

Включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь
 для опубликования результатов диссертационных исследований
 Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь
 от 2 февраля 2011 г. № 26



ISSN 2073-4794

№4(22)
 2013

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

2008

4

г. Минск, ул. Мухоморова, 29, к. 1
 220037, Республика Беларусь
 Тел./факс: (375-17) 285-39-70/
 285-39-71, 294-31-41 (моб.)
 e-mail: biblio@belproduct.com

Учредитель

« Белорусский институт пищевой промышленности и технологий »
 (Учрежден постановлением
 № 590 от 30 декабря 2009 г.)

Главный редактор

Заместитель главного редактора

Ответственный редактор

Ì àðèí à Í èèíèààáí à Р øèààè±

Редакционный совет

« Белорусский институт пищевой промышленности и технологий »
 05.12.2013.
 60×84/8.
 NewtonС.
 . . . 12,7. - . . . 10,20.
 100 . . . 493.
 № 02330/0494336 16.03.2009.
 № 02330/0494120 11.03.2009.
 , 17, 220004, . . .

:
 01241
 012412

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Ж.В. Кошак, А.В. Покрашинская. Анализ рынка макаронных изделий Республики Беларусь	3
Н.В. Комарова, Е.С. Александровская, Е.С. Колядич, К.С. Рябова. Технологические аспекты использования инулина при разработке новых видов соковой продукции для питания детей дошкольного возраста.....	9
А.В. Кантерова, Г.И. Новик. Характеристика грибов вида <i>penicillium roqueforti</i> из фонда белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов.....	16
Л.А. Касьянова. Оптимизация режимов проращивания овса голозерного.....	21
Е.П. Франко. Разработка биологически активной добавки из бахчевой культуры.....	27
Т.К. Крупская, Л.П. Лосева, С.С. Ануфрик, А.Г. Мойсеёнок. Возможности рентгенофлуоресцентного анализа в исследовании микроэлементного состава пищевых продуктов и сырья.....	36
И.М. Почицкая, И.Е. Лобазова, Е.И. Козельцева, С.Н. Верещак. Определение содержания глиаина в пищевых продуктах методом иммуноферментного анализа	44
И.И. Кондратова, В.Н. Бабодей, В.С. Голубева, А.В. Пчельникова, О.А. Шавковская. Исследование свойств модельных жировых смесей для маргариновой продукции	48
Ж.В. Кошак, Е.М. Минина, А.Э. Кошак, Ю.И. Апончик. Подбор оптимальных параметров гидротермической обработки зерна твердой пшеницы, районированной в Республике Беларусь.....	55
Е.М. Моргунова, Н.А. Шелегова, С.Л. Масанский, Ю.С. Назарова. Новые натуральные напитки на основе соковых экстрактов	61
Е.М. Моргунова, Л.И. Нефёдов, Ю.С. Назарова. Влияние микроскопической водоросли хлореллы на интенсивность роста дрожжей <i>saccharomyces cerevisiae</i>	65

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

А.В. Дорошенко, К.Б. Жук. Испарительные охладители на основе пористых многоканальных керамических структур	69
И. В. Жук, Н. А. Руденец. Рекомендации для предприятий мясомолочной отрасли при экспортной отгрузке продукции автомобильным транспортом	77
В.П. Онищенко, Ю.А. Желиба, С.В. Харченко. Экспериментальное исследование тепловлажностных процессов испарения на примере нафталина и четырёххлористого углерода	86

ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

О.С. Агафонов, Б.Я. Витюк, И.А. Гореликова, С.Г. Ефименко, Л.В. Зверев, С.М. Прудников. Высокоолеиновый подсолнечник и современные методы контроля содержания олеиновой кислоты.....	91
О.В. Кочубей-Литвиненко, Т.Г. Осьмак, Н.В. Рябоконт. Комплексная оценка качества сгущенных молочных консервов с сахаром и плодово-ягодными сиропами.....	94
И.П. Едимечева, А.А. Сосновская, О.И. Шадыро. Химический состав и окислительная стабильность льняного масла	99
А.В. Кантерова, И.С. Важинская, Г.И. Новик, Е.А. Цед. Оптимизация методов хранения промышленно-ценных дрожжей рода <i>zygosaccharomyces</i>	106

В работе проведен анализ макаронных изделий 11 торговых марок различных производителей, как отечественного, так и зарубежного производства, представленных на рынке Республики Беларусь. В зависимости от вида используемого сырья изучены органолептические, физико-химические показатели качества, исследован химический состав образцов макаронных изделий, а также определены варочные свойства. Намечены пути развития научных исследований по повышению качества и расширению ассортимента макаронных изделий.

АНАЛИЗ РЫНКА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УО Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь**

***Ж.В. Кошак**, кандидат технических наук, доцент, заведующий
кафедрой технологии хранения и переработки растительного сырья;
А.В. Покрашинская, старший преподаватель кафедры технологии хранения
и переработки растительного сырья*

Введение. Макароны занимают особое место в культуре питания населения многих стран мира. В состав классических макаронных изделий входит пшеничная мука и вода. Основное достоинство — это возможность длительного хранения без потери качества, высокая усвояемость, пищевая ценность и экономичность, а также простота в приготовлении и возможность создания большого разнообразия блюд [1].

В настоящее время существует большое разнообразие макаронных изделий. В зависимости от вида исходной пшеницы и сорта муки макаронные изделия согласно СТБ 1963-2009 подразделяются на группы: группа А — изделия из муки твердой пшеницы; группа Б — изделия из муки мягкой высокостекловидной пшеницы; группа В — изделия из хлебопекарной муки мягкой пшеницы, из мягкой пшеницы с добавлением твердой и содержанием клейковины не менее 28 %; группа Г — изделия из хлебопекарной муки мягкой пшеницы, из мягкой пшеницы с добавлением твердой и содержанием клейковины не менее 23 % [2].

Основная часть. Для изучения качества макаронных изделий, представленных на рынке Республики Беларусь, были отобраны образцы изделий, характеристика которых представлена в табл. 1.

1. ,

№ п/п	Марка изделия	Страна изготовитель	Сырье, используемое для производства (указано на этикетке)	Группа, сорт
1	«Colavita»	Италия	крупка из твердых сортов пшеницы	группа А, высший сорт
2	«Spighe di campo»	Италия	крупка из твердых сортов пшеницы	группа А, высший сорт
3	«Riesa»	Германия	крупка из твердых сортов пшеницы	группа А, высший сорт
4	«Selva»	Турция	крупка из твердых сортов пшеницы	группа А, высший сорт
5	«Galina Blanca»	РФ, г.Гор	крупка из твердых сортов пшеницы	группа А, высший сорт
6	«Federici»	РФ, г. Москва	крупка из твердых сортов пшеницы	группа А, высший сорт

№ п/п	Марка изделия	Страна изготовитель	Сырье, используемое для производства (указано на этикетке)	Группа, сорт
7	«Cezaria»	РБ, Гомельская обл.	крупка из твердых сортов пшеницы (производства РФ, Украины и др.)	группа А, высший сорт
8	«Столичная мельница»	РБ, г. Минск	мука крупчатка из мягкой высококостекловидной пшеницы	группа Б, сорт крупка
9	«Пастораль»	РБ, г. Борисов	мука пшеничная хлебопекарная в/с	группа В, высший сорт
10	«Pasta Zara»	Италия	мука из цельносомлотого зерна твердой пшеницы	группа А
11	«Lubella»	Польша	мука из цельносомлотого зерна твердой пшеницы	группа А

Качество исследуемых образцов оценивалось по органолептическим и физико-химическим показателям качества в соответствии с требованиями СТБ 1963-2009. Изучался химический состав макаронных изделий, и оценивались их варочные свойства.

Все исследуемые макаронные изделия имеют вкус и запах, свойственные макаронным изделиям без посторонних привкусов и запахов, поверхность гладкая, вид в изломе стекловидный. Различие образцов наблюдается только в их цвете. Образцы макаронных изделий марок «Colavita», «Spighe di campo» имеют янтарно-желтый цвет; «Riesa», «Selva», «Galina Blanca» и «Federici» — желтый; «Cezaria», «Пастораль», «Столичная мельница» — светло-желтый и «Pasta Zara», «Lubella» — темно-желтый с коричневым оттенком.

Цвет изделия зависит от используемого сырья. Макароны, изготовленные из крупки твердой пшеницы, отличаются более насыщенным желтым, янтарным цветом, в отличие от изделий, полученных из муки мягких сортов пшеницы. Эндосперм твердой пшеницы, в отличие от эндосперма мягкой, характеризуется высоким уровнем содержания каротиноидов, которые придают макаронным изделиям привлекательный янтарно-желтый, золотистый цвет. Однако этот признак зависит от сорта зерна и погодно-климатических условий. Поэтому ценность твердой пшеницы и продуктов ее переработки определяется, в том числе, и содержанием желтых пигментов. Темно-желтый с коричневым оттенком цвет изделий из цельносомлотого зерна связан с тем, что в их состав входят частицы оболочек, зародыша и аллейронового слоя, которые и придают готовым изделиям темный цвет.

Содержание каратиноидов в исследуемых образцах определялось по методике Хольма-Ветштейна [3] и представлено на рис. 1.

Анализируемый показатель у изделий группы А практически в 2 раза превышает этот же показатель у изделий групп Б и В. Исключение составляет образец «Cezaria», у которого содержание каратиноидов находится на уровне изделий групп Б и В. Это может быть связано с качеством исходной муки или условиями хранения в результате чего каратиноиды могли подвергнуться процессу окисления и обесцветиться. У изделий из цельносомлотого зерна содержание каратиноидов выше в среднем на 33%, чем у остальных изделий группы А, т.к. в муке из цельносомлотого зерна содержатся периферийные части зерна, обладающие большим содержанием каратиноидов, в отличие от чистого эндосперма.

Из физико-химических показателей качества исследовались влажность, кислотность и массовая доля золы. В соответствии с требованиями СТБ 1963-2009 влажность не должна превышать 13%. Влажность всех исследуемых образцов находится в пределах 10,0 — 10,9%, что соответствует установленной норме. Кислотность макаронных изделий должна быть не более 4,0 град. Этому требованию соответствуют все образцы, за исключением образцов из муки из цельносомлотого зерна. Изделия марки «Pasta Zara» превышают установленную норму кислотности в 1,1 раза, а изделия марки «Lubella» в 1,38 раза, т.к. мука из цельносомлотого зерна по сравнению с сортовой мукой имеет более высокую кислотность из-за содержания в ней периферийных частиц, в частности алейронового слоя, который содержит большое количество жиров, что уменьшает срок хранения макаронных изделий.

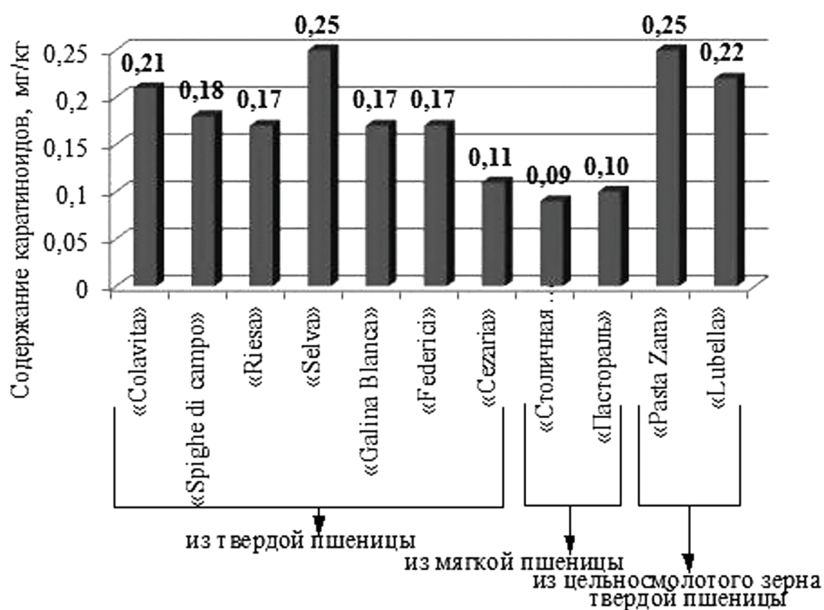


Рис. 1. Содержание каротиноидов в исследуемых образцах макаронных изделий

Химический состав продукта играет не менее важную роль при оценке качества макаронных изделий. Употребляя в пищу, продукты со сбалансированным химическим составом человек получает все необходимые питательные вещества. Зная химический состав продукта можно определить его пищевую ценность. В понятие пищевая ценность входит несколько составляющих, одной из которых является биологическая ценность, которая в свою очередь зависит от содержания белка в продукте питания. С технологической точки зрения содержание белка влияет на прочность и упругость сырых изделий, а также на водопоглощающую способность изделий при варке и прочность сваренных изделий.

Данные по содержанию белка и крахмала в исследуемых образцах представлены на рис. 2.

