания индигенной микрофлоры кишечника / Б. Тохирен, А. А. Вековцев, О. Н. Булашко, В. М. Позняковский // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 65 – 73.

УДК 606:663.1

***ASPERGILLUS ORYZAE* – ПРОДУЦЕНТ КОМПЛЕКСА ФЕРМЕНТОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Е. А. Руденская, С. Н. Савельев, В. П. Емельяненко
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В современном мире объём производства ферментных препаратов неуклонно растёт, а области их применения ежегодно расширяются. Такая тенденция обусловлена постоянным ростом спроса на ферменты в различных отраслях промышленности. Примечательно то, что промышленный сектор производства ферментных препаратов из микробиологических источников значительно обгоняет традиционные источники выделения ферментов – растительные и животные. Это объясняется тем, что у получения ферментов и ферментных комплексов из микроорганизмов есть неоспоримые преимущества:

1. Возможность преодоления сезонности производства;
2. Сравнительно быстрое получение фермента (меньший производственный цикл);
3. Возможность получения препаратов со стандартизованной активностью;
4. Способность микроорганизмов к сверхсинтезу;
5. Возможность автоматизации производства и др.

Высший аэробный плесневелый гриб *Aspergillus oryzae* изображённый на рис. 1 достаточно хорошо изучен и активно используется в биотехнологии. Микроорганизм данного вида безопасен и считается непатогенным нитчатым грибом, хотя некоторые виды гриба рода *Aspergillus* могут быть опасны как для животных, так и для человека, вызывая различные заболевания дыхательной системы. *Aspergillus oryzae* считается «общепризнанным безопасным (GRAS)» Управлением по контролю за продуктами и лекарствами США (FDA). Безопасность этого организма также поддерживается Всемирной организацией здравоохранения [1].

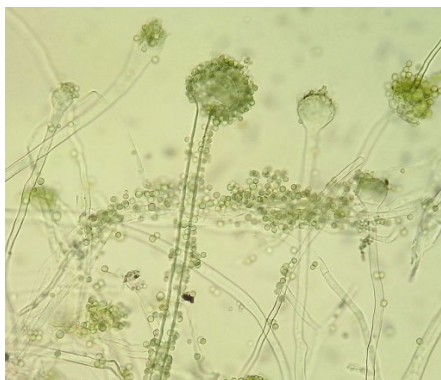


Рис. 1. Конидиеносцы с конидиями микроскопических грибов *Aspergillus oryzae* под световым микроскопом

Aspergillus oryzae продуцирует множество ферментов, таких как: пептидазы, нуклеазы, β -глюканазы, маннаназы, хитиназы, протеиназы и α -амилазы. Ферменты и ферментные комплексы, полученные таким микробиологическим синтезом способны разрушать различные биомолекулы с высокой молекулярной массой, например, углеводы, полипептиды и нуклеиновые кислоты. Благодаря этому свойству метаболиты рассматриваемого микроорганизма применяют в самых разных областях пищевой промышленности [2].

A. oryzae является одним из самых мощных секреторных продуцентов белков среди мицелиальных грибов, так, например, из-за своей способности осахаривать крахмал *A. oryzae*, на протяжении сотен лет, используется в японских традиционных ферментационных отраслях, включая восточные алкогольные напитки, такие как: саке (рисовое вино) и сочу (спиртные напитки), мисо (соевая паста) и сёю (соевый соус).

Известные штаммы *Aspergillus oryzae* способны продуцировать кислые и слабокислые протеазы, а так же α -амилазы, что позволяет, при должной очистке культуральной жидкости использовать её как комплексный ферментный препарат в хлебопекарной промышленности, бродильном производстве, а так же для переработки сельскохозяйственного сырья с целью получения различных пищевых вкусоароматических добавок [3].

Кроме того, культивируя непатогенный штамм гриба *Aspergillus oryzae* на твёрдых средах с использованием вторичного сырья перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса на выходе получают биологически полноценный белок и полисахариды. В результате данного синтеза полученный препарат используют для производства белково-полисахаридного обогатителя кормов для животных с сорбирующими свойствами. Данный способ позволяет не только обогащать корма, но и включать в производственный процесс вторичное сырьё сельскохозяйственной промышленности, что в свою очередь благоприятно сказывается на экологии делая шаг в сторону развития безотходного производства [4].

Как правило *Aspergillus oryzae* произрастает на средах богатых углеводами, которые содержат фосфаты, гидрофосфаты, нитраты, сульфаты и соли калия в качестве минеральных источников для полноценного роста и развития. Благоприятный pH начальной среды для посева данного микроорганизма слабокислый и колеблется в пределах от 5,0 до 6,5. При глубинном культивировании на жидких средах *A. oryzae* выделяет свои метаболиты в культуральную жидкость, что позволяет после 2-3 суток активного роста отделить культуральную жидкость от биомассы микроорганизма путём фильтрования, затем подвергнуть ультрафильтрации, а после высушиванию в мягких условиях во избежание инактивации ферментов и на выходе получить готовый ферментный препарат [5].

Польза от применения ферментных препаратов на современных предприятиях неоспорима, так как применение таких комплексов позволяет значительно интенсифицировать производства. Наличие высокого выхода полезных метаболитов при культивировании гриба *Aspergillus oryzae* делает его рентабельным и конкурентно способным видом микроорганизмов для производства ферментов используемых в пищевой и других отраслях промышленности.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ при государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4).

Список литературы

1. The Generally Recognized as Safe (GRAS) Process for Industrial Microbial Enzymes / V. Sewalt, D. Shanahan, and etc. // Industrial Biotechnology. – 2016. – V. 12. – №5. – P. 295-302.
2. Пат. 2557300 Российская Федерация, МПК C1. Штамм гриба *Aspergillus oryzae* - продуцент комплекса протеиназ и пептидаз, нуклеаз, хитиназы, бета-глюканазы, маннаназы и альфа-амилазы / Е.М. Серба, М.Б. Оверченко, Л.В. Римарева, В.А. Поляков; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии». – № 2014114181/10; заявл. 11.04.2014; опубл. 20.07.2015.
3. Руденская, Е.А. Современные тенденции использования ферментных препаратов в пищевой промышленности / Е.А. Руденская, С.Н. Савельев, Л.К. Асякина // Инновационные технологии пищевых производств. – 2020. – №1. – С. 47-48.
4. Биотехнологические аспекты создания белково-полисахаридного обогатителя кормов на основе вторичного сырья пищевых производств / Е.М. Серба, П.Ю. Таджибова, Л.В. Римарева, А.Ю. Кривова, М.Б. Оверченко, Н.И. Игнатова, Н.А. Кузнецова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – №3. – С. 56-59.
5. Многоцелевое использование гриба *aspergillus oryzae* – продуцента комплекса гидролаз / Е.М. Серба, М.Б. Оверченко, Н.И. Игнатова и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – №5. – С. 29-33.

УДК 604:664

**ПРИМЕНЕНИЕ БЕЛКОВОГО ПРЕПАРАТА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ПОМОЩИ *LUMBRICUS TERRESTRIS***

С. Н. Савельев, Е. А. Руденская, В. П. Емельяненко
Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

В настоящее время всё больше и больше возрастает спрос на продукты питания, содержащие белок с богатым аминокислотным составом. Продукты, состоящие из белков, содержащих сбалансированное количество незаменимых аминокислот, необходимы в рационе питания для нормального метаболизма, роста и развития организма. В процессе производства белковых продуктов возникает ряд проблем, главная из которых это – экологичность продукта по отношению к окружающей среде. Хотя пищевая промышленность стремится к безотходности и экологичности производства, всё равно количество отходов и различных выбросов в окружающую среду превышает естественный потенциал биodeградации.

По заявлению Организации Объединённых Наций (ООН) и Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) пищевая промышленность выбрасывает в атмосферу гигантское количество парниковых газов, в общей сумме это около 25% [1, 2]. Если не предпринять меры, то планете, вполне вероятно, грозит климатический кризис. Это также приводит к обезлесению и утрате биоразнообразия, деградации земель, чрезмерному использованию водных ресурсов и загрязнению, а также создает и увековечивает неравенство внутри и между обществами.

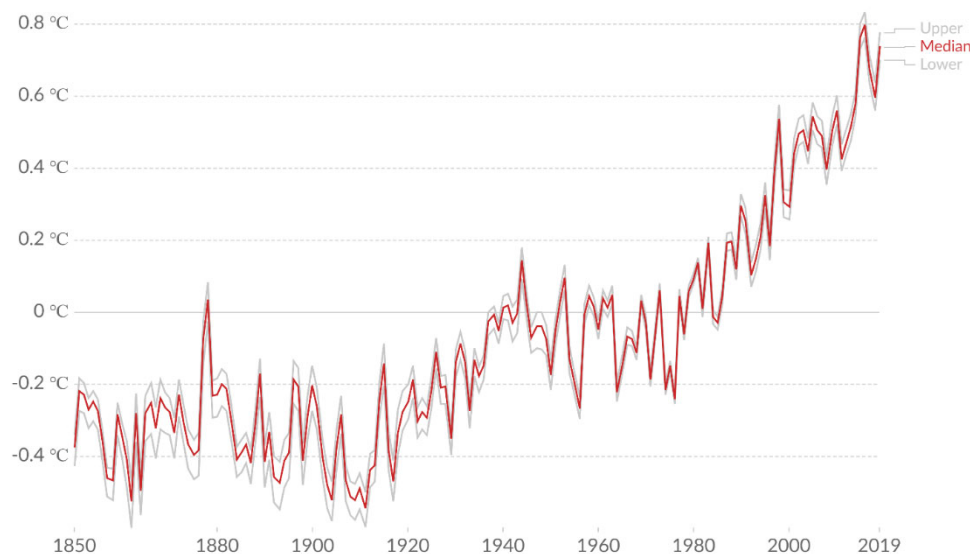


Рис. 1. Аномалия глобальной средней температуры суши и моря по сравнению со средней температурой 1961-1990 гг.