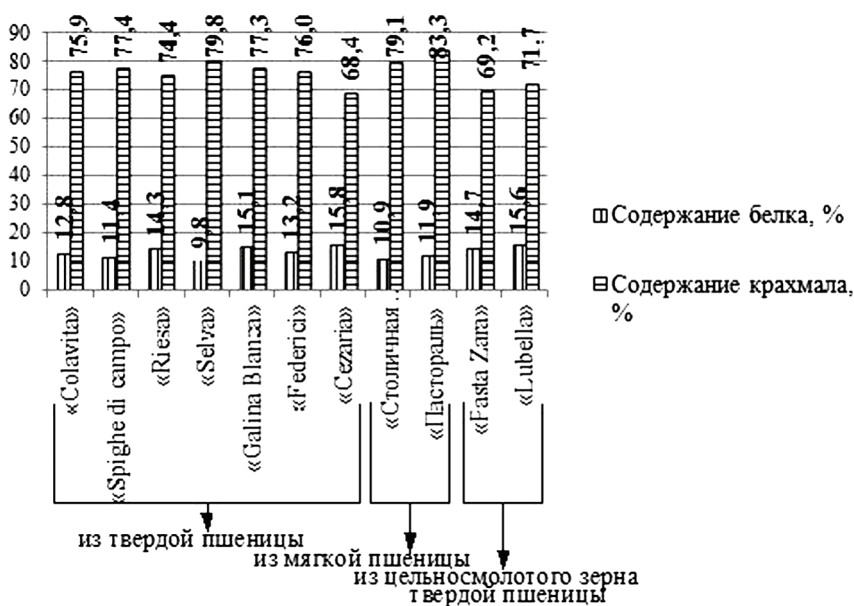


Рис. 2. Содержание белка и крахмала в исследуемых образцах макаронных изделий

Исследуемые образцы значительно различаются как по содержанию белка, так и по его качеству, что связано с особенностями зерна твердой и мягкой пшеницы. В эндосперме зерна твердой

пшеницы преобладает прикрепленный белок (хафтпротеин), который прочно связан с крахмальными гранулами, обволакивая их и соединяя в монолитную стекловидную массу. В мучнистом эндосперме мягкой пшеницы преобладает промежуточный белок (цвикельпротеин), который слабо связан с зернами крахмала в виде отдельных перемычек с наличием воздушных включений.

В среднем содержание белка в изделиях группы А в 1,2 раз превышает содержание белка в остальных изделиях (рис.2). Однако, в образцах группы А также наблюдаются значительные различия по данному показателю. Содержание белка зависит от сорта пшеницы и почвенно-климатических условий. Эти же факторы влияют и на содержание крахмала. Зависимость между содержанием крахмала и белка обратная. Например, у итальянского образца «Colavita» содержание белка составляет 12,8 %, а крахмала — 75,9 %, а у белорусского образца «Cezaria» 15,84 % и 68,4 % соответственно. Изделия группы А содержат меньше крахмала, чем остальные изделия, что связано с особенностями зерна твердой пшеницы. Как известно, крахмал относится к «быстрым» углеводам и хорошо усваивается организмом человека. Избыток, поступающих углеводов переходит в жировую ткань, в результате чего может возникнуть ожирение, приводящее к ряду заболеваний. Следовательно, чем выше содержание белка и ниже содержание крахмала, тем выше качество и пищевая ценность изделий.

На рис. 3 представлено содержание жира и общей зольности в исследуемых образцах макаронных изделий.

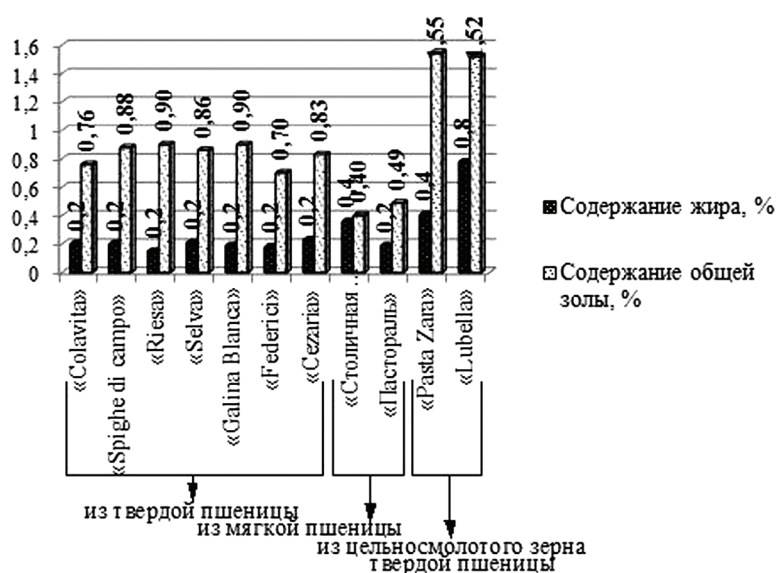


Рис. 3. Содержание жира и общей зольности в исследуемых образцах макаронных изделий

Содержание жира (рис. 3) в исследуемых образцах варьируется незначительно, за исключением изделий марок «Pasta Zara» и «Lubella». Это связано с химическим составом муки из цельнозернового зерна. У этих образцов содержание жира почти в 2 раза выше, чем у остальных образцов.

Существует два метода определения зольности, каждый из которых дает представление о качестве макаронных изделий с различных точек зрения. По первому методу определяется содержание общей зольности, а по второму — содержание зольности, нерастворимой в 10 %-ной соляной кислоте. В РФ содержание общей зольности определяют с целью идентификации сорта муки, из которой изготовлены макаронные изделия [4]. Согласно ГОСТ Р 52810-2007 макаронные изделия группы А высшего сорта должны содержать общей зольности не более 0,9 %; группы Б — не более 0,6 %, а группы В высшего сорта — не более 0,55 %. Анализ рис. 3 показывает, что все исследуемые образцы соответствуют классификации, представленной на упаковке. Содержание общей зольности у образцов марок «Pasta Zara» и «Lubella» более высокое и соответствует зольности муки из

цельнозернового зерна (не более 2,0 %). В РБ подобный нормативный документ отсутствует, что не дает возможности идентифицировать муку, используемую при производстве отечественных макаронных изделий.

Содержание золы, нерастворимой в 10 %-ной соляной кислоте показывает количество минеральных примесей (в частности, песка), попавших в макаронные изделия. Чем больше содержание золы, нерастворимой в 10 %-ной соляной кислоте, тем ниже качество макаронных изделий независимо от сорта муки, из которой они были произведены. Согласно СТБ 1963-2009 массовая доля золы, нерастворимой в 10 %-ной соляной кислоте должна быть не более 0,2 %. Все исследуемые образцы удовлетворяют данному требованию.

Варочные свойства исследуемых образцов приведены на рис. 4.

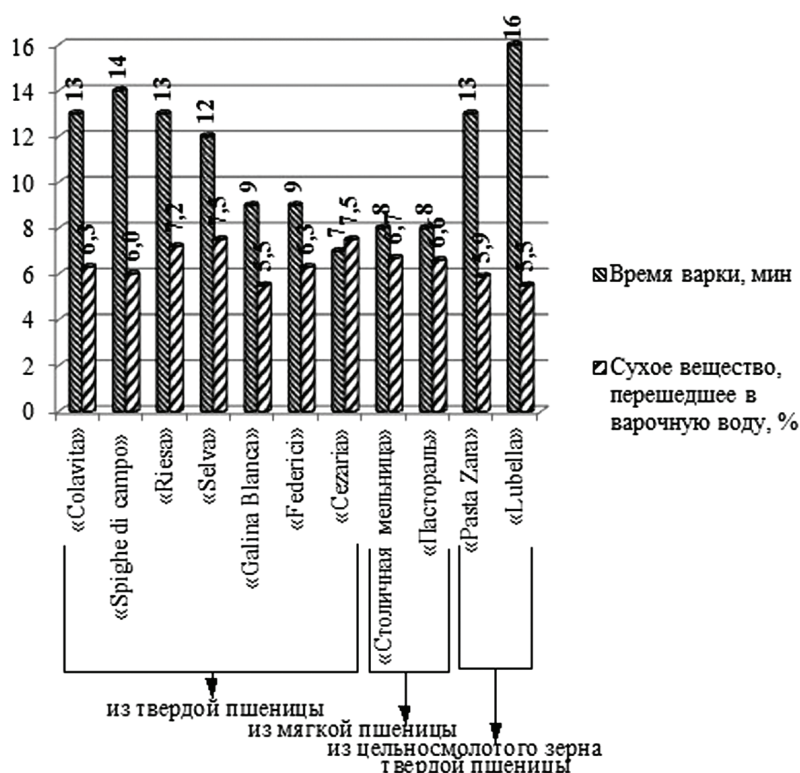


Рис. 4. Варочные свойства исследуемых образцов макаронных изделий

Среднее время варки до готовности у образцов группы А превышает этот же показатель для остальных образцов на 47 %. На время варки оказывает влияние содержание белка и его качество. Поэтому, данные, представленные на рис. 4, показывают, что для того, чтобы размягчить более прочный белок у макаронных изделий группы А требуется больший промежуток времени. Однако, кроме, используемой муки на время варки оказывает влияние толщины поперечного сечения макаронного изделия. Чем она меньше, тем потребуется меньше времени, чтобы изделие сварилось. Например, образец «Cezaria» был изготовлен в виде вермишели и его время варки составило 7 мин, а образец «Colavita» — в виде спагетти и его время варки составило 13 минут.

Потеря сухих веществ во время варки вызывает либо потерю части питательных веществ изделий при сливании варочной жидкости, либо помутнение бульона. Сухое вещество, перешедшее в варочную воду согласно СТБ 1963-2009 для изделий группы А должно быть не более 6,0 %, для изделий группы Б — 9,0 %, а для изделий группы В — 10,0 %. Этим требованиям удовлетворяют не все исследуемые образцы. Образец «Colavita» на 0,3 % превышает норму, «Riesa» — на 1,24 %, «Selva» — 1,47 %, «Federici» — 0,3 %, «Cezaria» — 1,5 %, что снижает пищевую ценность данных макаронных изделий.

Следует отметить, что макаронные изделия белорусского производства «Столичная мельница» (группа Б) и «Пастораль» (группа В) имеют небольшое время варки (8 минут), но при этом большое количество сухих веществ, переходит в варочную воду 6,6% и 6,7 % соответственно (рис.4). Это связано с тем, что крахмал в мягкой пшенице слабо связан с белковыми веществами и в процессе варки, даже не достаточно продолжительной, часть крахмала переходит в варочную воду. Тоже самое наблюдается и в образце макаронного изделия белорусского производства группы А «Cezaria». Это может быть связано с нарушениями технологического процесса при изготовлении изделий на предприятии при условии хорошего качества сырья. На это указывает и тот, что макаронные изделия только этого образца после варки частично склеивались между собой. Остальные изделия группы А (рис. 4) хотя и имеют большее время варки, однако потери сухих веществ у них меньше, чем у остальных изделий.

На основании полученных данных, следует обратить внимание на то, что в РБ на настоящий момент производители не могут изготавливать макаронные изделия, не уступающие по качеству зарубежным. Данную проблему нужно решать за счет использования при производстве макаронных изделий муки из твердых пшениц белорусской селекции. Поэтому необходимо разработать технологию производства макаронных изделий из макаронной муки высшего сорта (крупки) и 1 сорта (полукрупки), что позволит повысить качество производимых макаронных изделий и конкурентоспособность отечественных производителей.

С целью установления возможности применения муки из белорусской твердой пшеницы в макаронном производстве, были изготовлены в лабораторных условиях макаронные изделия из макаронной муки 1 сорта (полукрупки). Полученные макаронные изделия (рис. 5) по органолептическим показателям соответствовали требованиям СТБ 1963-2009 и имели темно-желтый цвет.



Рис. 5. Внешний вид макаронного изделия из полукрупки твердой пшеницы белорусской селекции

Физико-химические показатели качества также соответствовали требованиям стандарта: влажность 10,2 %, кислотность 4,0 град, сухое вещество, перешедшее в варочную воду 6,0 %. Время варки составило 14 минут. Содержание общей золы составило 1,04 %, что соответствовало требованиям ГОСТ Р 52810-2007 (не более 1,2 %).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что показатели качества исследуемого образца находятся на уровне итальянских образцов макаронных изделий.

Заключение. В результате проведенного анализа рынка макаронных изделий РБ, установлено, что отечественные производители макаронных изделий не могут обеспечить высокое качество макаронной продукции, не уступающее зарубежным производителям. Это напрямую связано с качеством используемого сырья. Ситуация не улучшается и при использовании макаронной муки, произведенной за пределами РБ. Поэтому перспективным направлением в макаронной промышленности РБ является производство макаронных изделий из крупки и полукрупки, полученной из твердой пшеницы белорусской селекции. Изделия, полученные из такой муки по показателям качества, не уступают итальянским образцам макаронных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Медведев, Г. М.* Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. — М.: Колос, 2000. — 264 с.
2. Изделия макаронные. Общие технические условия: СТБ 1963-2009. — Введен 01.07.2011. — Минск, 2011. — 26 с.
3. Практикум по физиологии растений / под ред. Третьякова Н.Н. — М.: ВО «Агропромиздат», 1990. — 238 с.
4. Изделия макаронные. Методы идентификации: ГОСТ Р 52810-2007. — Введен 01.01.2009. — Москва, 2009. — 18 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 02.10.2013

Z. Koshak, A. Pokrashynskaya

ANALYSIS OF THE MARKET OF MACARONI PRODUCTS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

In work the analysis of pasta 11 brands of different manufacturers, both domestic and foreign production presented in the market of the Republic of Belarus. Depending on the type of raw materials used, studied organoleptic, physico-chemical quality indicators, investigated the chemical composition of the samples pasta, and also determined the cooking properties. The ways of development of scientific researches on improvement of quality and expansion of assortment of pasta.

УДК 613.22 : 612.396.114

В данной статье приведены исследования технологических параметров внесения инулина в соковую продукцию, обеспечивающие максимальную сохранность его на всех этапах технологического процесса для обеспечения гарантии заявленного количества вносимого нутриента в обогащенном продукте.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНУЛИНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ ВИДОВ СОКОВОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Беларусь

Н.В. Комарова, заведующая лабораторией физико-химических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания;

Е.С. Александровская, заведующая лабораторией токсикологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания;

Е.С. Колядич, кандидат технических наук, помощник генерального директора;

К.С. Рябова, руководитель группы токсикологической лаборатории Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания

Введение. Инулин — самый широко используемый в промышленных условиях пребиотик в мире, положительно влияет на количественный и видовой состав микрофлоры кишечника, связывает и выводит из организма токсичные и балластные вещества, стимулирует двигательную активность (моторику и перистальтику) желудочно-кишечного тракта, замедляет гидролиз углеводов, снижает уровень холестерина и триглицеридов в крови [1].