На рис. 1. показан график изменения среднегодовой температуры во времени. Красная линия представляет тенденцию изменения среднегодовой температуры во времени, верхний и нижний доверительные интервалы показаны светло-серым цветом. В целом повышение температуры находится в диапазоне от 1 до 1,2 °C [3].

Поэтому в качестве источника получения белка в современном мире практикуется использование *Lumbricus terrestris* (Дождевой червь). Данный организм представляет собой потенциальный источник комплекса белков содержащего высокое количество незаменимых аминокислот, к тому же промышленное производство оказывает гораздо меньшее

воздействие на окружающую среду, является более дешёвым и простым в производстве. Данные содержания питательных веществ *Lumbricus terrestris* представленный в таблице 1.

Таблица 1

Содержание питательных веществ *Lumbricus terrestris*

Химический состав	Количество
Влажность, %	83,6
Содержание белка на сухую биомассу, %	54,6 – 59,4
Содержание сырого жира, %	7,34
Белок в гидролизованной жидкости, %	9,34
Минеральные вещества, мг / кг	5935,18
Витамин А, мг / кг	2,5
Витамины группы В, мг / кг	23
Аргинин, %	0,61
Метионин, %	0,19
Лизин, %	0,66
Треонин, %	0,47
Триптофан, %	0,09
Зола, %	0,6

Производство биомассы насекомых признано одним из потенциальных решений проблемы нехватки традиционных источников белка. *Lumbricus terrestris* намного устойчивее скота, что очень важно при вермикультивировании, а самое главное, по сравнению с традиционным промышленным производством молока или мяса, воздействие на окружающую среду минимально, что ставит *Lumbricus terrestris* в приоритете.

Существует и ряд минусов, к примеру, белок подобного типа представляет несколько рисков, в основном связанных с микробным заражением, накоплением и производством химических загрязнителей, таких как токсины и тяжелые металлы, аллергенности, поэтому необходим тщательный контроль за процессом производства, очистка белкового препарата. Если все условия будут соблюдены, то процесс можно считать безопасным [4].

Черви разлагают органические вещества, используя их в пищу. Данный организм в процессе своей жизнедеятельности способен выделять в окружающую среду большое количество ферментов, минералов и витаминов, по своей сути *Lumbricus terrestris* являются своеобразным «биореактором», способным во много раз ускорять разложение органических отходов, перерабатывать их и выделять в виде гранул (биогумуса).

Чтобы приступить к выращиванию, необходимо подготовить питательную среду для оптимального роста и развития организма. Для этого органические отходы овощей и фруктов необходимо перегнивать в течении 2-8 месяцев, за исключением цитрусовых и других компонентов, повышающих кислотность.

Среда должна подвергнуться ферментации для обеззараживания. Для этого её помещают в специальную тару, куда нагнетают горячий пар, доводят влажность до оптимума и запускают специальную маточную культуры червей, предварительно поверхность среды обработать известью, т.к. она богата источником кальция, который положительно сказывается на популяцию. В течении 6 дней организмы осваивают среду, не питаясь ею. После этого их необходимо процедить из среды и снова её увлажнить, оставить настояться на 15 дней [5].

Данную среду можно применять для разведения, необходимо внести её небольшим слоем, в среднем на 1000 особей уходит от 12 до 20 кг субстрата, данного корма хватит примерно на 10 дней. Важно постоянно следить за температурой (20-22 °С) и содержанием влажности (82%) среды и её кислотностью (рН=7), не должен содержать посторонних твёрдых включений и патогенных веществ. Колебание оптимальных значений могут привести к полной гибели семьи. Организмы вместе со средой должны находиться в специальных вермикомпостерах, представляющие собой пластмассовые баки (от 0,5 до 1 м³) с крышкой и

двойным дном с отверстиями. Один такой компостер может вмещать от 250 000 до 500 000 особей, которые будут потреблять в год 250-500 субстрата, 60 % которого они перерабатывают и получают биогуmus (что составляет от 150 кг до 300 кг), а 40 % усваивают в качестве питательных веществ для существования.

Переработка питательной среды до биогуmusов при благоприятных условиях развития организма составляет 60 дней, этого времени достаточно для того чтобы постепенно начать выгружать биогуmus отдельно и пересаживать червей, так как популяция увеличивается примерно в два раза. Когда биомасса червей накопится, их можно начинать перерабатывать с целью получить белковый препарат [6].

Необходимо извлечь их из питательной среды путём голодания 2-3 дня, предварительно внести свежий субстрат, после подождать пару дней. За это время черви плавно перейдут на верхний ярус. После чего уже можно отбирать его совком и процеживать через сито.

После того как биологический материал отобран, его необходимо посадить на фильтровальную бумагу с кислым или щелочным pH. Данный процесс необходим чтобы опустошить желудки оргазмов, после червей нужно хорошо промыть.

Далее начинается процесс сушки в термостате, который идёт в две стадии. Сначала в течении двух часов начинается сушка при температуре 21 °C на сухой поверхности, после чего идёт сушка под вакуумом в течении 2 часов уже при 28 °C. Также можно применить способ сушки при помощи СВЧ лучей при 120 °C в течении 20 минут, данный способ эффективен, так-как происходит полное обеззараживание продукта без серьёзной потери пищевой ценности.

Полученный материал можно хранить уже в высушенном виде в упаковке под вакуумом, а можно измельчить на мельнице до размеров частиц около 0,03 мм и также хранить в вакуумной упаковке примерно полгода. Данный продукт можно добавлять в продукты питания в количестве от 10 % до 20 %, можно производить различные мучные изделия с применением полученной белковой добавки.

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ при государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4).

Список литературы

1. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). – «Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C approved by governments». – Retrieved from: <https://www.ipcc.ch/2018/10/08/summary-for-policymakers-of-ipcc-special-report-on-global-warming-of-1-5c-approved-by-governments/>. – Accessed: 20.09.2020.
2. Савельев, С.Н. Белковое голодание: биотехнологические методы решения мировой экологической проблемы / С.Н. Савельев, Е.А. Руденская, И.С. Милентьева // Сборник тезисов VIII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. под общ. ред. А. Ю. Просекова. «Пищевые инновации и биотехнологии». – 2020. – Кемерово, 2020. – С. 263-264.
3. Hannah Ritchie and Max Roser (2017). – «CO₂ and Greenhouse Gas Emissions». Published online at OurWorldInData.org. – Retrieved from: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>. – Accessed: 20.09.2020.
4. Alessio, C. Insects as food: A review on risks assessments of Tenebrionidae and Gryllidae in relation to a first machines and plants development / C. Alessio, C. Enrico, L. Chiara et all // Food Control, 2020. – Volume 108.
5. Ручин, А.Б. ВермикULTивирование как путь решения некоторых экологических проблем / А.Б. Ручин // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – №.3. – С. 168-171.
6. Романова, Е.М. Видоспецифичность люмбрицид в биоконверсии органических субстратов / Е.М. Романова, М.Э. Мухитова, В.В. Романов и др. // Аграрная наука. – 2017. – № 11-12. – С. 4-7.

УДК 577.29

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ КОНВЕРСИИ ЛАКТОЗЫ В ПРЕБИОТИЧЕСКИЕ ГАЛАКТООЛИГОСАХАРИДЫ (ГОС) В МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЕ МЫШИ

А. В. Смирнов*, А. М. Юнусова*, Н. Р. Баттулин***

* Институт Цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск, Россия

** Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

Трансгенез давно используется для изменения свойств молока сельскохозяйственных животных, например, для улучшения его антимикробных свойств, липидного или белкового состава. Одним из перспективных направлений таких исследований является получение трансгенных животных с безлактозным молоком. Для решения этой задачи мы выбрали новый подход с конверсией лактозы в галактоолигосахариды (ГОС) непосредственно в молочной железе во время лактации.

Современные промышленные способы получения безлактозного молока основаны на обработке молока-сырья β -галактозидазой (лактазой) для удаления лактозы. Использование β -галактозидаз с высокой трансгалактозилазной активностью позволяет не только расщеплять лактозу, но и получать ГОС. Этот процесс приводит к замещению в молоке лактозы (которая разлагается на глюкозу и галактозу) на другие сахара, включая олигосахариды, состоящие из 3-6 остатков галактозы. ГОС стимулируют полезную микрофлору кишечника и обладают сладким вкусом, поэтому молоко и молочные продукты с ГОС имеют высокую пищевую ценность. Сейчас идет активный поиск новых ферментов, которые бы имели улучшенные характеристики и высокую трансгалактозилазную активность для получения ГОС. Для нашего проекта мы остановили свой выбор на гене β -галактозидазы из бактерии *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* DSM 20081 (Nguyen *et al.*, 2012) (GeneID: 4085367) (далее - LacZ*). Фермент LacZ* имеет высокую эффективность конверсии лактозы *in vitro* (30% глюкозы, 12% галактозы, 10% лактозы, 48% ГОС).

Кодон-оптимизированная версия гена LacZ* (3024 п.о.) была синтезирована в сервисе Клонинг Фасилити и встроена в плазмиду pCAGGS-Cherry для дальнейшего анализа (рис.1B)

Синтез компонентов молока, включая лактозу, происходит в аппарате Гольджи (АГ) с последующей секрецией в просвет протока молочной железы (Jost *et al.*, 1999), поэтому для оптимальной активности фермента LacZ* необходимо обеспечить его локализацию в АГ. На первом этапе мы протестировали сигналы локализации белков в АГ, соединив их с флуоресцентным белком mCherry (Рис.1A). Нами были выбраны охарактеризованные ранее домены различных белков: фрагмент белка B4GALT1 мыши (1-79 aa) ("mGLS"); фрагменты белка mTOR мыши, содержащие HEAT-повторы (931-1039 и 941-1039 aa) ("mTORxGLS", "mTORxELS"); фрагмент белка SARS-CoV ORF7b (9-30 aa) ("ORF7bxGLS"). Для контроля использовалась плазмидная конструкция hGLS-mTurq-NA, которая кодирует флуоресцентный белок mTurq, слитый с сигналом локализации в АГ из B4GALT1 человека (1-61 aa) (Addgene #36205, описана в статье Goedhart *et al.*, 2012). Все варианты генетических конструкций были заклонированы в вектор pCAGGS-Cherry (Addgene #41583) под конститутивный промотор CAG. В конструкциях также присутствует NA-таг на С-конце для детекции белков. На рис. 1 представлены все варианты конструкций, использованных в работе.

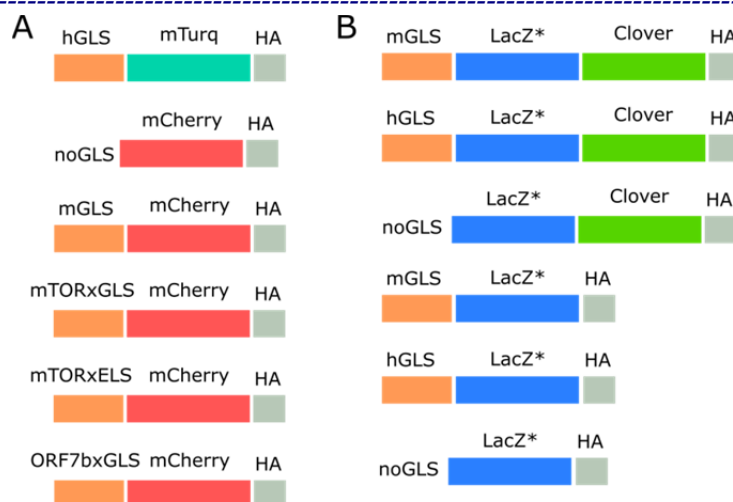


Рис. 1. Варианты конструкций, использованных в работе: (А) Плазмиды, использованные для выбора сигнала локализации в АГ; (В) Плазмиды с геном LacZ*, содержащие оптимальные сигналы локализации в АГ, а также варианты без белка Clover

Клетки HEK293 были трансфицированы плазмидами, и свечение белков mTurq/mCherry анализировалось на конфокальном микроскопе через 24 часа после трансфекции. Как и ожидалось, сигналы локализации в АГ, слитые с белком Cherry (рис. 1А), со-локализовались с контрольной плазмидой hGLS-mTurq-HA (рис. 2). Белок Cherry без сигнала локализации (noGLS) был распределен по всей цитоплазме клеток (рис. 2). Аналогичные результаты были получены и для плазмид с LacZ*: mGLS-LacZ*-Clover-HA, hGLS-LacZ*-Clover-HA, noGLS-LacZ*-Clover-HA (рис. 1В).

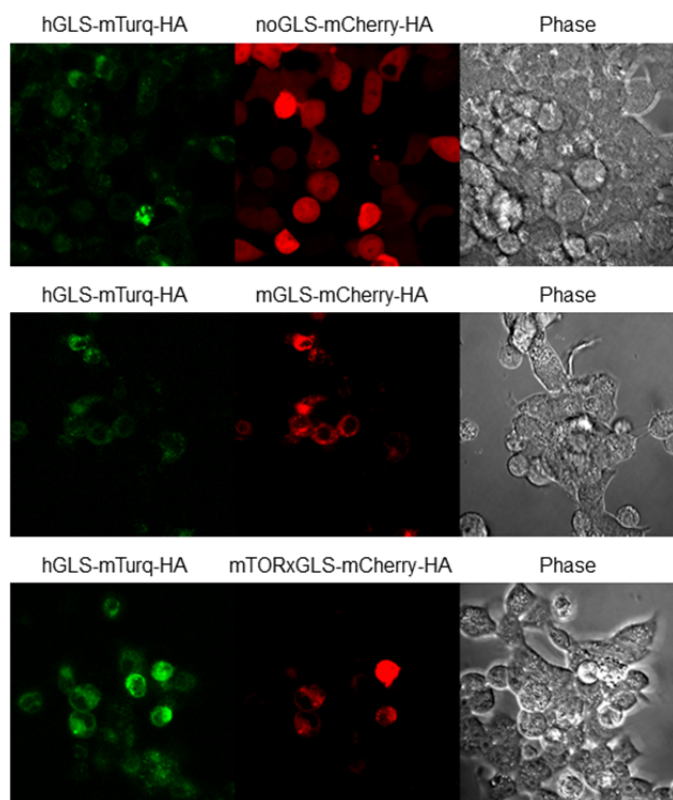


Рис. 2. Тестирование сигналов локализации в аппарате Гольджи в клетках HEK293. hGLS-mTurq-HA - контрольная плазмида для окрашивания АГ. mGLS и mTORxGLS - альтернативные варианты сигнала локализации в АГ. Фотографии получены на конфокальном сканирующем лазерном микроскопе LSM780 (Carl Zeiss)

Второй задачей, помимо выбора сигнала локализации в АГ, было оценить активность гена LacZ*. Функциональная активность генетических конструкций оценивалась в тесте с конверсией X-gal. Для этого были выбраны 6 вариантов конструкций: mGLS-LacZ*-Clover-HA, mGLS-LacZ*-HA, hGLS-LacZ*-Clover-HA, hGLS-LacZ*-HA, noGLS-LacZ*-Clover-HA, noGLS-LacZ*-HA (рис. 1B). Трансфецированные плазмидами клетки HEK293 были зафиксированы в 4% PFA и инкубировались в среде с субстратом X-Gal. Для всех 6 вариантов конструкций была показана активность LacZ* (синяя окраска) (рис. 3).

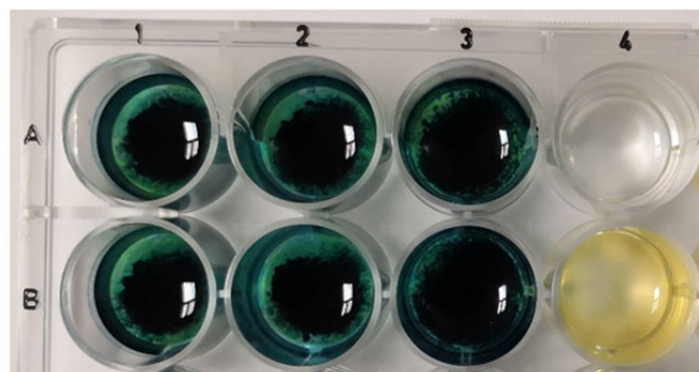


Рис. 3. Тест активности генетических конструкций с геном LacZ*. Трансфецированные плазмидами клетки HEK293 инкубировались с субстратом X-Gal в течение 12 часов. A1 - mGLS-LacZ*-Clover-HA; A2 - hGLS-LacZ*-Clover-HA, A3 - noGLS-LacZ*-Clover-HA; B1 - mGLS-LacZ*-HA; B2 - hGLS-LacZ*-HA; B3 - noGLS-LacZ*-HA. A4 - контрольные клетки без плазмиды

По итогам экспериментов, нами были выбраны генетические конструкции mGLS-LacZ-HA и noGLS-LacZ-HA для создания трансгенных линий мышей с конверсией лактозы в ГОС.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках реализации проекта № 20-316-80001.