Изучено также и множество других различных аспектов его воздействия на человеческий организм, и в каждом случае доказан пребиотический эффект. В Республике Беларусь инулин активно используется при создании обогащенных продуктов в кондитерской и молочных отраслях. Однако, в настоящее время, применение инулина в плодоовощной перерабатывающей отрасли не нашло применения, в частности при производстве соковой продукции. Основной причиной ограничения использования инулина в соковой продукции является его нестойкость к высоким температурам в кислой среде. Одной из стадий создания соковой продукции является пастеризация (стерилизация) при высоких температурах, при этом инулин может подвергаться гидролизу с образованием более коротких цепей фруктозы, что приводит к частичной или полной потере его диетических свойств [2]. Поэтому, при разработке технологии соковой продукции, обогащенной инулином, необходимо тщательно изучить и установить параметры, обеспечивающие максимальную сохранность инулина на всех этапах технологического процесса для обеспечения гарантии заявленного количества вносимого нутриента в создаваемом продукте.

Для проведения исследований использован инулин марки Veneo™ GR, поскольку он обладает лучшей растворимостью по сравнению с другими предлагаемыми марками. Содержание основного вещества в нем составляет 93,2 %. Инулин марки Veneo™ GR представляет собой микрогранулированный порошок белого цвета без запаха, имеет слегка сладковатый вкус (за счет наличия в своем составе ~ 8 % фруктозы, глюкозы, сахарозы) без какого-либо неприятного привкуса или послевкуся. Добавление инулина этой марки в продукт не изменяет его органолептические показатели.

Для количественного определения инулина использован ферментативный метод с применением набора ферментативных биохимических реактивов AOAC Method 999.03 FRUCTAN НК фирмы Megazyme (IRELAND). Ферментативные реакции проводили в пластиковой кювете для спектрофотометрических измерений с шириной грани 1 см. Общий объем реакционной смеси в кювете составлял 2,62 см³. Схема дозирования реактивов соответствовала инструкции к набору. Измерения экстинкции проводили на спектрофотометре Cary-50 при длине волны 340 нм.

Технология обогащения пищевых продуктов нутриентами в основном базируется на процессе смешивания. Поскольку нутриенты являются минорными компонентами рецептурной массы, основной проблемой является равномерность распределения добавки по массе обогащаемого продукта.

Для повышения сохранности вносимых нутриентов в процессе производства пищевых продуктов используют ряд общих рекомендаций, в том числе:

- ♦ технология смешивания нутриентов с пищевой массой должна обеспечивать их равномерное распределение в продукте;
- ♦ метод внесения нутриентов должен быть достаточно прост и технологичен;
- ♦ стадию внесения нутриентов следует выбирать таким образом, чтобы максимально исключить разрушающие их технологические воздействия [3].

Особое внимание при отработке технологических параметров было уделено внесению функционального ингредиента и установлению параметров для обеспечения его сохранности на всех этапах технологического процесса производства соковой продукции.

На первоначальном этапе исследований проведен ряд экспериментов по установлению наиболее приемлемых параметров внесения инулина в продукт:

- ♦ температура,
- ♦ соотношение инулин / вода (инулин / сок).

Полноту растворения инулина оценивали визуально.

Для определения температуры, достаточной для более быстрого растворения инулина, готовили 10 % раствор, в качестве растворителя использовали чистую воду и неосветленный тыквенный сок (лабораторный образец) температурой 15-97 °С. Особенность приготовления раствора заключалась в том, что в растворитель определенной температуры при включенной мешалке одновременно всыпали всю массу инулина (рис. 1).

Как видно из данных, представленных на рис. 1, продолжительность растворения инулина при температурах растворителя от 15 до 97 °С составляет 18...180 секунд. Установлено, что при температуре ниже 2 °С растворимость инулина продолжительна и составляет не менее 65 с в воде и не менее 100 с в неосветленном соке.

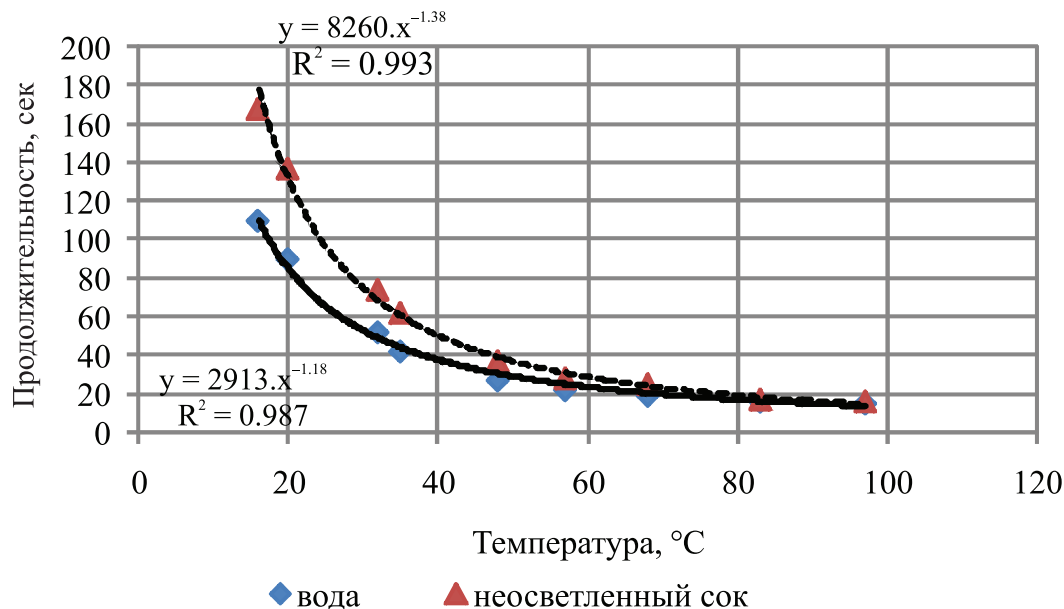


Рис. 1. Зависимость продолжительности растворения инулина от температуры

При температуре растворителя свыше 55 °С продолжительность растворения инулина сокращается незначительно и практически одинакова как в воде так и в неосветленном соке, и составляет 32 и 25 с соответственно, что является наиболее приемлемым для проведения технологического процесса в виду сокращения затрат времени на данной стадии.

При изготовлении обогащенного продукта жидкой консистенции для равномерного распределения вводимого нутриента рекомендуется вводить его в создаваемый продукт в виде раствора. Однако, иногда является нежелательным, даже недопустимым, использование при приготовлении раствора обогащающей добавки большого количества воды, т.к. в данном случае происходит сильное разбавление продукта.

Проведен ряд экспериментов для установления возможности введения инулина в продукт с мякотью (сок, нектар или пюре) без предварительного растворения в воде, в результате которых наблюдалось образование нерастворимых комков. Данное обстоятельство может объясняться тем, что присутствие частиц мякоти в продукте при внесении в него мелкодисперсного вещества провоцируют образование устойчивой пленки на границе раздела фаз. Таким образом, внесение порошка инулина в продукт с мякотью без предварительного растворения, недопустимо во избежание потерь обогащающей добавки и засорения оборудования.

Для определения количественного соотношения инулин / вода (инулин / сок), при котором возможно использовать минимальное количество воды и при этом достичь полного растворения инулина, готовили ряд растворов концентрацией 10-35 % с шагом 5 %. В качестве растворителя использовали воду, температурой 55-60 °С. Результаты исследований представлены на рис. 2.

В результате проведенных исследований установлено, что при приготовлении раствора инулина концентрацией выше 20% образуются труднорастворимые включения. В производственных условиях это может спровоцировать засорение оборудования, в частности трубопроводов, а также дополнительные потери обогащающей добавки, что в результате приведет к несоответствию требуемого уровня вносимого нутриента в продукте. Поэтому при производстве соковой продукции, обогащенной инулином, количество растворителя, используемое для растворения

инулина, должно быть в соотношении растворитель / инулин не меньше чем 4/1, т.е. концентрация раствора инулина должна быть не более 20 %.

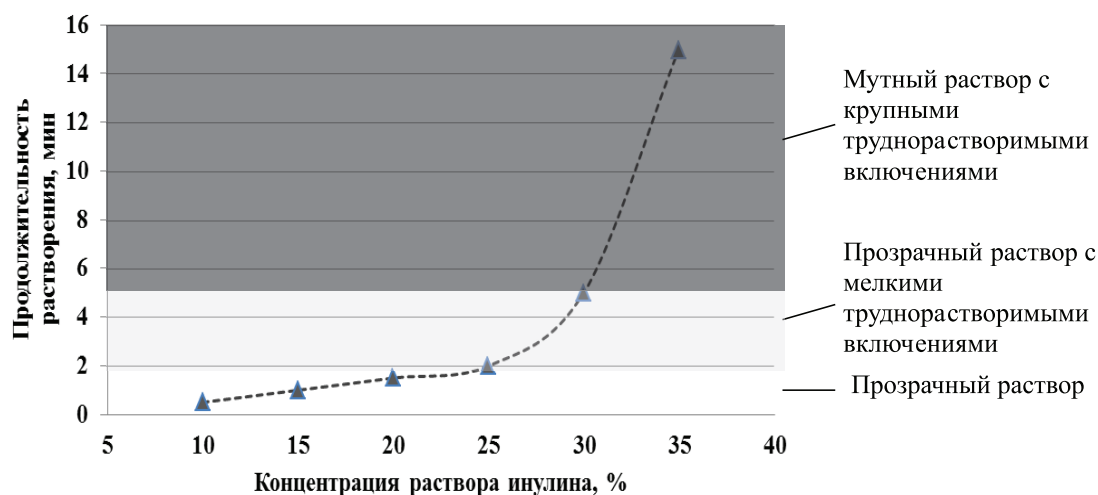


Рис. 2. Подбор оптимального соотношения инулин / вода (инулин / сок)

Для установления порядка внесения компонентов при приготовлении раствора инулина (концентрация 15 %) порошок инулина в необходимом количестве всыпали в сухую и влажную емкость, а затем добавляли воду температурой 55-60 °С при постоянном перемешивании. При этом прозрачность раствора достигалась менее чем за 60 с, но в тоже время в обоих случаях наблюдалось налипание инулина на стенки емкости, что в производственных условиях может спровоцировать засорение трубопроводов и снижение необходимого количества инулина в готовом продукте. Однако при постепенном высыпании порошка инулина в таком же количестве в растворитель происходило полное его растворение, без каких либо потерь.

Согласно [2, 4] наиболее сильное влияние на гидролиз инулина оказывают активная кислотность (рН) продукта и температура нагрева при технологических операциях, поэтому при создании соковой продукции с добавлением инулина предпочтительнее использовать низкокислотное овощное сырье.

В свежих овощах показатель рН достаточно высок, например, в тыкве в зависимости от сорта рН варьируется от 5,3 до 6,9, моркови: 5,2 — 6,3 [5, 6]. Но при производстве консервов из низкокислотного сырья предусмотрена процедура понижения рН сырья лимонной или аскорбиновой кислотой (подкисления) для обеспечения требуемого летального эффекта при стерилизации консервов, а также для получения более гармоничного вкуса готового продукта.

Для того, чтобы выявить возможные потери инулина на первоначальных стадиях технологического процесса изучен процесс гидролиза инулина в неосветленном тыквенном соке при значениях рН 4,0 — 5,0. Снижение рН осуществляли добавлением лимонной и аскорбиновой кислот, при этом продукт нагревали до температуры 80 °С, и выдерживали 10 мин, воссоздавая таким образом стадию технологического процесса изготовления продукта (нагрев продукта перед фасованием) [7]. Количество добавленного инулина — 1,0 %, рекомендуемая норма обогащения продуктов для питания детей дошкольного возраста [8]. Результаты исследований представлены на рис. 3.

Полученные данные показывают, что со снижением рН продукта от 5,0 до 4,0 растет степень гидролиза инулина от 1,1 % до 11,2 %, но тем самым уменьшается влияние вида используемой кислоты на сохранность инулина в продукте. Добавление аскорбиновой кислоты в продукт по сравнению с лимонной кислотой позволяет сократить гидролиз инулина от 15 % до 75 % в зависимости от рН продукта.

Для изучения гидролиза инулина в ходе технологического процесса с целью обеспечения должного уровня данного пребиотика в обогащаемом продукте, спланирован и проведен мно-

гофакторный эксперимент по плану Бокса-Уилсона 2^3 +звезда с помощью программы «Statgraphics Plus for Windows». Факторы, оказывающие наибольшее влияние на гидролиз инулина, обозначены следующим образом: Y — степень гидролиза инулина, %; A — температура, °C; B — продолжительность температурной обработки, мин; C — pH продукта.

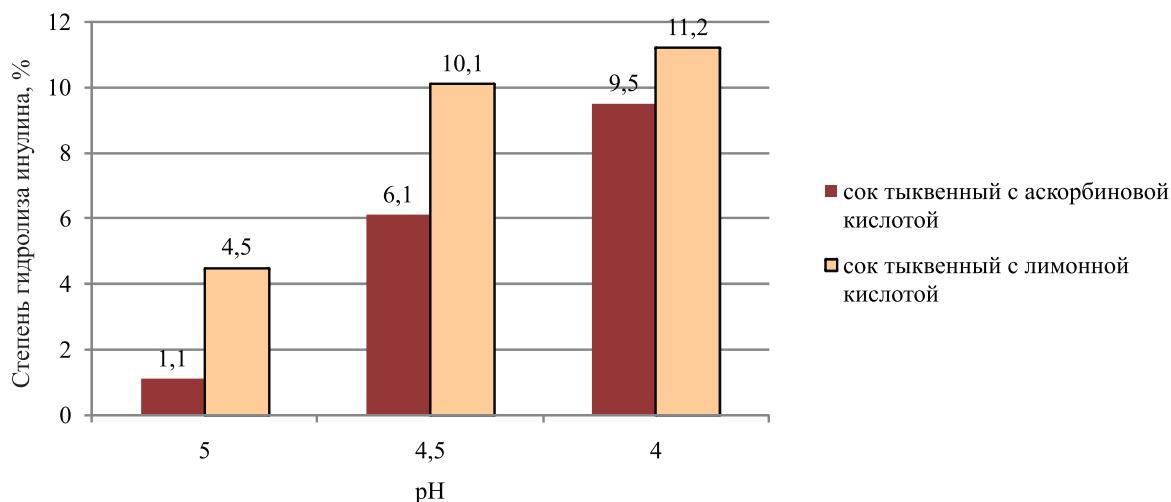


Рис. 8. Влияние органических кислот на гидролиз инулина в тыкваенном соке

Получено уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние температуры, продолжительности температурной обработки, pH продукта на гидролиз инулина. Графическое отражение влияния каждого из оцененных факторов и их взаимодействие представлено на карте Парето (рис. 4).