Список литературы

1. Nguyen TT, Nguyen HA, Arreola SL, Mlynek G, Djinoić-Carugo K, Mathiesen G, Nguyen TH, Haltrich D. Homodimeric β -galactosidase from *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* DSM 20081: expression in *Lactobacillus plantarum* and biochemical characterization. *J Agric Food Chem.* 2012 Feb 22;60(7):1713-21. doi: 10.1021/jf203909e.
2. Goedhart J, von Stetten D, Noireclerc-Savoye M, Lelimosin M, Joosen L, Hink MA, van Weeren L, Gadella TW Jr, Royant A. Structure-guided evolution of cyan fluorescent proteins towards a quantum yield of 93%. *Nat Commun.* 2012 Mar 20;3:751. doi: 10.1038/ncomms1738.
3. Jost B, Vilotte JL, Duluc I, Rodeau JL, Freund JN. Production of low-lactose milk by ectopic expression of intestinal lactase in the mouse mammary gland. *Nat Biotechnol.* 1999 Feb;17(2):160-4.

УДК 581.143.6:633.11

ИНДУКЦИЯ КАЛЛУСОГЕНЕЗА У ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ С ФИОЛЕТОВОЙ И ГОЛУБОЙ ОКРАСКОЙ ЗЕРНА

Л. П. Хлебова*, А. А. Шкуркина*, С. Б. Лепехов**

* Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

** Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, г. Барнаул, Россия

Алтайский край является одним из крупнейших поставщиков пшеницы как в России, так и на мировом рынке. Однако из-за резко континентального климата посевы нередко подвергаются негативному воздействию засухи, что определяет необходимость создания стрессоустойчивых сортов. Важным этапом в селекционной работе является поиск новых источников и доноров полезных признаков. В последнее десятилетие генетики и селекционеры обратили внимание на так называемые «цветные» пшеницы. Окраску такие формы приобретают благодаря накоплению в структурах растения природных пигментов – флавоноидов [1–4]. Известно, что флавоноиды могут содержаться не только в пшенице, но и в других злаковых культурах (рисе, ячмене, кукурузе и др.), а также овощах (перец, капуста, лук и др.), фруктах (яблоки, цитрусовые и др.), ягодах. Они придают окраску цветам, стеблям, листьям растений. Кроме красящих свойств, флавоноиды обладают также и антиоксидантной активностью. Кроме того, данные соединения помогают растению справляться с различными абиотическими стрессами (засуха, высокая или низкая температура, засоление почвы, загрязнение почвы тяжелыми металлами, УФ-излучение) и болезнями (например, головня и ржавчина пшеницы). Помимо пользы для растений, флавоноиды несут выгоду и для человека при употреблении их в пищу. Они обладают противовоспалительной, противораковой активностью, могут выступать в качестве профилактических средств сердечно-сосудистых и неврологических заболеваний [5].

Значительная роль флавоноидов для такой широко распространенной сельскохозяйственной культуры как пшеница и крайне малая степень их изученности определяют большую перспективу развития научных исследований в данном направлении. Реализуемые в нашей стране проекты по изучению «цветных» пшениц затрагивают преимущественно молекулярно-генетические аспекты регуляции биосинтеза флавоноидов *in vivo* [1, 4]. Нами поставлена задача оценки роли антоцианов пигментированных пшениц в системе *in vitro*. Перспективной экспериментальной системой при оценке реакции растения на стрессы различной природы являются каллусы, индуцированные в культуре ткани, что обусловлено, в первую очередь, сходством процессов морфогенеза *in planta* и *in vitro* [6, 7]. Кроме того, успешная индукция каллусной ткани является первоначальным этапом при выполнении работ по клеточной селекции, позволяющей отбирать соматоклональные варианты, расширяя тем самым генетическое разнообразие исходного и селекционного материала по различным признакам [8, 9].

Материалом для исследования служили 7 образцов яровой мягкой пшеницы с фиолетовой и 1 с голубой окраской зерна из коллекции ВИР. Для индукции каллусов в качестве эксплантов использованы зрелые и незрелые зародыши, выделенные из семян, репродуцированных, соответственно, в летние вегетации 2019 и 2020 гг. на полевом стационаре АНИИСХ (г. Барнаул, Россия). Зерновки последовательно стерилизовали 70 % этанолом (2 мин) и 2 % лизоформином-3000 (15 мин). Вычищенные зародыши асептически помещали в 100 мл колбы на агаризованную (0,7 %) среду Мурасиге-Скуга со стандартным набором макро-и микросолей, дополненную 2 мг/л 2,4-Д и 3 % сахарозы. Пассированные экспланты переносили в термостатируемые условия и культивировали в темноте при температуре 25 ± 1 °C в течение 4 недель. Для дальнейшей индукции морфогенетических процессов сформированные каллусы переносили в условия 16-часового фотопериода на питательную среду того же состава с заменой ауксина на гормон группы цитокининов – кинетин в концентрации 0,5 мг/л. Эксперимент выполнен в 5-ти повторениях, не менее 60

зародышей на генотип. Для статистической обработки данных использовали пакет прикладных программ Microsoft Excel 2010.

На 4–7-е сутки культивирования у всех изученных образцов происходила дедифференциация эксплантов и активизация пролиферационных процессов. Частота каллусогенеза в среднем по генотипам при пассировании зрелых и незрелых зародышей статистически не различалась, составляя 75 и 74 %, соответственно (рис. 1). Однако варьирование признака между отдельными образцами было весьма существенным. При использовании зрелых зародышей максимальную отзывчивость проявила голубозерная пшеница Blue A (рис. 2а), несколько уступали ей сорта с фиолетовым зерном Purple feed, Konini и образец Фиолетовозерная. Мутанты № 1 (остистая форма) и № 2 (безостая форма), Омская кормовая и к-59158 проявили существенно более низкий калусогенный потенциал.

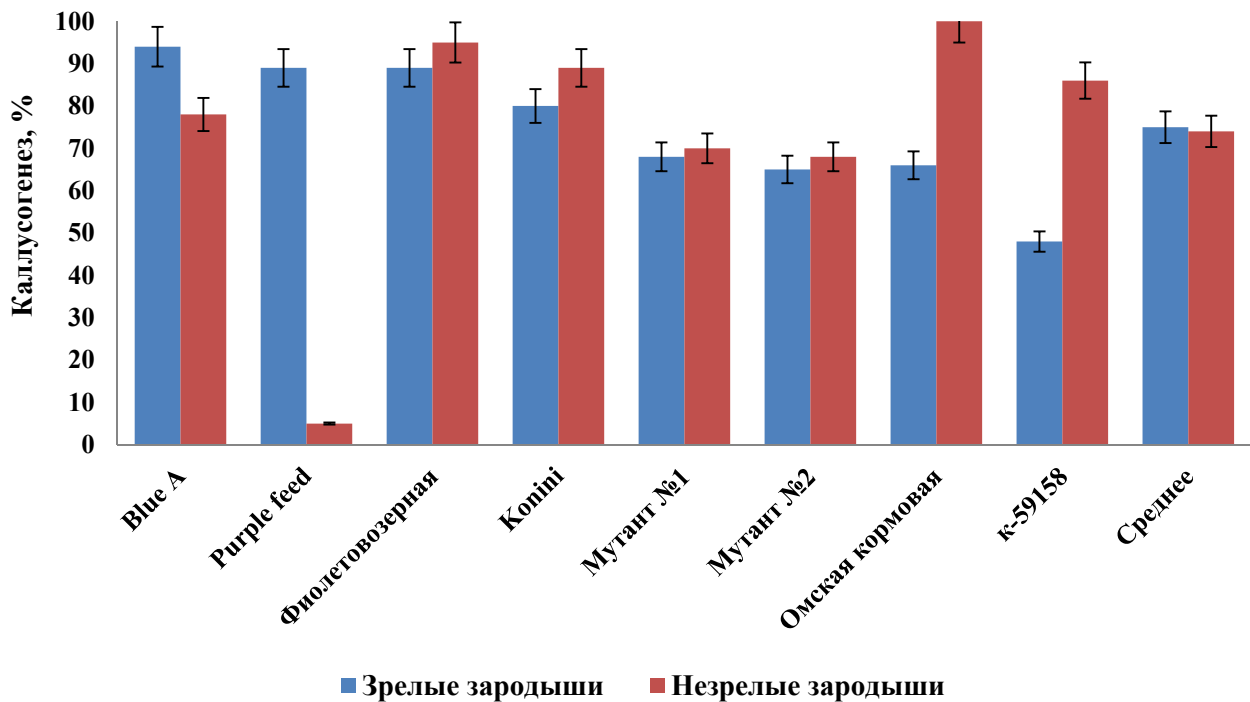


Рис. 1. Каллусогенез в культуре зрелых и незрелых зародышей яровой мягкой пшеницы с фиолетовой и голубой окраской зерна, %

Введение в культуру незрелых зародышей выявило несколько иную картину при формировании первичного каллуса у изученных образцов пшеницы. Размах изменчивости значений признака был существенно шире и составил от 5 до 100 %. Максимальный показатель установлен для формы Омская кормовая. Сорт Purple feed, напротив, проявил слабую отзывчивость при использовании данного типа эксплантов. У образца к-59158 каллусогенный потенциал незрелых зародышей вырос почти в 2 раза. Таким образом, для получения каллусов при равных условиях культивирования для сорта Purple feed предпочтительно использовать зрелые зародыши, для Омской кормовой и к-59158 – незрелые зародыши; остальные изученные генотипы показали сходную реакцию при пассировании разных типов эксплантов.