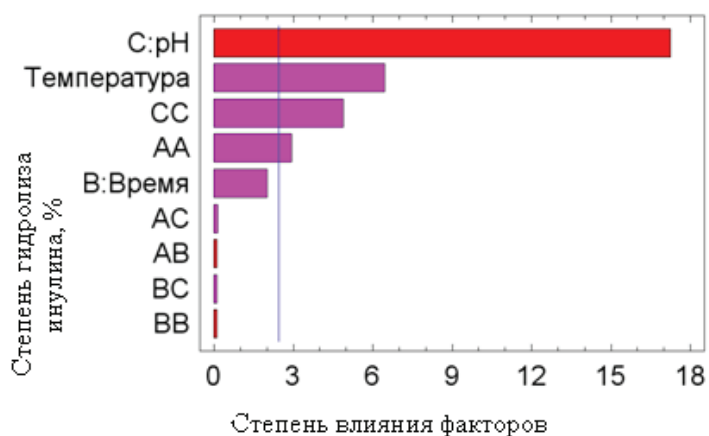


Рис. 4. Стандартизированная карта Парето

На основании анализа карты Парето установлены значимые коэффициенты, что позволило упростить первоначальный вид уравнения. Пересечение стандартизированных эффектов вертикальной линией, которая представляет собой доверительную вероятность, означает, что влияние эффектов на функцию отклика статистически значимо. После упрощения первоначального вида уравнения с учетом исключения незначимых факторов получено уравнение регрессии:

$$Y = 132,585 - 0,628 \cdot A + 0,112 \cdot B - 37,984 \cdot C + 0,005 \cdot A^2 + 3,159 \cdot C^2$$

Значимость факторов ($p < 0,05$) подтверждается дисперсионным анализом. Работоспособность модели подтверждается коэффициентом детерминации $R = 97,55\%$.

Анализ данного уравнения позволил выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние на степень гидролиза инулина (рис. 5).

Влияние факторов по степени значимости распределились следующим образом: наибольшее влияние на гидролиз инулина оказывает рН продукта, чем выше рН продукта, тем ниже степень гидролиза инулина. Следовательно, обогащение инулином высоко кислотных продуктов (с низким значением рН) нецелесообразно, т.к. это приведет к значительному гидролизу инулина, при этом увеличение его рецептурной закладки с целью компенсации потерь при гидролизе приведет к резкому увеличению себестоимости продукта. Вторым по значимости фактором, влияющим на степень гидролиза инулина, является температура технологического процесса, с увеличением температуры увеличивается и степень гидролиза инулина. Продолжительность температурной обработки оказывает минимальное значение на степень гидролиза инулина.

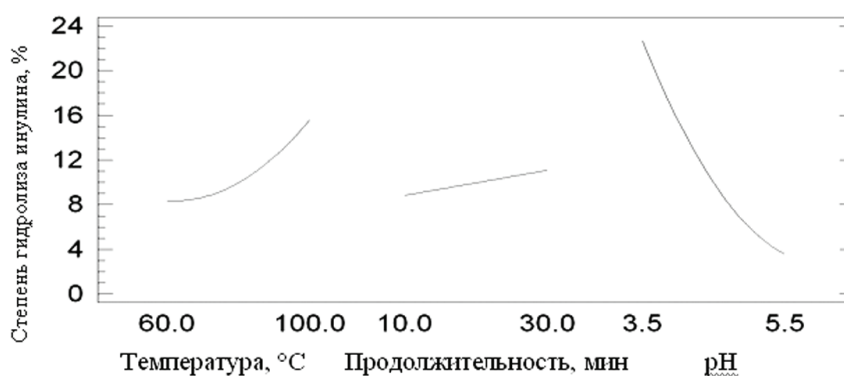


Рис. 5. Главные эффекты отклика для показателя степени гидролиза инулина

Например: установлено, что при нагреве продукта с инулином с рН 3,5 в течение 20 мин при температуре 100 °С, степень гидролиза инулина составит 27,6 %, однако степень гидролиза инулина в продукте с рН 5,5 при увеличении продолжительности нагрева в 2 раза и температуры до 120 °С не превысит 20 %.

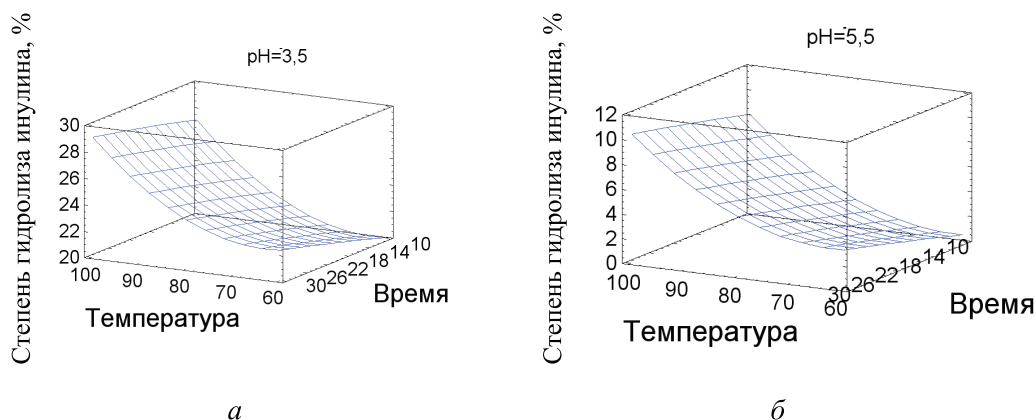


Рис. 6. Поверхности отклика процесса гидролиза при а — рН продукта 3,5; б — рН продукта 5,5

Графическое отражение влияния температуры и продолжительности нагрева при различных значениях рН отражено на поверхностях отклика (рис. 6 а-б). Анализ графических зависимостей подтвердил значительное влияние рН продукта на степень гидролиза инулина. При рН продукта 5,5 степень гидролиза инулина даже при достаточно жестких температурных режимах не превышает 10 %. Однако, если рН продукта составит 3,5, степень гидролиза инулина достигнет 30 % при тех же самых температурных режимах.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволили установить приемлемые параметры введения инулина в продукт.

Чтобы достичь равномерности распределения инулина в продукте, предотвратить его потери на стадии обогащения и гарантировать заявленное количество обогащающего нутриента в создаваемом продукте, необходимо приготовить раствор инулина в воде или, при ограничении использования воды, в неосветленном соке. При этом инулин следует постепенно добавлять в воду, температура которой должна быть не ниже 55 °С, при постоянном перемешивании. Концентрация приготавливаемого раствора инулина должна быть не более 20%.

Получено уравнение регрессии, которое позволяет спрогнозировать количественные потери инулина в зависимости от активной кислотности продукта и технологических режимов, в частности от применяемого режима стерилизации, и скорректировать рецептурную закладку инулина для соблюдения необходимого уровня обогащения продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Gibson, G.R.* Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics / G.R. Gibson, M.B. Roberfroid // *J. Nutr.* — 1995: — № 125. — P. 1401-1412.
2. Acid-induced Degradation Behaviour of Inulin / Denglin Luo, Wei Xu, Jianxue Liu, Shengnan Liu // 2011 International Conference on Agricultural and Biosystems Engineering. — *Advances in Biomedical Engineering.* — Vol. 1-2. — P. 59-61.
3. *Спиричев, В.Б.* Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Поздняковский. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. — 548 с.
4. *Курлаева, М.И. (Дождалева М.И.)* Исследование процесса гидролиза инулина / М.И. Дождалева, Т.В. Калашнова, М.А. Малафеева // Матер. IV межд. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научный потенциал студенчества в XXI веке». Том первый. Естественные и технические науки. — Ставрополь, 2010. — С. 491-494.
5. *Шобингер, У.* Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / У. Шобингер. — СПб: Профессия, 2004. — С. 640.
6. *Комарова, Н.В.* Оценка качества белорусского плодоовощного сырья для создания продуктов, отвечающих физиологическим потребностям детей дошкольного возраста / Н.В. Комарова, Е.С. Александровская, Е.С. Колядич, К.С. Рябова // *Пищевая промышленность: наука и технологии.* — 2012. — № 4(18). — С. 54-61.
7. *Фан-Юнг, А.Ф.* Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / А.Ф. Фан-Юнг [и др.]. — М.: Пищ. пром-сть, 1980. — 336 с.
8. Обосновать возможность использования плодоовощных консервов функционального назначения в целях оптимизации рациона питания и повышения неспецифической резистентности организма детей в организованных коллективах: изучить стереотипы пищевого поведения и провести анализ дополнительного домашнего питания детей дошкольного возраста. Оценить состояние здоровья детей дошкольного возраста в связи с характером их питания. Обосновать пути коррекции фактического питания детей в организованных коллективах» Отчет о НИР/УО «Белорусский государственный медицинский университет»; Руководитель Т.С. Борисова. — Мн., 2012. — 47 с.- Библиогр.: 63 назв.

Рукопись поступила в редакцию 12.11.2013

N. Komarova, E. Alexandrovskaya, E. Kolyadich, K. Ryabova

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF INULIN THE DEVELOPMENT OF NEW SPECIES FOR JUICE PRODUCTS THE SUPPLY VOLTAGE PRESCHOOL CHILDREN

This article presents the research process parameters make inulin juice products that provide the maximum of conservation at all stages of its production process to ensure the warranty of the claimed amount contributed to the nutrient-rich product.

В статье представлена характеристика роста хранящихся в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов мицелиальных грибов вида *Penicillium roqueforti*, в условиях поверхностного и глубинного культивирования.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБОВ ВИДА *PENICILLIUM ROQUEFORTI* ИЗ ФОНДА БЕЛОРУССКОЙ КОЛЛЕКЦИИ НЕПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

А.В. Кантерова, научный сотрудник лаборатории «Коллекция микроорганизмов»;
Г.И. Новик, заведующая лабораторией «Коллекция микроорганизмов»

Сыр входит в число первых пищевых продуктов, который начали готовить из молока с помощью микроорганизмов, включая мицелиальные грибы [1].

Уже несколько столетий особой популярностью пользуются сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и так называемой «голубой плесени», — различные сорта сыра рокфор. Грибной специфический запах таких сыров является следствием развития в сырном тесте специально вносимых туда особых штаммов грибов *Penicillium roqueforti* [2].

В Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов (БКМ) поддерживаются штаммы грибов *P. roqueforti*, которые квалифицируются как потенциально ценные культуры для использования в пищевой промышленности. Культуры, используемые в производстве сыров, должны обладать достаточно высокой скоростью роста, поскольку от этого показателя зависит интенсивность прорастания мицелия в сырное тесто, что является одним из условий получения качественного продукта. Учитывая эти требования, при изучении физиолого-морфологических свойств, хранящихся в БКМ штаммов, относящихся к виду *P. roqueforti*, определяли:

Скорость линейного роста (K_r , мм/сут) по формуле:

$$K_r = (a-b)/n, \quad (1)$$

где a — радиус колонии в конце периода линейного роста, мм; b — радиус колонии в начале периода линейного роста, мм; n — продолжительность линейного роста, сутки [3].

Удельная скорость роста в условиях глубинного периодического культивирования, учитывая прирост биомассы в единицу времени, рассчитанной на единицу растущей биомассы:

$$\mu = \left(\frac{dx}{dt} \right) \cdot \left(\frac{1}{x} \right), \quad (2)$$

где x — биомасса, г, t — время, ч [4, 5].

Глубинное культивирование проводили при 25 °С на питательной среде следующего состава: сусло пивное, 7°Б — 200 мл; нитрат аммония — 1,8 г; монофосфат калия — 4,0 г; сульфат магния — 0,5 г; кукурузный экстракт — 5,8 мл; объем доводили водопроводной водой до 1 л, рН среды — 6,5.

Для получения однородного посевного материала грибы выращивали при 25 °С в течение 7–10 суток на сушловом агаре, далее смывали споры и мицелий в колбу с жидкой питательной средой и культивировали на качалке в течение 4-х суток. В колбы Эрленмейера с 500 мл питательной среды вносили по 50 мл жидкого посевного материала. Культивирование проводили на качалке подвешенного типа со скоростью вращения ротора 200 об/мин. Для анализов отбирали по 100 мл культуральной жидкости через каждые 12 ч роста. Мицелий отделяли через специальную капроновую ткань, высушивали при 105°С до постоянного веса.

Результаты определения скорости линейного роста колоний грибов, количества апикальных точек роста мицелия и времени до начала спорообразования при выращивании на плотных питательных средах представлены в табл.

P. roqueforti

№№ штаммов БИМ	Скорость линейного роста колоний через 72 ч (мм/сут)		Количество апикальных точек роста мицелия через 72 ч после прорастания спор		Продолжительность роста до начала спорообразования (ч)		
	сусло-агар	среда Чапека	сусло-агар	среда Чапека	сусло-агар	среда Чапека	среда Райстрика
F-421	3,5–4,0	3,3–3,4	18–20	18–20	48	48	48
F-422	3,0–3,5	2,5–3,5	15–20	10–15	72	72	48
F-424	2,0–2,5	1,5–1,7	10–15	8–12	72	72	48
F-426	4,0–4,5	3,3–3,5	30–32	25–30	48	48	24
F-429	2,0–2,5	2,0–2,5	5–10	4–6	48	48	48

Сравнение показателей, представленных в таблице, показывает, что наибольшей линейной скоростью роста обладает штамм БИМ F-426, это, в частности, обусловлено наибольшим количеством апикальных точек роста мицелия через 72 часа после прорастания спор. Однако следует отметить, что линейный рост колоний не отражает интенсивности накопления мицелиальной массы грибов. На поверхности плотной среды колонии могут быть широко распространенными, но тонкими пленчатыми, другие — меньшего диаметра, но высокие, пушистые, войлочные с обильно развитым воздушным мицелием.