Оценка качества полученных каллусов выявила их существенные различия. Так культуры образца к-59158 и Омская кормовая, полученные из зрелых зародышей, через 2 недели практически прекращали рост и постепенно меняли цвет, приобретая бурую окраску (рис. 2б). В дальнейшем при переносе на дифференцирующую среду такие каллусы подвергались некрозу и не формировали морфогенные структуры. Образцы Мутант № 1 и Мутант № 2 при пассировании зрелых зародышей отличались их активным прорастанием (рис. 2в), что также снижало частоту каллусогенеза и препятствовало формированию

эмбриогенного каллуса. Голубозерная форма Blue A характеризовалась не только высокой частотой индукции каллусогенных процессов, но и активным морфогенезом, инициируя эмбриогенные очаги на первичной среде. При переносе культур в условия фотопериода на них активно развивались регенеранты (рис. 2г).

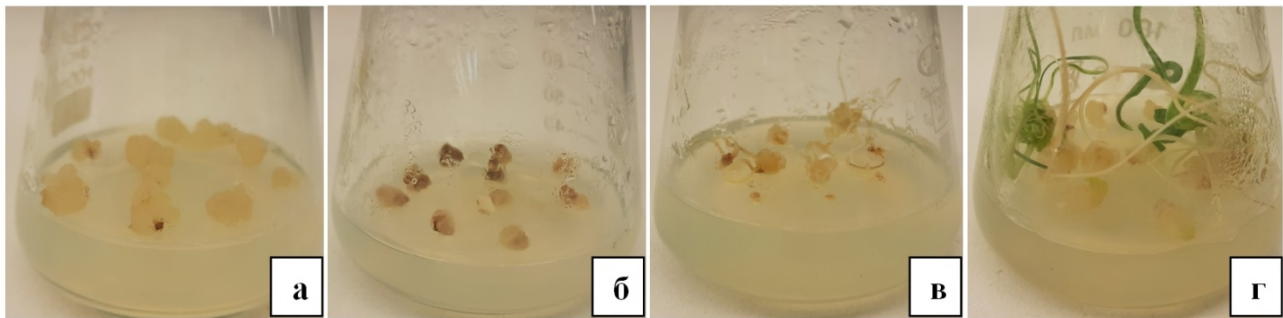


Рис. 2. Каллусы яровой мягкой пшеницы после 4-недельного культивирования эксплантов

Таким образом, различные формы мягкой пшеницы с пигментированным антоцианами зерном различались по активности каллусогенеза и способности формирования морфогенного каллуса при введении в культуру *in vitro*. Образец Blue A с окрашенным алейроновым слоем зерновки (голубая пшеница) не зависимо от типа экспланта активно формировал эмбриогенный каллус. Среди фиолетовых пшениц с окрашенным антоцианами перикарпом наибольшей активностью в культуре ткани и качественными морфогенными свойствами отличались образцы Konini и Фиолетовозерная. Вероятно, данные генотипы могут быть наиболее эффективно использованы в качестве объектов клеточной селекции.

Список литературы

1. Khlestkina, E. K. Flavonoid biosynthesis genes in wheat / E. K. Khlestkina, O. Y. Shoeva, E. I. Gordeeva // Russ. J. Genet. Appl. Res. – 2015. – Vol. 5(3). – P. 268–278.
2. Compositional differences in anthocyanins from blue- and purple-grained spring wheat grown in four environments in Central Saskatchewan / E.-S. M. Abdel-Aal, P. Hucl, J. Shipp [et al.] // Cereal Chem. – 2016. – Vol. 93. – P. 32–38.
3. Genetics and chemistry of pigments in wheat grain – A review / J. Lachman, P. Martinek, Z. Kotikova [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2017. – Vol. 74. – P. 145–154.
4. Хлесткина, Е. К. Гены, детерминирующие окраску различных органов пшеницы / Е. К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 1. – С. 202–216.
5. Nile, S. H. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health / S. H. Nile, S. W. Park // Nutrition. – 2014. – Vol. 30 (2). – P. 134–144.
6. Круглова, Н. Н. Каллус как модельная система для исследования стресс-устойчивости растений к абиотическим факторам (на примере злаков) / Н. Н. Круглова, О. А. Сельдиминова, А. Е. Зинатуллина // Успехи современной биологии. – 2018. – Т. 138, № 3. – С. 283–293.
7. Зинатуллина, А. Е. Модельная система «зародыш-зародышевый каллус» в экспресс-оценке стрессовых и антистрессовых воздействий (на примере злаков) / А. Е. Зинатуллина // Экобиотех. – 2020. – Т. 3, № 1. – С. 38–50.
8. Никитина, Е. Д. Разработка отдельных элементов технологии клеточной селекции яровой пшеницы на устойчивость к абиотическим стрессам / Е. Д. Никитина, Л. П. Хлебова, О. В. Ерещенко // Известия АГУ. – 2014. – № 3/2 (83). – С. 50–54.
9. Шуплецова, О. Н., Щенникова И.Н. Генетические источники селекции ячменя (*Hordeum vulgare*) в Волго-Вятском регионе / О. Н. Шуплецова, И. Н. Щенникова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, № 1. – С. 82–88.

УДК 581.143.6

ОСОБЕННОСТИ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO SIBIRAEAE ALTAIENSIS* (LAXM.) SCHNEID

Л. П. Хлебова, О. Н. Мироненко, Е. С. Бровко
Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

Род *Sibiraea* Maxim. входит в состав подсемейства Spiraeoideae Agardh. семейства Rosaceae Juss. и включает 5 видов, произрастающих в европейской части юга России, в Сибири, Юго-Восточной Европе и Западном Китае. *S. altaiensis* (Laxm.) Schneid. – эндемик Алтая, *S. croatica* Degen распространен в Хорватии и Боснии и Герцеговине (Восточные Альпы). *S. tianshanica* (Krassn.) A. Rojark. является эндемиком Тянь-Шаня. *S. tomentosa* Diels растет в центральном Китае, а *S. angustata* (Rehd.) Hand. Mazz. – в западной части Гималайского плато. Сибирка алтайская *S. altaiensis* произрастает только на Алтае, где занимает площадь около 74 тыс. кв. км. Растет в открытых горных долинах небольших рек и на склонах среднего пояса на высоте 600-1400 м над уровнем моря, формируя небольшие кустарниковые заросли [1, 2]. Это двудомная листопадная форма; взрослые растения достигают высоты до 150 см с толстыми ветвями и темно-коричневой корой. Листья сидячие, цельнокрайние, к основанию плавно суженные, к верхушке округлые, на кончике немного заостренные. Цветки раздельнополые, белые, в длинных кистях, собранных в метелку. Оси соцветий голые или едва опушенные. Цветет в мае – июне; плодоносит в июле – августе (рис. 1).



Рис. 1. Сибирка алтайская: мужское растение с отцветшими соцветиями (слева); женское растение с незрелыми семенами (справа) (популяция, произрастающая в окрестности с. Ело, Онгудайский район, Республика Алтай)

Изучение биохимического состава и антиоксидантной активности (АОА) экстрактов из надземных органов данного вида выявило наличие различных биологически активных соединений, в том числе флавонолов, катехинов, дубильных веществ, пектинов и протопектинов, каротиноидов, эфирных масел и др. [3–5]. Разнообразие вторичных метаболитов и высокая АОА определяют их выраженное гиполипидемическое и противоопухолевое действие. На Алтае листья *S. altaiensis* используют как суррогат чая, при лечении инсульта, лихорадки, гепатита [5].

Сибирка алтайская имеет большое декоративное значение. Рекомендуются для использования в живых изгородях, бордюрах и ленточных насаждениях на склонах, подверженных водной эрозии, в альпийских альпинариях, а также для межблочной посадки

деревьев и кустарников в больших парках. В ландшафтных насаждениях образует красивые группы с лиственницами. Рекомендуются как одиночные, так и групповые посадки. Вид отличает зимостойкость и теневыносливость [6]. Однако численность особей в местах естественного произрастания сокращается под влиянием хозяйственной деятельности и интенсивного выпаса скота. В природе *S. altaiensis* размножается только семенами. Всходы развиваются очень медленно и часто погибают на ранних стадиях развития. В настоящее время сибирка алтайская включена в Красные книги Алтайского края, Республики Алтай и Казахстана как реликт Алтайско-Саянской ботанико-географической провинции [7, 8].

Одним из перспективных подходов для сохранения данного эндемичного вида является его клональное микроразмножение [9]. Целью нашего исследования явилась разработка эффективного протокола введения в культуру *in vitro* *S. altaiensis*. В качестве эксплантов использовали боковые почки с частью стебля, вычлененного из вегетирующих побегов взрослых деревьев из природных популяций, произрастающих в местах их естественного обитания. Место сбора материала для введения в культуру *in vitro*: лугово-кустарниковое сообщество на пологом склоне на левом берегу р. Ело в окрестности с. Ело Онгудайского района Республики Алтай (рис. 1). Боковые почки освобождали от чешуй и подвергали последовательной стерилизации по следующей схеме: 10 мин в мыльном растворе, 1 ч в проточной воде, 2 мин в 70 % этаноле. Затем использовали 2 варианта стерилизующих растворов с различными временными интервалами: 5 % лизоформин (экспозиция 10 и 25 мин), 30% перексид водорода (экспозиция 10 и 25 мин). После стерилизации экспланты промывали стерильной водой трижды × 5 мин. Экспланты помещали на агаризованную (0,5 %) питательную среду Мурасиге-Скуга (МС), дополненную 30 г/л сахарозы и различными концентрациями гормонов. Изучено 9 вариантов цитокининов: 6-бензиламинопурин (БАП), кинетин (КН) и тидиазурон (ТДЗ) в концентрациях 0,5; 1,0 и 1,5 мг/л. Контролем служила безгормональная среда МС.

Подбор стерилизующего агента является одним из ключевых этапов введения эксплантов в культуру *in vitro*. Максимальный успех достигнут при использовании в качестве стерилизующего агента пероксида водорода в концентрации 30 % с экспозицией 25 мин, что обеспечивало около 50 % жизнеспособных асептических эксплантов (рис. 2а, б).

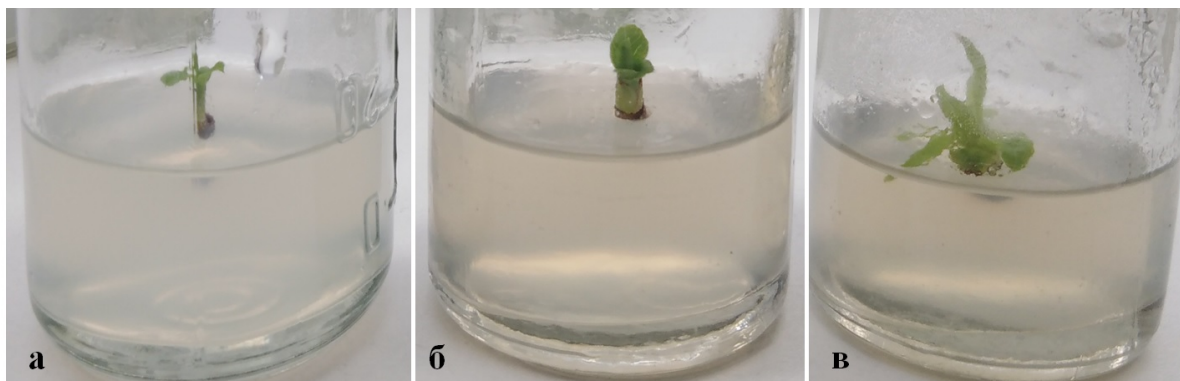


Рис. 2. Введение в культуру *in vitro* *Sibireae altaiensis*: а, б) исходные экспланты – латеральные почки; в) побег, сформированной из латеральной почки через 3 недели культивирования

Оптимальную скорость развития первичных побегов наблюдали при дозе 1,0 либо 1,5 мг/л БАП (рис. 2в). Через 3 недели культивирования 48,7 % эксплантов сформировали побеги размером 2-4 см. Использование КН и ТДЗ оказалось малоэффективным для пролиферации латеральных почек сибирки алтайской в культуре ткани. Их использование в концентрациях 0,5 и 1,0 мг/л обеспечивало развитие лишь единичных побегов, а высокие дозы приводили к некрозу эксплантов. Сформированные *de novo* побеги переносили на свежую безгормональную среду МС и культивировали далее в течение 3 недель, что стимулировало формирование дополнительных пазушных побегов. Затем их отделяли и

снова помещали на среду МС, дополненную 1,0 мг/л БАП. Через 3-4 недели первичные побеги разрастались в конгломераты, содержащие до 10-12 микропобегов (рис. 3а).

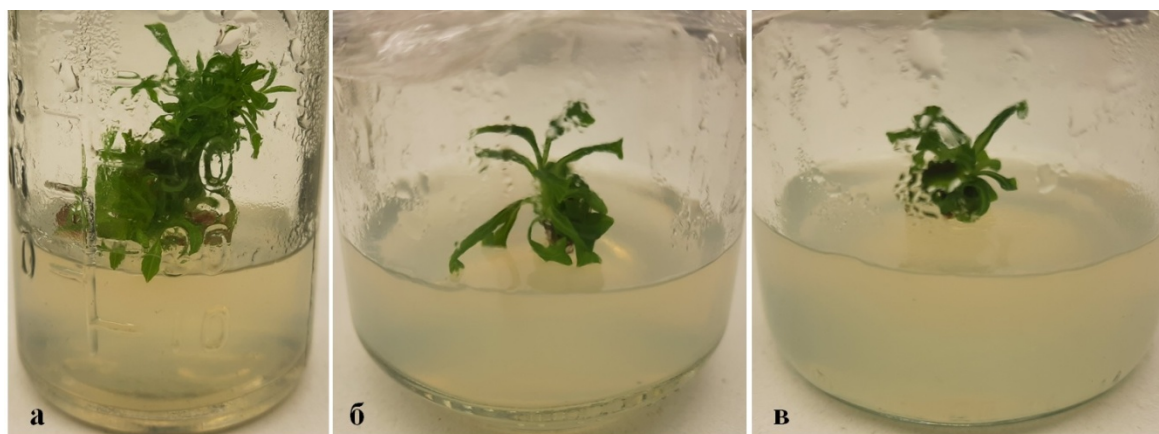


Рис. 3. Микроразмножение in vitro *Sibiraea altaensis*: а) микропобег, формирующий конгломерат через 3 недели культивирования; б, в) микропобеги, отделенные от конгломерата для последующего размножения

Изолированные из конгломератов микропобеги вновь помещали на безгормональную среду МС (рис. 3б, в), что приводило через 3 недели к развитию новых конгломератов. Таким образом, чередование циклов культивирования на безгормональной среде МС и среде, содержащей 1 мг/л БАП, обеспечивает высокий коэффициент размножения *S. altaensis*.

Работа подготовлена при поддержке Управления Алтайского края по пищевой, перерабатывающей, фармацевтической промышленности и биотехнологиям (Соглашение № 3 от 16.06.2020).

Список литературы

1. Выдрина, С. Н. Род сибирка – *Sibiraea* Maxim. / С. Н. Выдрина, В. И. Курбатский, А. В. Положий. – Флора Сибири. – Новосибирск, 1988. – Т. 8. – С. 20.
2. Коропачинский, И. Ю. Древесные растения Азиатской России / И. Ю. Коропачинский, Т. Н. Встовская. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, «Гео», 2002. – С. 293–398.
3. Kirillov, V. Yu. Chemical composition of essential oil from *Sibiraea altaensis* / V. Yu. Kirillov, T. N. Stikhareva, B. M. Mukanov [et al.] // Chemistry of Natural Compounds. – 2016. – Vol. 52, No. 5. – P. 941–942.
4. Костикова, В. А. Содержание фенольных соединений в листьях *Sibiraea altaensis* (Rosaceae) при интродукции и в природе / В. А. Костикова, Е. П. Храмова, С. Я. Сыева // Растительные ресурсы. – 2018. – Т. 54(3). – С. 409–419.
5. Костикова, В. А. Биологически активные вещества и антиоксидантная активность *Sibiraea altaensis* (Laxm.) Schneid. (Rosaceae) / В. А. Костикова, Т. А. Кукушкина, Т. М. Шалдаева [и др.] // Химия растительного сырья. – 2019. – № 4. – С. 181–190.
6. Сыева, С. Я. Особенности роста и развития эндемика Алтая *Sibiraea altaensis* в культуре / С. Я. Сыева, А. О. Аильчиева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 9 (119). – С. 55–59.
7. Красная книга Алтайского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений / под ред. Р. В. Камелина. – Барнаул: ОАО «ИПП «Алтай», 2006. – С. 176.
8. Красная книга Республики Алтай (растения) / под ред. И. М. Красноборова. – Горно-Алтайск: Горно-Алтайская типография, 2007. – С. 134–135.
9. Kirillov, V. In vitro micropropagation of ornamental rare species *Sibiraea altaensis*: An endemic of Altai / V. Kirillov, M. Serafimovich, T. Stikhareva [et al.] // Intl. J. Agric. Biol. – 2019. – Vol. 21. – P. 997–1003.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Aghayeva S. Q. THE INFLUENCE OF FILTERING TO CONTENT AND QUALITY OF WINE	3
Агеенко Д. Д., Резниченко И. Ю. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ МУЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	5
Алексеева Т. В., Черемушкина И. В., Агаева Н. Ю., Малакова Л. А., Столяров А. Е., Талтынова Е. С. ПИЩЕВЫЕ ЭМУЛЬГИРОВАННЫЕ ПЕНЫ С НАТИВНЫМ КАЛЬЦИЕМ	7
Алибаева Б. Н., Есенбаева А. Ж. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА ИЗ ШИПОВНИКА С ДЕТОКСИКАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ	9
Алиева Г. Р. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КАЧЕСТВО МУСКАТНЫХ ВИН	12
Анискина М. В., Горобец Д. В., Сенько А. В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ФОРМЫ КОРМОВОГО БИОПРОДУКТА	14
Артюхова С. И., Мамаев О. А., Толстогузова Т. Т. БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА КЕРАТИНАЗЫ ..	16
Асякина Л. К., Дышлюк Л. С., Степанова А. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ БИОМАССЫ КАЛЛУСНЫХ КУЛЬТУР ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ	19
Аухадиева М. И., Дубков И. А., Дубкова Н. З. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ОБЖАРЕННОГО КОФЕ В ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ	22
Рахманова М. М., Ахмедов М. Э., Демирова А. Ф. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ТЕПЛОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ ЧЕРЕШНЕВОГО КОМПОТА ГОРЯЧИМИ ВОЗДУХОМ И ВОДОЙ С ВОДЯНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ	25
Балаогланова К. В., Гадимова Н. С. ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ МЕЗГИ НА ИНДЕКС БРИКСА	27
Белавина Г. А. РАЗРАБОТКА НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ С НАПРАВЛЕННЫМ СИСТЕМНЫМ ДЕЙСТВИЕМ	29