Более полную характеристику скорости накопления биомассы грибов можно получить при периодическом глубинном культивировании на оптимизированной питательной среде.

Динамика накопления биомассы штаммами *P. roqueforti*, представлена на рис. 1-5.

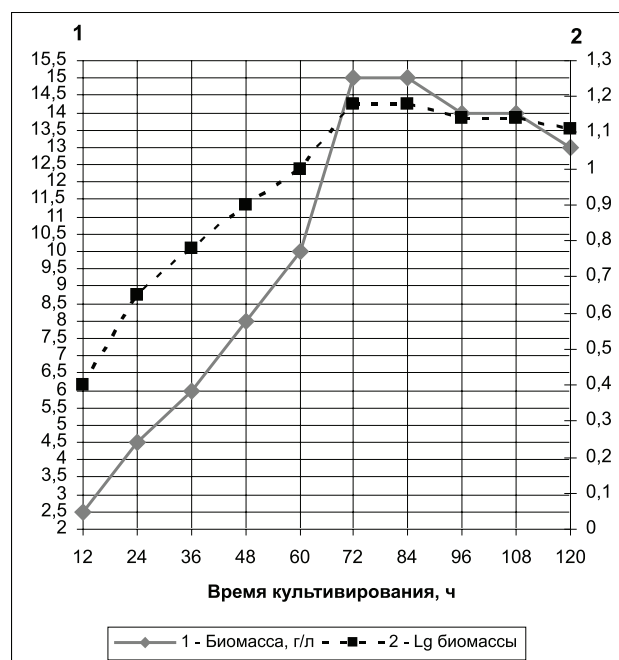


Рис. 1. Динамика роста *P. roqueforti* БИМ F-421

Как видно из результатов, представленных на рис. 1, мицелий штамма *P. roqueforti* БИМ F-421 начал активный рост через 12 ч после посева и накапливал максимальное количество биомассы — 15 г/л через 72 ч роста. Далее количество биомассы держалось на одном уровне в течение 12 ч, то есть культура находилась в фазе стационарного роста, когда увеличения массы мицелия

не происходило. После 84 ч культивирования наблюдалось резкое снижение количества биомассы, что было вызвано лизисом мицелия. Таким образом, для получения максимального количества биомассы, культивировать штамм *P. roqueforti* БИМ F-421 более 72 ч не целесообразно. Средняя удельная скорость роста культуры составляла $0,30 \text{ ч}^{-1}$.

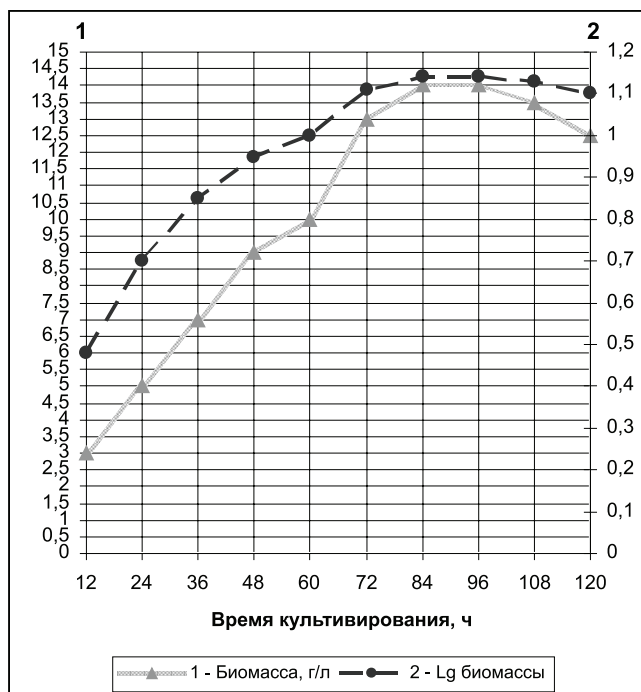


Рис. 2. Динамика роста *P. roqueforti* БИМ F-422

Результаты, представленные на рис. 2, показывают, что активный рост культуры *P. roqueforti* БИМ F-422 отмечался уже через 12 ч после посева. Максимальное накопление биомассы штаммом *P. roqueforti* БИМ F-422 составило 14,0 г/л через 84 ч культивирования. Далее культура находилась в стационарной фазе роста еще, практически, 12 ч, затем показатели по биомассе начали существенно снижаться. Разница в выходе биомассы через 72 ч и 84 ч составляла всего 1 г/л, поэтому культивирование не следует продолжать дольше 72 ч. Средняя удельная скорость роста *P. roqueforti* БИМ F-422 равнялась $0,26 \text{ ч}^{-1}$.

Как показывают результаты, отраженные на рис. 3, в период с 12 до 24 ч роста, количество биомассы культуры *P. roqueforti* БИМ F-424 незначительно увеличивалось, поэтому данный промежуток времени не мог быть определен как лаг-фаза. Активный рост культуры начался после 24 ч культивирования. Максимальное количество биомассы — 13,0 г/л штамм *P. roqueforti* БИМ F-424 накапливал через 72 ч. Далее, через 12 ч стационарного роста, количество биомассы в среде стало резко уменьшаться, что было вызвано процессом лизиса мицелия. Таким образом, культивирование *P. roqueforti* БИМ F-424 с целью получения биомассы не следует продолжать после 72 ч. Средняя удельная скорость роста составляла $0,36 \text{ ч}^{-1}$.

Данные, представленные на рис. 4 демонстрируют активный рост культуры *P. roqueforti* БИМ F-426 после 12 ч, с 36 до 48 ч накопление биомассы происходило с наибольшей скоростью. Для штамма *P. roqueforti* БИМ F-426 л максимальный показатель количества биомассы — 13,5 г/л отмечен через 72 ч культивирования. Однако с 60 до 72 ч прирост биомассы был настолько незначительным, что ферментацию не целесообразно было продолжать после 60 ч. Практически, начиная с 48 ч, культура достигла состояния стационарной фазы роста, которая продолжалась до 84 ч культивирования, затем начался процесс лизиса мицелия. Средняя удельная скорость роста культуры составила $0,30 \text{ ч}^{-1}$.

Результаты опытов, представленные на рис. 5, показывают высокую активность роста культуры *P. roqueforti* БИМ F-428 уже через 12 ч после начала культивирования. Для штамма *P. roqueforti* БИМ F-428 максимальное количество биомассы отмечено через 72 ч культивирования и составило 15,0 г/л. Далее наблюдалось довольно резкое снижение выхода биомассы, поэтому на графике практически отсутствует фаза стационарного роста. Средняя удельная скорость роста составила 0,38 ч⁻¹.

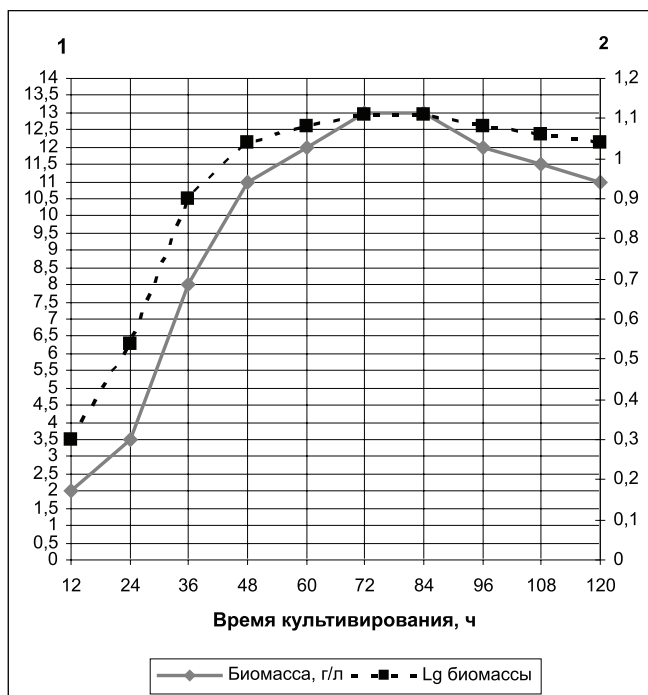


Рис. 3. Динамика роста *P. roqueforti* БИМ F-424

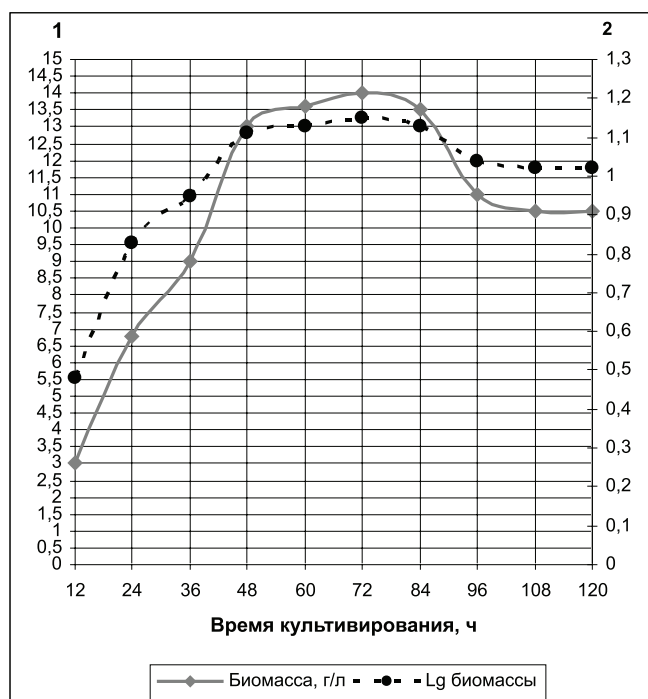


Рис. 4. Динамика роста *P. roqueforti* БИМ F-426

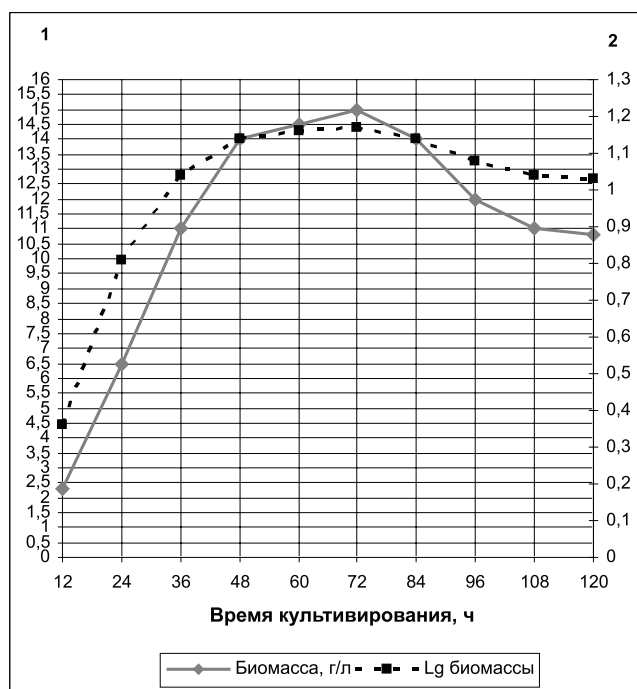


Рис. 5. Динамика роста *P. roqueforti* БИМ F-429

Сравнивая между собой графики, отражающие динамику накопления биомассы различными штаммами грибов вида *P. roqueforti*, следует отметить их однотипность, что вполне закономерно для культур одного вида. Отсутствие лаг-фазы, которое можно объяснить большим количеством посевного материала (10 %), выращенного в тех же условиях на оптимальной питательной среде. Как правило, все культуры активно накапливали биомассу в период с 48 до 72 ч культивирования. Далее существенного увеличения биомассы не происходило, хотя в среде еще находился определенный уровень источников питания. При этом лизис мицелия был несущественным. На графиках регистрировалась стационарная фаза роста в течение, приблизительно, 12 ч. Довольно резкое снижение биомассы начиналось после 84 ч культивирования, причиной этого могло быть истощение питательной среды, накопление метаболитов отрицательно влияющих на физиологическое состояние культуры, изменение уровня pH среды, а также многие другие причины, неизбежно возникающие в процессе культивирования.

Необходимо отметить, что у культур наблюдались штаммовые различия. При сравнении динамики накопления биомассы в условиях глубинного культивирования установлено, что удельная скорость роста культур варьировала от 0,26 до 0,38 ч⁻¹, что является средним показателем для мицелиальных грибов рода *Penicillium* и культуры с такой удельной скоростью роста считаются технологичными. Культивирование в глубинных условиях с целью получения наибольшего выхода биомассы не следует проводить дольше 72 ч. Наиболее продуктивным из изученных штаммов является *P. roqueforti* БИМ F-429, растущий с удельной скоростью 0,38 ч⁻¹, и накапливающий 15 г/л биомассы за 72 ч культивирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диланян, З.Х. Сыроделие / З.Х. Диланян. — 2-е изд. М.: — 1973. — 220 с.
2. Николаев, А.М. Технология мягких сыров / А.М. Николаев. — М.: Пищевая пром-ть, 1980. — 216 с.
3. Методы экспериментальной микологии / Справочник — Киев. Наук. думка, 1982. — 541 с.
4. Иерусалимский, Н.Д. Основы физиологии микробов / Н.Д. Иерусалимский — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 244 с.

5. *Работнова, И.Л.* Рост и развитие микробных культур / И.Л. Работнова, И.И. Иванова // Успехи микробиологии — М.: Наука, 1971. Вып. 7. — С. 67-107.

Рукопись статьи поступила в редакцию 23.10.2013

A.V. Kanterova, G.I. Novik

CHARACTERIZATION OF *PENICILLIUM ROQUEFORTI* FUNGI DEPOSITED AT BELARUSIAN COLLECTION OF NON-PATHOGENIC MICROORGANISMS

The paper presents growth parameters of mycelia fungi affiliated to species *Penicillium roqueforti* and maintained at Belarusian collection of non-pathogenic microorganisms, in the surface and submerged fermentation.

УДК 664.785

Исследован процесс проращивания зерна овса голозерного. Поэтапно определены оптимальные режимы двух водяных и двух воздушных пауз проращивания зерна. Использование разработанных режимов позволяет получить зерновое сырье для производства продуктов питания повышенной биологической ценности.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ПРОРАЩИВАНИЯ ОВСА ГОЛОЗЕРНОГО

**УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,
г. Могилев, Республика Беларусь**

Л.А. Касьянова, кандидат технических наук

Важное место в производстве продуктов массового питания, пользующихся каждодневным спросом у населения, занимают зерновые ресурсы республики. Их правильное использование позволяет производить продукты питания с заданным составом и свойствами.

В решении этой задачи важное место занимает внедрение нового процесса переработки зерновых культур — проращивания, обеспечивающее повышение биологической ценности зерна и семян [1]. Проросшее зерно — это полезный легкоусвояемый продукт. По сравнению с непророщенным оно содержит значительно больше витаминов, макро- и микроэлементов в легкоусвояемой форме, и, следовательно, обладает высокой биологической ценностью [2].

Благодаря наличию в нем активных протеолитических ферментов белки переходят в аминокислоты, улучшается усвояемость белков. Крахмал в проросших зернах частично превращается в солодовый сахар, что облегчает его переваривание. В таком зерне пробуждаются силы зародышевого организма, активизируются ферменты, сохраняются в своем естественном природном виде все вещества, содержащиеся в целом зерне. Из пророщенного зерна можно получать различные продукты питания — традиционные, обладающие лечебными свойствами, специального назначения и др., их употребление не имеет побочных эффектов, приводит к нормализации обмена веществ и похудению людей с избыточным весом [3].

В условиях Республики Беларусь к числу наиболее перспективных зерновых культур следует отнести овёс голозерный. В настоящее время в Государственный реестр Республики Беларусь включено три сорта овса голозерного — Вандровник, Гоша и Крепыш.

Овес голозерный — ценная продовольственная культура, который имеет ряд преимуществ перед пленчатым. Он характеризуется более высоким содержанием жиров, протеина, хорошо сбалансированными аминокислотами, легкоусвояемыми углеводородами, а по содержанию кальция, фосфора и железа превосходит пшено и даже гречневую крупу. Выход готовой продук-

ции из зерна овса голозерного значительно выше [4]. Следовательно, овес голозерный является ценным и перспективным сырьем для проращивания и получения из него продуктов питания повышенной пищевой ценности.

Однако процесс проращивания овса голозерного мало изучен. В литературе не приведены рекомендации по ведению технологического процесса проращивания овса голозерного, отсутствуют сведения об основных технологических режимах, поэтому актуальность изучения данного процесса очевидна.

В данной работе проведены исследования процесса проращивания овса голозерного, выращенного на территории Республики Беларусь, с целью определения оптимальных режимов.

Для проведения исследований использовали четыре образца зерна овса голозерного следующих сортов — Вандровник, выращенный в Минской области; Крепыш, выращенный в Минской области; Гоша, выращенный в Минской и Могилевской областях.

Зерно всех сортов было доброкачественное, не подвергалось сушке и хранилось в нормальных условиях при постоянной температуре.

В работе применяли общепринятые и стандартные методы исследований. Определение энергии прорастания проводили по ГОСТ 10968, жизнеспособности — по ГОСТ 12039.

Основными показателями, определяющими возможность использования зерна овса голозерного для проращивания, являются его семенные свойства. К семенным свойствам зерна относят энергию прорастания, способность прорастания и жизнеспособность. Всхожесть важна не только для семенного зерна, но и для продовольственного, так как имеет высокое технологическое значение.

Результаты исследований энергии прорастания и всхожести семян овса голозерного, выращенного в различных регионах Республики Беларусь, приведены в табл. 1.

1.

Сорт	Область произрастания	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Гоша	Могилевская	97	98
Гоша	Минская	96	97
Вандровник	Минская	98	98
Крепыш	Минская	96	96

Исследуемые образцы зерна характеризуются высокой энергией прорастания и всхожестью, что позволяет установить возможность их использования для дальнейших исследований в качестве сырья для получения зерновых продуктов повышенной биологической ценности.

Важнейшими условиями для прорастания семян являются: достаточная влажность, соответствующая температура и наличие кислорода. В настоящее время современными способами проращивания зерна, применяемыми в солодовенном производстве, являются воздушно — водяное, в непрерывном потоке воды и воздуха, оросительное и воздушно — оросительное [5].

В литературе отсутствуют данные по оптимальным режимам проращивания зерна овса голозерного. Однако известно, что наилучший эффект при проращивании зерна наблюдается при сочетании воздушно — водяных пауз, то есть зерно некоторое время замачивают в воде, затем воду сливают и зерно находится на воздухе. Поэтому для определения оптимальных режимов проращивания овса голозерного был выбран воздушно — водяной способ проращивания, как наиболее простой и не требующий установки специального оборудования.

Проращивание зерна овса голозерного осуществлялось воздушно — водяным способом по методике, разработанной на кафедре «Технология хлебопродуктов» Могилевского государственного университета продовольствия [6, 7]. Согласно этому способу оптимизацию проращивания зерна проводят поэтапно. В качестве влияющих факторов принимают продолжительность водяной паузы и продолжительность воздушной паузы этапа. В качестве выходного параметра оптимизации принят показатель активность роста (A_p) — коэффициент, комплексно характеризующий процесс прорастания семян, определяемый по формуле:

$$A_p = K_p / B_p, \quad (1)$$

где K_p – количество проросших зерновка голозерного с длиной ростка не более 3 мм, %; B_p – время прорастания зерна, ч.

При проведении эксперимента для замачивания овса голозерного использовали водопроводную воду с температурой 8–12°C. Проращивание осуществляли в термостате марки ЛП-122, в котором поддерживалась постоянная температура 20°C и относительная влажность воздуха более 90 %.

Проращивание зерна осуществляли в два этапа. Для оптимизации воздушно – водяных пауз спланировали эксперимент с использованием двух факторов: продолжительность водяной паузы первого этапа (X), продолжительность воздушной паузы первого этапа (Y). В качестве выходного параметра оптимизации – активность роста (A_p). Продолжительность воздушных и водяных пауз при проращивании зерна овса голозерного было принято на основании проведенных ранее исследований и составило 3 – 10 ч.

Первый этап проращивания проводили в соответствии с матрицей планирования эксперимента (табл. 2), дальнейшее проращивание осуществляли, чередуя воздушно – водяные паузы каждые 2 часа, тем самым исключив влияние следующих этапов проращивания на ход эксперимента [6].

2.

№	X	Y	A_p
1	1,6	6,5	3,18
2	6,5	6,5	3,60
3	6,5	11,4	3,40
4	6,5	6,5	3,62
5	6,5	1,6	3,20
6	10,0	3,0	3,50
7	3,0	3,0	3,40
8	11,4	6,5	3,23
9	3,0	10,0	2,80
10	10,0	10,0	3,65

При обработке экспериментальных данных получили контурный график поверхности отклика (рис. 1), на котором оптимальные значения не были найдены.

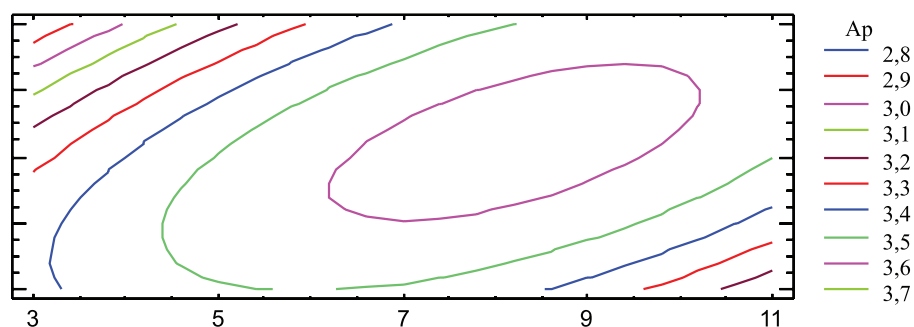


Рис. 1. Контурный график поверхности отклика

В связи с этим для определения точки оптимума был увеличен интервал чередования воздушно – водяных пауз первого этапа до 13 ч и спланирован новый эксперимент. Матрица планирования эксперимента представлена в табл. 3. На рис. 2 представлена карта Парето для выходных параметров эксперимента, которая позволяет определить значимость коэффициентов уравнения регрессии (математической модели).

3.

№	X1	Y1	Ap1
1	8,0	8,0	3,98
2	8,0	8,0	3,96
3	8,0	0,9	3,46
4	0,9	8,0	3,37
5	3,0	3,0	3,41
6	13,0	13,0	3,56
7	13,0	3,0	3,66
8	15,1	8,0	3,48
9	8,0	15,1	3,45
10	3,0	13,0	3,43

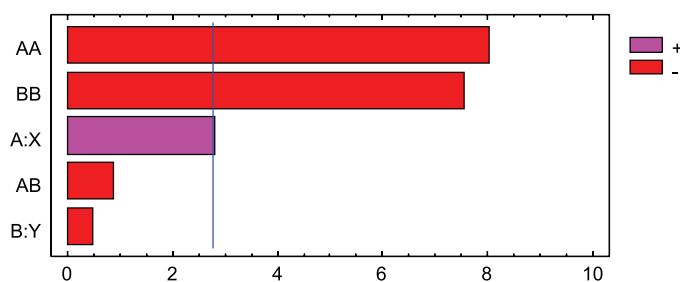


Рис. 2 Карта Парето

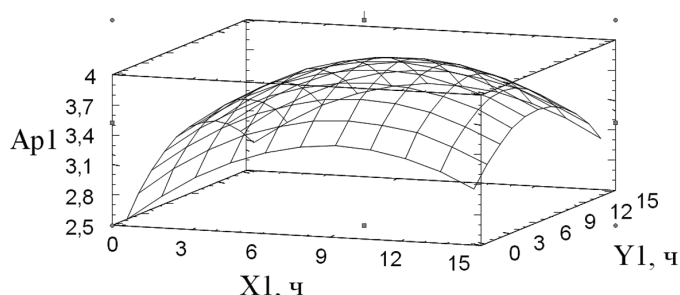


Рис. 3. График поверхности отклика

Для установления максимального значения активности роста (A_p) была локализована область значений факторов. С этой целью строили график поверхности отклика (рис. 3). Трехмерный график имеет холм с вершиной в значении 8,7 для переменной продолжительность водяной паузы первого этапа (X_1) и 7,8 для переменной продолжительность воздушной паузы первого этапа (Y_1). Для более полного детального рассмотрения области максимума был применен контурный график поверхности отклика (рис. 4).

В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, адекватно описывающее изменение активности роста под влиянием исследуемых факторов для первого этапа проращивания.

$$A_{p1} = 2,54412 + 0,185389 \cdot X_1 - 0,01015 \cdot X_1^2 - 0,00954999 \cdot Y_1^2 \quad (2)$$

Анализ уравнения регрессии позволяет выделить факторы, влияющие на показатель активности роста (A_{p1}) зерна овса голозерного. Продолжительности водяной и воздушной паузы первого этапа оказывают одинаковое «положительное» влияние на активность роста (A_{p1}). Коэффициенты регрессии при линейных членах положительны и равны 0,185 и 0,16 соответственно. Анализ контурного графика поверхности отклика показал, что продолжительность

водяной паузы от 5,5 — 12 ч и продолжительность воздушной паузы от 4 до 11 ч ведет к значительному увеличению значения активности роста ($Ap1$).

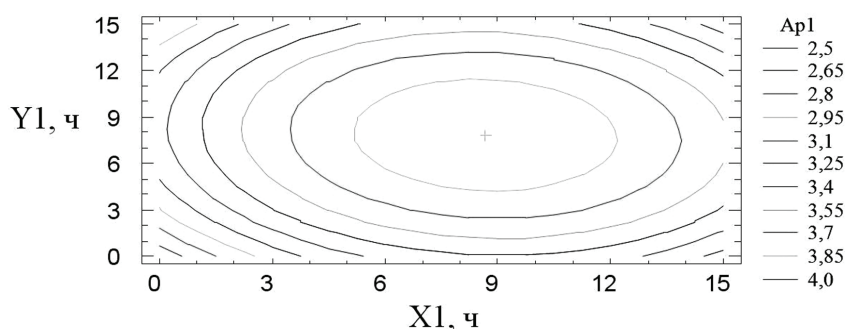


Рис. 4. Контурный график поверхности отклика

Оптимизацию второго этапа проращивания проводили согласно матрице планирования эксперимента. Образцы зерна для оптимизации второго этапа готовили по оптимальным режимам первого этапа проращивания (длительность водяной паузы 8,7 ч, длительность воздушной паузы 7,8 ч). Дальнейшее проращивание осуществляли, чередуя воздушно — водяные паузы каждые 2 часа. Матрица планирования эксперимента по оптимизации второго этапа проращивания представлена в табл. 4.

4.

№	X2	Y2	Ap2
1	8,0	8,0	2,88
2	8,0	8,0	2,89
3	8,0	0,9	2,79
4	0,9	8,0	2,72
5	3,0	3,0	2,80
6	13,0	13,0	2,58
7	13,0	3,0	2,59
8	15,1	8,0	2,50
9	8,0	15,1	2,64
10	3,0	13,0	2,69

Проанализировав карту Парето (рис. 5) для выходных параметров эксперимента по оптимизации второго этапа проращивания, установили, что все коэффициенты уравнения регрессии являются значимыми.