Беляева Т. Н., Холявка М. Г., Артюхов В. Г. ОЦЕНКА ПРОТЕКТОРНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАТРИЦЫ ХИТОЗАНА ПО ОТНОШЕНИЮ К КОЛЛАГЕНАЗЕ ПРИ АДсорбЦИОННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ ..	31
Панкина И. А., Бобырева А. А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МУКИ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	33
Болгова М. А., Клейменова Н. Л., Болгова И. Н. СРАВНЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА НЕРАФИНИРОВАННОГО И РАФИНИРОВАННОГО ПОДСОЛНЕЧНЫХ МАСЕЛ	35
Бубырь И. В. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ РЫБОМЯСНЫХ КОЛБАС	37
Вострикова Н. Л., Жердев А. В., Зверева Е. А., Чернуха И. М. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МЕТОДИК ДЛЯ ДВУХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ СКРИНИНГОВОГО И АРБИТРАЖНОГО КОНТРОЛЯ СОСТАВА МЯСОПРОДУКТОВ, НАПРАВЛЕННОГО НА ВЫЯВЛЕНИЕ СЛУЧАЕВ НАРУШЕНИЯ УСТАНОВЛЕННЫХ РЕЦЕПТУР	40
Гнездилова А. И., Музыкантова А. В., Виноградова Ю. В. ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ МОЛОЧНОГО КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ПРОДУКТА С САХАРОМ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ	43
Гуринович Г. В., Патракова И. С., Серегин С. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ХИТОЗАНА КАК КОМПОНЕНТА ФАРШЕВЫХ МЯСНЫХ СИСТЕМ	46
Гуринович Г. В., Мышалова О. М., Хренов В. А. СУХОЕ СОЗРЕВАНИЕ МРАМОРНОЙ ГОВЯДИНЫ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА	49
Джафарова К. Т. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ВИН ТИПА ПОРТВЕЙНА ИЗ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА	51
Джумажанова М. М., Какимова Ж. Х., Мирашева Г. О., Тулькебаева Г. Е., Байбалинова Г. М. ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ ПРОБИОТИКОВ В МОДЕЛЬНОЙ СРЕДЕ	53
Дубовицкая А. Н., Холявка М. Г., Лавлинская М. С., Сорокин А. В., Артюхов В. Г. ИММОБИЛИЗАЦИЯ ТРИПСИНА НА ПОЛИВИНИЛКАПРОЛАКТАМЕ И ЕГО СОПОЛИМЕРАХ С ПОЛИВИНИЛИМИДАЗОЛОМ	56
Дымов Е. В., Резниченко И. Ю. АНАЛИЗ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БАЛЛОВЫХ ШКАЛ	58

Елизарова А. Е., Федянина Л. Н., Смертина Е. С., Лях В. А. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ ИЗ ШИПОВНИКА В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ.....	60
Емельяненко В. П., Савельев С. Н., Руденская Е. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДКОРМКИ ДЛЯ ДРОЖЖЕЙ С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕМЕНИ СБРАЖИВАНИЯ НАПИТКА НА ОСНОВЕ КУЛЬТУРЫ MEDUSOMYCES GYSEVII.....	63
Забегалова Г. Н., Ермолина А. М. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	66
Жданов Д. А., Варивода А. А. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАФИНАЦИИ ПОДСОЛНЕЧНЫХ МАСЕЛ	69
Журавлева А. О., Сидоров Ю. Д., Крякунова Е. В., Поливанов М. А. РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ ДЛЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ	71
Забегалова Г. Н., Новокшанова А. Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЧНЫХ БЕЛКОВ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МЯСНОМУ ПАШТЕТУ	73
Иванкин А. Н., Куликовский А. В., Князева А. С., Сорокин А. М. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВОГО БЕЛКА	75
Идиятов И. И., Ерошин А. И., Хаммадов Н. И., Хабилова С. Р. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭНДОФИТНЫХ ШТАММОВ	78
Иманова К. В. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НАСТАИВАНИЯ НА МЕЗГЕ НА КАЧЕСТВО РОЗОВЫХ ВИН	81
Иммамкулиева М. М., Фаталиев Х. К. ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И СОЗРЕВАНИЯ ВИН НА ЦВЕТ ОБРАЗЦОВ КАГОРА	83
Киселева Т. Ф., Пермякова Л. В., Сергеева И. Ю., Миллер Ю. Ю. ОБРАБОТКА ВОДЫ УЛЬТРАЗВУКОМ НА СТАДИИ ЗАМАЧИВАНИЯ – СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОРАЩИВАНИЯ ЯЧМЕНЯ	85
Коденцова В. М., Вржесинская О. А., Бекетова Н. А., Кошелева О. В., Акимов М. Ю. ВИТАМИННАЯ ЦЕННОСТЬ ПЛОДОВ САДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР	88
Король С., Мезенова О. Я. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛИРОВАННОГО БИОПРОДУКТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА	91

Коростелева М. М. ПРОБЛЕМА ДЕТЕКЦИИ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЭСТРОГЕНОВ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ	94
Корчагина А. Ю., Брындина Л. В. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ	97
Крикунова Л. Н., Дубинина Е. В. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОЗВРАТНЫХ ОТХОДОВ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ ДИСТИЛЛЯТОВ	99
Мельникова Е. И., Богданова Е. В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ИНАКТИВАЦИИ ПРОТЕАЗ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ГИДРОЛИЗАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ	102
Милованова Ю. Е., Милентьева И. С. ОСОБЕННОСТИ КАРТОФЕЛЬНОГО ПЕКТИНА И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	104
Мингазова Л. А., Крякунова Е. В., Канарская З. А., Канарский А. В. ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОсорбЕНТА, ПОЛУЧЕННОГО ТРЕХСТАДИЙНОЙ ОБРАБОТКОЙ БИОМАССЫ ГРИБА <i>RHIZOPUS</i> <i>ORYZAE</i> F-1030	107
Московенко Н. В. ВЛИЯНИЕ МУЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЭСКТРУЗИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ	109
Науменко Е. А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ПАШТЕТА, ОБОГАЩЁННОГО БЕТА-КАРОТИНОМ, ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ	112
Некрасова Ю. О., Мезенова О. Я. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПИЩЕВЫЕ РЕСУРСЫ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОТЕИНОВЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ СПОРТИВНОГО ПИТАНИЯ	114
Новокшанова А. Л., Матвеева Н. О., Зайцев К. А. ИЗУЧЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ МАЛЬТОДЕКСТРИНА И КОНЦЕНТРАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В МОЛОЧНОМ СЫРЬЕ	117
Осипова М. В. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РЕЧНОЙ РЫБЫ	119
Пазенко Я. Э., Иванченко О. Б. ОБОГАЩЕНИЕ НАПИТКА БРОЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ОБЛЕПИХИ	121
Панкова С. М., Холявка М. Г., Артюхов В. Г. ФЕРМЕНТНЫЙ ПРЕПАРАТ НА ОСНОВЕ БРОМЕЛИНА И ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ РАЗЛИЧНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ: ДИНАМИКА УСТОЙЧИВОСТИ	124

Патракова И. С., Серегин С. А., Патшина М. В. ОРГАНИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ – НОВЫЙ ТРЕНД В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	126
Петрова А. С. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБПРОДУКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ	128
Подлегаева Т. В., Чаплыгина О. С. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ АНТИБИОТИКОВ ТЕТРАЦИКЛИНОВОЙ ГРУППЫ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ	131
Потороко И. Ю., Цатуров А. В., Кадис А. М., Малинин А. В., Науменко Н. В. СОЗДАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА БИОСФЕРУ	133
Прокопенко И. А. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСОПРОДУКТОВ	135
Просеков А. Ю., Козлова О. В. ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ПСИХРОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ	138
Пряничникова Н. С., Федотова О. Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМОВ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ ..	141
Старовойтова К. В., Долголюк И. В., Сергеева И. Ю. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА «НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГЕНОТОКСИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ»	144
Стенина А. Р. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КРАФТОВОГО ПИВОВАРЕНИЯ В РОССИИ	147
Стефанова И. Л., Кропачева Е. В., Клименкова А. Ю., Мотина Н. В., Перова И. Б., Мазо В. К. ТЕХНОЛОГИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА ПИЩЕВОЙ МАТРИЦЫ – КОМПЛЕКСА ПОЛИФЕНОЛОВ КЛЮКВЫ С КОАГУЛИРОВАННЫМ ЯИЧНЫМ БЕЛКОМ	149
Стрельченко А. Д. ОВСЯНОЕ ТОЛОКНО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ	152
Бабич О. О., Иванова С. А., Сухих С. А. ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАПСУЛИРОВАННОГО ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА L-ФЕНИЛАЛАНИН-АММОНИЙ- ЛИАЗЫ	154