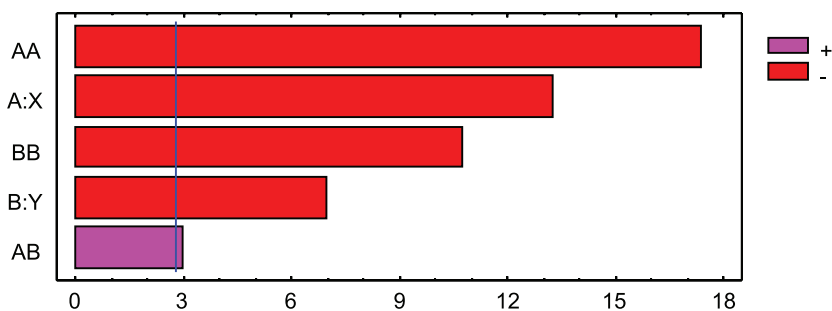


Рис. 5. Карта Парето

Для установления максимального значения активности роста ($Ap2$) была локализована область значений факторов. С этой целью строили график поверхности отклика (рис. 6). Трехмер-

ный график имеет холм с вершиной в значении 6,4 для переменной X2, и 6,5 для переменной Y2. Для более полного детального рассмотрения области максимума был применен контурный график поверхности отклика (рис. 7).

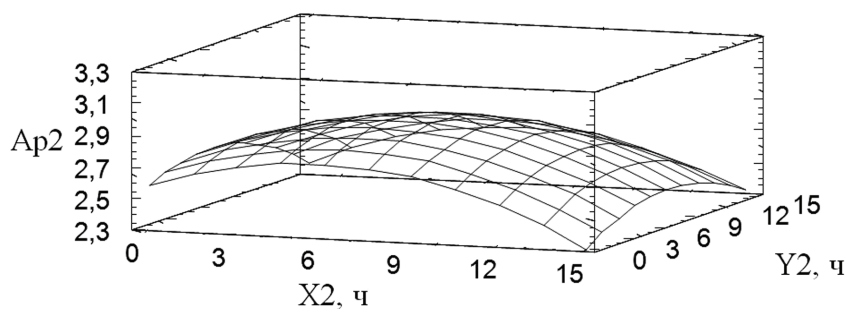


Рис. 6. График поверхности отклика второго этапа проращивания

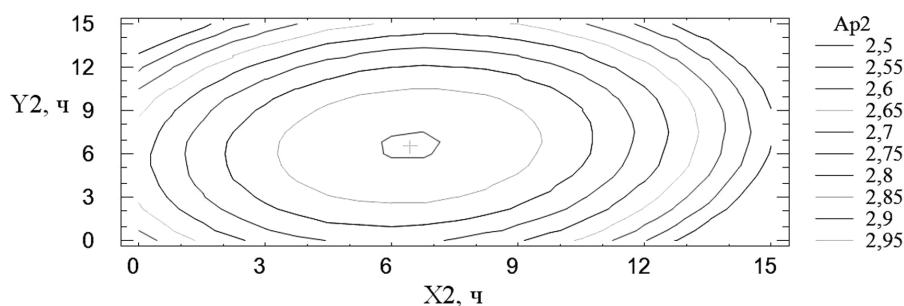


Рис. 7. Контурный график поверхности отклика второго этапа проращивания

В результате статистической обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, адекватно описывающее изменение активности роста второго этапа проращивания под влиянием исследуемых факторов.

$$Ap2 = 2,575 + 0,064 \cdot X2 + 0,038 \cdot Y2 - 0,0055 \cdot X2^2 + 0,001 \cdot X2 \cdot Y2 - 0,0034 \cdot Y2^2 \quad (3)$$

Анализ уравнения регрессии позволяет выделить факторы, влияющие на показатель активности роста ($Ap2$) овса голозерного. Продолжительности водяной и воздушной паузы второго этапа оказывают одинаковое «положительное» влияние на активность роста ($Ap2$). Коэффициенты регрессии при линейных членах положительны и равны 0,06382 и 0,03770 соответственно.

Анализ контурного графика поверхности отклика второго этапа проращивания показал, что продолжительность водяной паузы от 5,8 — 7 ч и продолжительность воздушной паузы от 6 до 8 ч ведет к значительному увеличению значения активности роста ($Ap2$).

Заключение. На основании проведенных исследований определены семенные свойства различных сортов овса голозерного, выращенного в Минской и Могилевской областях РБ, установлены оптимальные режимы проращивания зерна овса голозерного, осуществляемого в два этапа с использованием воздушно — водяных пауз. Рекомендуемые режимы проращивания представлены в табл. 5.

5.

Этапы проращивания	Длительность паузы, ч	
	водяная	воздушная
Первый этап	8,7	7,8
Второй этап	6,4	6,5

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршунов, В.А. Биотехнологические приемы повышения эффективности использования зерновых ресурсов Беларуси / В.А. Шаршунов, Е.Н. Урбанчик, Л.А. Касьянова, О.В. Агеенко, П.Г. Иванов // Вести Национальной академии наук Беларуси. Сер. Аграр. наук. — 2008. — №1. — С. 101-106.
2. Кондратенко, Р.Г. Исследование химического состава и технологических свойств пророщенного гороха / Р.Г. Кондратенко, Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта // Сб. научн. тр. / Университет по хранительной технологии — Пловдив, 2010. — Том LVIII, выпуск 2: Хранительная наука, техника и технологии 2011. — С. 446–451.
3. Вашкевич, В. Трансформация каротина при проращивании зерна пшеницы / В. Вашкевич, В. Горяев, О. Мусина // Хлебопродукты. — 2001. — №8, С.18-19.
4. Касьянова, Л.А. Оценка качества зерна голозерного и пленчатого овса как сырья для производства пищевых продуктов / Л.А. Касьянова, С.Н. Баитова // Вестник МГУП. — 2007. — №1.
5. Косминский, Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. Лабораторный практикум по технологическому контролю производства: учеб. пособие. / Г.И. Косминский /— Минск «Дизайн — ПРО» — 1998. — 352 с.
6. Урбанчик, Е.Н. Комплексная характеристика сырья и оптимизация режимов первого этапа проращивания семян гороха / Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта // Вестник МГУП—2012.— №2. — С. 76-80.
7. Способ оптимизации проращивания зерна и семян а 20130033 Республика Беларусь, МПК (2006.01) А 23L 1/00 / Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта; заявитель УО «Мог. гос. ун-т продовольствия». заявл. 11.01.2013; опубл. 30.06.13 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. — 2013. — №3. — С. 6.

Рукопись статьи поступила в редакцию 08.11.2013

L. Kasyanova

MODE OPTIMIZATION OF GERMINATION OF NAKED OATS

The process of germination of naked oats. In stages found the optimal regimes two water and two air pauses of germination are investigated. Using developed regimes allows to get grain raw material for the production of foods with high biological value.

УДК 664.38

В статье рассмотрены вопросы по переработке дыни и ее семян. Приведены технологическая схема по их переработке. Представлены результаты исследований химического состава, функционально-технологических свойств, аминокислотного и жирно-кислотного состава семян дыни. Описана рецептура обогащенного пищевого продукта.

РАЗРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ ИЗ БАХЧЕВОЙ КУЛЬТУРЫ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

Е.П. Франко, кандидат технических наук, заместитель начальника отдела питания

В настоящее время продукты переработки или как их еще называют вторичное сырьё очень востребованы в пищевой промышленности. Но не все богатые питательными веществами, ви-

таминами, микроэлементами, которые полезны и необходимы для организма человека вторичные продукты используют в пищевой промышленности.

Бахчевые культуры, которые имеют весьма богатый витаминно-минеральный состав, пищевая промышленность широко использует только лишь одного представителя данной культуры — тыкву, а остальным уделяется мало внимания. В статье обращено внимание на другого представителя этого семейства, который обладает богатым витаминно-минеральным составом, полноценным белком, липидами — дыню.

Целью работы являлось изучение химического состава плодов и семян данной культуры, её физико-химических свойств, для дальнейшей разработки биологически активной добавки и обогащения ею пищевого продукта.

Для достижения поставленной цели были поставлены и последовательно решались следующие задачи:

- ♦ исследование химического состава плодов и семян дыни;
- ♦ разработка технологии получения биологически активной добавки из плодов и семян дыни;
- ♦ исследование влияния БАД из плодов дыни на свойства модельных фаршевых систем и моделирование базовых рецептур;

Дыня — *Cucumis melo L.* — *Melosativus* — представляет собой однолетнее травянистое растение из семейства тыквенных (*Cucurbitaceae*). Содержание мякоти в дынях: 64–68 % [1].

В качестве объекта исследований использовали плоды дыни сорта Южанка. В дынях этих сортов содержание сахаров колеблется от 5,00 до 7,20 %, в том числе сахарозы 2,50 — 5,00 % [2]. Химический состав этих видов сырья включает высокомолекулярные соединения — моно и дисахариды, крахмал, пектиновые и белковые вещества, липиды, каротиноиды, токоферолы, жирные кислоты, витамины, органические кислоты, макро и микроэлементы [3, 4].

Анализ научно-технической и патентной литературы по проблеме использования плодов бахчевых культур подтвердил информацию о недостаточной степени разработанности технологических решений и технической оснащённости перерабатывающих предприятий для выпуска высококачественных продуктов широкого ассортимента и с низкой себестоимостью. Имеется информация о создании продуктов для детского питания с использованием плодов бахчевых культур [6 — 9]. Однако с экономической точки зрения эти способы не эффективны.

В настоящее время актуальна проблема обогащения продуктов питания биологически активными веществами (БАВ), т.к. они помогают улучшать технологические показатели качества, заменять дефицитное, дорогостоящее сырьё. Началось исследование с изучения химического состава плодов дыни (табл. 1).

1. [10]

Наименование показателя	Значение показателя, в пересчете на а.с. в.
массовая доля, % :	
белков	0,6
жиров	0,3
углеводов, в том числе:	9,6
общий сахар	9,0
моно- и дисахаридов	2
крахмала	1,00
пищевых волокон	25,43
пектина	6,78
органических кислот	0,2
зола	0,6

Как видно из табличных данных, мякоть дыни бедна основными нутриентами, но богата пищевыми волокнами. Пищевая ценность сырья обусловлена также наличием минеральных элементов и витаминов, входящих в состав плодов дыни (табл. 2).

2. -

Наименование показателя	Значение показателя, в пересчете на а.с. в.
массовая доля витаминов, г %:	
В ₁	0,04
В ₂	0,04
С	20,00
β-каротин (провитамин А)	0,40
РР	0,4
массовая доля минеральных веществ, мг %:	
макроэлементы:	
натрий	32
калий	118
кальций	16
магний	13
фосфор	13
микроэлементы:	
железо	1,0

Состав минеральных элементов высушенных плодов дыни представлен макроэлементами: натрием, калием, кальцием, магнием, фосфором, а также микроэлементами: железом. Витаминный состав представлен витаминами группы В, витаминами С, РР, β-каротином. В табл. 3 приведены качественные показатели БАД из плодов дыни.

3.

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание сухих веществ, %	92
Общего сахара, %	60
Число аромата мг тиосульфата натрия на 100 г сухого вещества	110
Количество β-каротина, мг/100 г	8,0

С моим участием была разработана схема переработки плодов дыни, которая приведена на рис. 1 [10].

Наличие в клеточном соке дыни большого количества растворимых веществ, обладающих осмотической активностью (сахара) и гидрофильных коллоидов приводит к затруднению испарения и увеличению продолжительности сушки.

В связи с этими особенностями сырья был применен способ получения дынного порошка методом сублимационной сушки. При этом основное количество влаги (до 85 %) удаляется при сублимации льда, а оставшая влага — при нагреве продукта до 40–60 °С.

После проводили СВЧ-бланшировку сырья в течение 5 с для большей стойкости продукта при хранении. Полностью подготовленное сырье в виде пюреобразной массы подвергали замораживанию (Т= –30 °С). Затем замороженное сырье загружали в сушилку, где проводили процесс досушки при 40 — 55 °С. Далее полученную добавку в виде порошка расфасовывали в упаковку. В табл. 4 приведены физико-химические показатели БАД из плодов дыни.

Теперь хочется перейти к семенам дыни. По разработанной с моим участием технологической линии по переработке семян дыни, на которую получен патент РФ, производили переработку семян дыни (рис. 2). Она состоит из моечной машины 1, транспортера 2, сортировочной машины для резки на части 3, машины для отделения семян 4, измельчителя в лепесток 6, сверхкри-

тического экстрактора 7, упаковочной машины 8, машины для очистки от корки 5. Особенность данной технологической линии заключается в том, что она содержит измельчитель в лепесток и сверхкритический экстрактор, которые позволяют повысить извлечение фракции белков и липидов, т.к. измельчитель обеспечивает получение тонкого пласта (лепестка) образца, что позволяет подвергнуть частицы более полному разрушению в сверхкритическом экстракторе.