Тепомес К. Е., Иванченко О. Б., Мироненко Н. В. СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ <i>RYZENOPHORA TRITICI-REPENTIS</i> ПО ГЕНАМ ЭФФЕКТОРАМ ТОХА И ТОХВ	157
Тихомирова Н. А., Нгуен Б. Т. ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ НИЗКОЛАКТОЗНЫХ ПРОДУКТОВ	159
Толмачев В. О., Тихонов С. Л., Тихонова Н. В. СПОРТИВНЫЙ НАПИТОК АНТИОКСИДАНТНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ	161
Толмачёв О. А. ПРИРОДНЫЕ АДАПТОГЕНЫ ЭРГОГЕННОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ	163
Ухалкина Д. И., Асякина Л. К. ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТСКИХ МОЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ	165
Харапаев М. Н., Тихонов С. Л. ТЕХНОЛОГИЯ ИНКАПСУЛЯЦИИ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	168
Хвостов Д. В., Вострикова Н. Л., Чернуха И. М. СРАВНЕНИЕ БИОМАРКЕРНЫХ ПЕПТИДОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ СВИНИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНИТОРИНГА МНОЖЕСТВЕННЫХ РЕАКЦИЙ	171
Хоконова М. Б., Цагоева О. К. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАХАРИВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРИБНОЙ КУЛЬТУРЫ И СОЛОДА	174
Чиликин А. Ю. РАЗРАБОТКА БИОЙОГУРТА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КАЛЬЦИЯ	177
Чиркова В. Ю., Шарлаева Е. А. ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПЕРОКСИДАЗЫ В ПРОРОСТКАХ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ УФ-ОБРАБОТКИ	180
Резниченко И. Ю., Чистяков А. М. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ	182

**ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: ЭКОРАСТЕНИЕВОДСТВО И
БИОЗЕМЛЕДЕЛИЕ**

Абакумов Е. В., Андронов Е. Е., Кимеклис А. К., Гладков Г. В., Иванова, Е. А. Евдокимова Е. В., Зверев А. О. МИКРОБИОМНЫЕ ДРАЙВЕРЫ ПОЧВОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ	184
Ажогина Т. Н., Хмелевцова Л. Е., Гильдебрант А. В., Сазыкина М. А. ГЕНЫ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ В ПОЧВАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ...	186
Бурлаченко А. С. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ..	188
Былич Е. Н. ОЦЕНКА НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ЗАСУХЕ МОЛДАВСКИХ СТАРОДАВНИХ СОРТОВ КУКУРУЗЫ	190
Власенко Н. Г., Егорычева М. Т., Бурлакова С. В. БИОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ БОЛЕЗНЕЙ	193
Гильдебрант А. В., Кудеевская Е. М., Сазыкин И. С., Сазыкина М. А. МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК <i>PSEUDOMONAS PUTIDA</i> В СОСТАВЕ БИОПЛЕНОК В ПРИСУТСТВИИ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ	196
Иванкова А. И., Брикманс А. В., Нестерова О. В., Ивко Т. В., Семаль В. А. ИЗМЕНЕНИЕ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА АГРОПОЧВ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОУГЛЯ (НА ПРИМЕРЕ АГРОПОЧВ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ)	198
Ивко Т. В., Иванкова А. И. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ «ДЫХАНИЯ ПОЧВ» ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РОССИИ ..	201
Ковалевский А. В., Тарасова И. В., Лучникова Е. М., Филиппова А. В., Воронина Л. А., Гашков С. И., Ильяшенко В. Б., Зубко К. С., Сметанин А. В., Ефимов Д. А. ПРИРОДООХРАННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА (КУЗБАССА)	204
Kolot R. V., Ospanova A. K. MILDEW ON BIRCH IN THE PARK OF THE CITY OF PAVLODAR	207
Kolot K. V. THE URGENCY OF THE PROBLEM OF RECYCLING ACID SLUDGE	210
Королева Е. Н. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА БАРНАУЛА	212
Гильдебрант А. В., Кудеевская Е. М., Ажогина Т. Н., Сазыкин И. С. ФОРМИРОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК В ПРИСУТСТВИИ ПАРАФИНА	215

Ларионов А. В., Зверев А., Волобаев В. П. ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ УГОЛЬНО-ПОРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	217
Нигматзянов А. С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ПОЧВЫ	220
Переломов Л. В., Переломова И. В., Атрощенко Ю. М. ПОГЛОЩЕНИЕ ЦИНКА КАОЛИНИТОМ В ПРИСУТСТВИИ ПРИРОДНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУЛЬВОКИСЛОТ	223
Свистунова В. И., Голошапова Н. Н., Гончаров С. В. СЕЛЕКЦИЯ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЕ	226
Тастамбек К. Т., Акимбеков Н. Ш. ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОУДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННЫХ БУРЫХ УГЛЕЙ	228
Черенко В. А., Филипенко Е. А., Фролова Т. С. САЙЛЕНСИНГ ФИТОЕНДЕСАТУРАЗЫ <i>N. BENTHAMIANA</i> С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЦРНК, СИНТЕЗИРОВАННОЙ <i>IN VIVO</i>	230
Шеметев А. А. БИОЭКОЛОГИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ В РАМКАХ ТОПЛИВНОЙ РЕВОЛЮЦИИ	232
<u>БИОТЕХНОЛОГИЯ КАК ОСНОВА СЕЛЕКЦИИ И ГЕНЕТИКИ</u>	
Австриевских А. Н., Борисова И. С., Позняковский В. М. ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ШТАММОВОГО ПЕЙЗАЖА МИКРОБИОТЫ КИШЕЧНИКА И НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ.....	234
Борисова И. С., Мальцева Е. М. МИКРОБИОМ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА: ЭВОЛЮЦИОННОЕ СТАНОВЛЕНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОЙ МИКРОФЛОРЫ В ЦЕЛЯХ ПРОФИЛАКТИКИ И КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	236
Бровко Е. С., Хлебова Л. П., Мироненко О. Н. ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ <i>IN VITRO RHODODENDRON DAURICUM L</i>	238
Бурлаченко А. С., Дышлюк Л. С. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ БИОДЕСТРУКЦИИ КОКАМИДОПРОПИЛБЕТАИНА	241
Волобаев В. П., Щетникова Е. А. ХРОМОСОМНЫЕ НАРУШЕНИЯ В ЛЕЙКОЦИТАХ КРОВИ У ЛИЦ ПОДВЕРЖЕННЫХ ХРОНИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ СОЕДИНЕНИЙ ФТОРА	243
Воробьева Е. Е., Гордеева Л. А. ВОСПРИЯТИЕ ПРОДУКТОВ С ГОРЬКИМ ВКУСОМ У ЧЕЛОВЕКА	245

Дружинин В. Г., Баранова Е. Д., Волобаев В. П. БАКТЕРИАЛЬНЫЙ МИКРОБИОМ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ БОЛЬНЫХ РАКОМ ЛЕГКОГО И ЕГО СВЯЗЬ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ГЕНОМА В ЛИМФОЦИТАХ КРОВИ	247
Позняковский В. М., Попова Н. В. БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ДЛЯ НУТРИЕНТНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ КИШЕЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ	249
Руденская Е. А., Савельев С. Н., Емельяненко В. П. <i>ASPERGILLUS ORYZAE</i> – ПРОДУЦЕНТ КОМПЛЕКСА ФЕРМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	251
Савельев С. Н., Руденская Е. А., Емельяненко В. П. ПРИМЕНЕНИЕ БЕЛКОВОГО ПРЕПАРАТА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ПОМОЩИ <i>LUMBRICUS TERRESTRIS</i>	253
Смирнов А. В., Юнусова А. М., Баттулин Н. Р. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ КОНВЕРСИИ ЛАКТОЗЫ В ПРЕБИОТИЧЕСКИЕ ГАЛАКТООЛИГОСАХАРИДЫ (ГОС) В МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЕ МЫШИ	256
Хлебова Л. П., Шкуркина А. А., Лепехов С. Б. ИНДУКЦИЯ КАЛЛУСОГЕНЕЗА У ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ С ФИОЛЕТОВОЙ И ГОЛУБОЙ ОКРАСКОЙ ЗЕРНА	259
Хлебова Л. П., Мироненко О. Н., Бровко Е. С. ОСОБЕННОСТИ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ IN VITRO <i>SIBIRAEA ALTAIENSIS</i> (LAXM.) SCHNEID	262