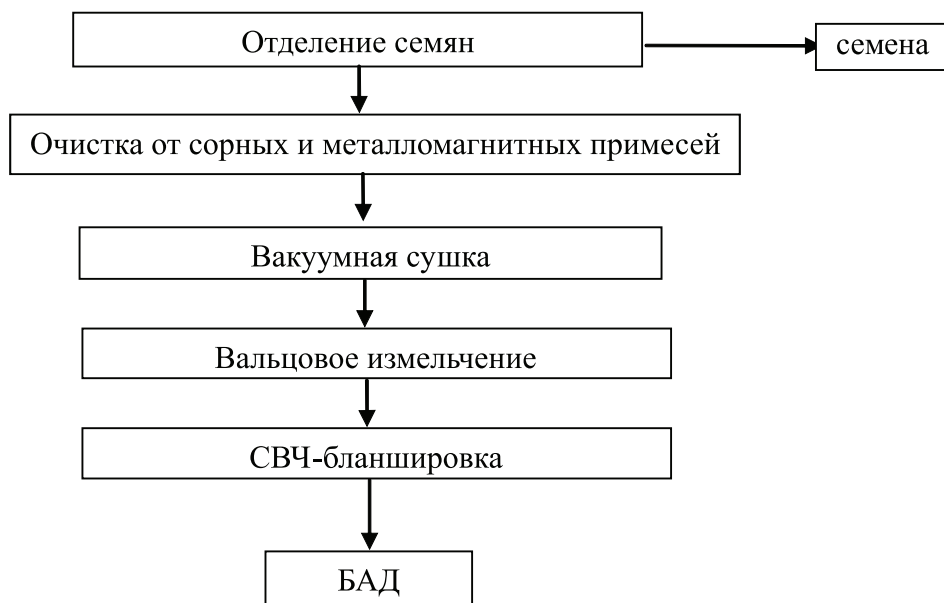


Рис. 1. Схема переработки плодов дыни

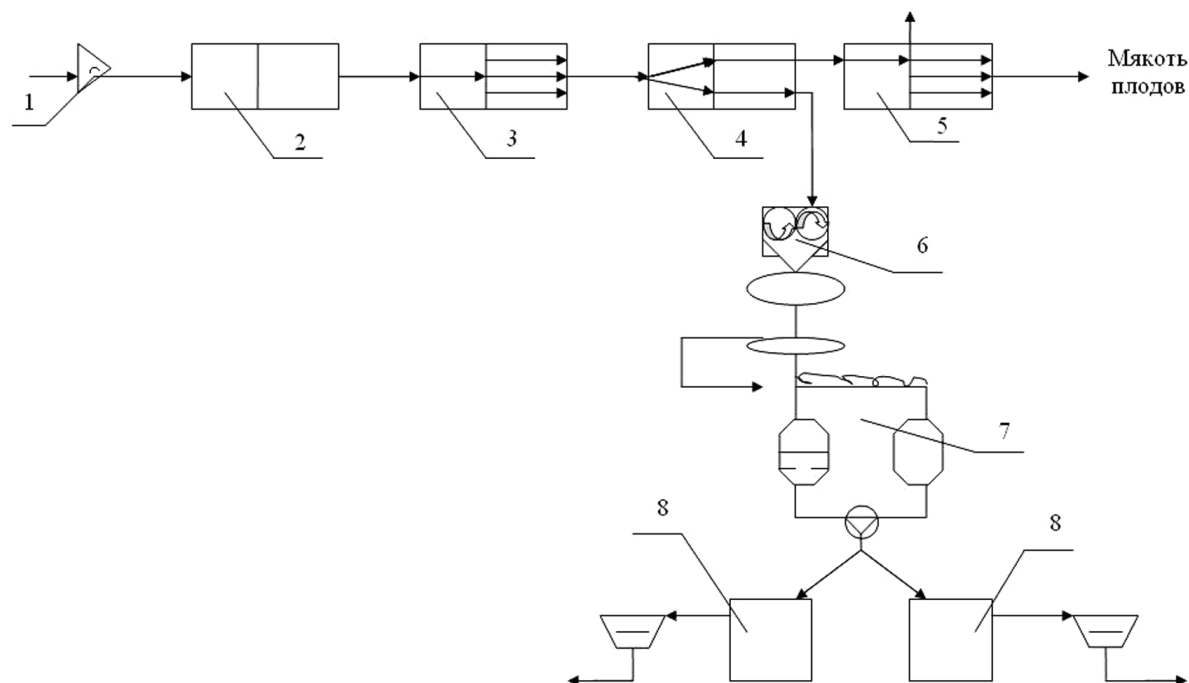


Рис. 2. Технологическая линия по переработке семян дыни

Сейчас актуальна проблема обогащения продуктов питания полноценным белком. Белковые препараты растительного происхождения могут улучшить технологические показате-

ли качества, заменять дефицитное, дорогостоящее сырье и обогащать белками продукты питания.

4. - [10]

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля растворимых сухих веществ, % не менее	32
Массовая доля сорбиновой кислоты, % не менее	0,02
Массовая доля минеральных веществ, % не менее	0,02
pH, не более	4,4

Липидный и белковый продукты из семян дыни этих сортов могут быть рекомендованы для создания пищевых продуктов с их использованием, в частности в мясной промышленности. Либо могут использоваться самостоятельно.

Разработка технологии получения белковых добавок из семян дыни невозможна без детального изучения характеристик этого вида растительного белка и оценки функциональных свойств, определяющих поведение белковой добавки в пищевых системах.

Опытным путём было установлено, что содержание влаги в семенах составляет 6,57 % (табл. 5).

5. [10]

Название аминокислот	Семена дыни после сушки
влаги и летучие вещества, %	6,57
общий белок (Nx6,25), %	60,00
липиды, %	30,00

По количеству белка и масла (липидов), семена дыни представляют интерес для дальнейшего исследования. Был изучен аминокислотный состав общего белка (Nx6,25) семян дыни, который был определён методом капиллярного электрофореза на приборе «Капел — 103Р» (табл. 6).

Из приведённых данных табл. 6, видно, что аминокислотный состав семян дыни включает незаменимые аминокислоты, которые организм человека может получить только извне.

6. [10]

Название аминокислот	Обезжиренные семена дыни
аргинин	69,22
лизин	0
тирозин	0
β-фенилаланин	0
гистидин	0,42
лейцин	24,69
изолейцин	19,52
метионин	58,07
валин	12,02
пролин	42,07
треонин	51,17
триптофан	0
серин	29,79

Название аминокислот	Обезжиренные семена дыни
α-аланин	47,64
глицин	49,35
глутамин	154,73
аспарагиновая кислота	81,70
цистин	0,77

Для получения масла из семян дыни, мы использовали лабораторную CO₂-установку, имеющуюся на заводе экстрактов Краснодарского НИИ хранения и переработки сельскохозяйственного сырья. Затем экстракт подвергли газожидкостной хроматографии для проведения анализа жирно-кислотного состава (табл. 7).

Из данных табл. 7 видно, что в запасных липидах семян дыни содержатся физиологически ценные ненасыщенные ω-6 и ω-3 жирные кислоты, в том числе более 60 % полиненасыщенных жирных кислот — линолевой и линоленовой.

7. - [10]

Наименование жирных кислот	Содержание, % к сумме жирных кислот
миристиновая	0,0314
пальмитиновая	8,2310
пальмитолеиновая	0,0045
стеариновая олеиновая	5,453130,1091
линолевая	59,0034
линоленовая	0,2564
арахиновая	0,1983
эйкозеновая	0,2065

При дальнейших исследованиях из измельченных обезжиренных семян был получен белковый продукт и исследованы его функциональные свойства (табл. 8).

8. [10]

Показатели	Белковый продукт из семян
Содержание влаги, %	8,83
эмульгирующую способность, мл/г	0,063
влагоудерживающую способность, мл/г	2,330
жироудерживающую способность, мл/г	1,129
пенообразующую способность, %	231,550
стойкость пены, %	82,240

Данные табл. 8 свидетельствуют о том, что белки семян дыни обладают высокой способностью образовывать эмульсию и стабилизировать ее. Следовательно, продукт является качественным эмульгатором, стабилизатором эмульсий и способен хорошо удерживать жир. Полученный обезжиренный шрот был изучен на содержание глобулино-альбуминного комплекса и альбуминовой фракции по методике Осборна. В обезжиренном шроте семян сорта Южанка глобулино-альбуминный комплекс равен 91,00 %, альбуминовая фракция — 9 %. Были проведены расчеты показателей биологической ценности белкового компонента семян дыни сорта Южанка — аминокислотного сора и коэффициента утилитарности (U). Данные представлены в табл. 9.

9.

[10]

Наименование показателя	Сорт семян дыни Южанка
аминокислотный скор, %	
изолейцин	97,6
лейцин	35,27
лизин	—
метионин+цистин	168,11
фенилаланин+тирозин	—
триптофан	—
треонин	127,92
валин	24,04
U, ед.	0,260

Рассчитав коэффициент утилитарности аминокислотного состава белков (U) исследуемых образцов семян дыни, возможно в численной форме (доля единиц) охарактеризовать сбалансированность их незаменимых кислот по отношению к эталону. Чем больше коэффициент утилитарности приближен к 1, тем более сбалансирован белок образца.

Вследствие проведенных исследований была разработана технология получения продуктов, обогащенных БАД из плодов и семян дыни. Особенностью технологии является введение растительного концентрата и замена части мясного сырья растительным для снижения калорийности продуктов и улучшение функционально-технологических свойств. Были разработаны рецептуры колбасного фарша. В табл. 10 приведена рецептура колбасного фарша, обогащенного БАД.

10.

[10], («—» —)

Ингредиенты	Норма расхода	
	контроль по ГОСТ	колбасный фарш с БЛП
говядина, кг	52	45,5
свинина, кг	20	10
крахмал картофельный, кг	3	1,5
дынный БАД, кг	—	17,5
вода, л	20	20,5
соль поваренная, кг	0,0025	2,5
сахар-песок, кг	0,250	250
СО ₂ -экстракт семян дыни, кг	—	0,001
СО ₂ -экстракт перца черного, кг	0,006	0,006
СО ₂ -экстракт перца красного, кг	0,003	0,004
СО ₂ -экстракт ореха мускатного, кг	0,004	0,004
чеснок, кг	0,250	0,250

Особенностью разработанных рецептур является сочетание традиционного растительного сырья с БАД.

В табл. 11 приведен витаминно-минеральный состав колбасного фарша с БЛП.

11.

[10]

Наименование показателя	Значение
витамины	
витамин А, мг	0,08
витамин В ₁ , мг	0,10

Наименование показателя	Значение
витамин В ₁₂ , мкг	1,47
витамин В ₂ , мг	0,14
витамин В ₆ , мг	0,29
витамин В ₉ , мкг	6,70
витамин С, мг	4,18
витамин Е, мг	0,39
витамин Н, мкг	2,21
витамин РР, мг	2,10
минеральные вещества	
сера, мг	176,83
фосфор, мг	146,18
магний, мг	18,48
кальций, мг	22,72
калий, мг	249,9
йод, мг	5,6
железо, мкг	2,13

В табл. 12 приведена оценка удовлетворения суточной потребности организма человека в БАВ при употреблении 100 г опытных образцов.

12.

100

[10]

Показатель	Норма суточной потребности, мг/сут*	Удовлетворение суточной потребности, % от суммы
ПНЖК	11,0	15,8
пиридоксин (В ₆)	1,8–2,0	17,2–20,4
рибофлавин (В ₂)	1,8	7,2
тиамин (В ₁)	1,5	10,7
α-токоферол	10,0	11,8
β-каротин	1,0	18,4
калий	3500,0	7,6
кальций	1000,0	2,8
магний	400,0	8,5
фосфор	1000,0	24,2
железо	14,0	17,5
марганец	2,0–3,0	12,8–9,5
медь	2,0–3,0	9,5–6,8
цинк	15,0	15,3

Представленные данные позволяют отнести разработанный колбасный фарш, обогащенный биологически активной добавкой к продуктам функционального назначения, так как при употреблении 100 г данных изделий обеспечивается более 10 % среднесуточной потребности организма человека в ПНЖК, фосфоре, железе, цинке, α-токофероле и β-каротине.

Анализ полученных данных позволяет сделать заключение, что семена дыни являются ценным пищевым источником многих биологически активных веществ (белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и витамины).

Введение дынных в состав пищевых продуктов позволяет обогатить продукты незаменимыми веществами и восполнить их дефицит в организме человека. Клетчатка и целлюлоза позволяют выводить вредные вещества из организма.

Разработанные технологические линии и технологии получения новых продуктов из семян дыни, позволяют не только создавать новые продукты питания, но также и сохранить мах ценные вещества исходного сырья, рационально использовать вторичные ресурсы, регулировать химический состав и улучшать органолептические свойства готовой продукции. Позволяют снизить калорийность пищевых продуктов, заменив часть мясного сырья растительным, что благоприятно сказывается на организме человека. Данные технологии могут быть широко применимы для производства продуктов питания и для продуктов профилактического назначения.

Поскольку дыни содержат линолевую и линоленовую жирные кислоты, их можно также рекомендовать для применения в косметологии и фармацевтических препаратах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гуцалюк, Т.Г.* От арбузов до тыквы. — Алма-Ата: Кайнер, 1989. — 272 с.
2. *Абезин, В. Г.* Технология переработки бахчевых культур / В.Г. Абезин, В.А. Цепляев, А.Н. Цепляев, М.Н. Шапров // Достижения науки и техники АПК, 2005. — № 5. — С. 39 — 41.
3. *Исабаев, И.Б.* Разработка технологии получения нового вида пюре из обжаренной тыквы / И.Б. Исабаев, К.Х. Мажидов, Ф.Б. Ашуров // Сб. междунар. конф. «Вклад молодых ученых и специалистов пищевой промышленности в решении проблемы здорового питания в XXI веке». — М.: ВНИИМП, 1999. — С. 183 — 184.
4. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. — ДеЛи принт, 2002. — 236 с.
5. *Casimir, C. Akoh* Fatty acid composition of melon seed oil lipids and phospholipids / Casimir C. Akoh and Chigozie V. Nwosu // Journ. of the American Oil Chemists' Society. — 2002. — Vol. 69. — № 5, — P. 314 — 316.
6. *Abiodun, O.A.* Comparative Studies on Nutritional Composition of Four Melon Seeds Varieties [Текст] / O.A. Abiodun and R.O. Adeleke // Pakistan Journal of Nutrition. — 2010. — № 9 (9). — P. 905– 908.
7. *Марри, Р.* Биохимия человека в 2 томах [Текст] / Р. Мари, Д. Греннер, П. Мейес, В.М. Родуэлл // М.: Мир, Т.— 2004. — 384 с.
8. Hasegawa, Toshio Mesotherapy for Benign Symmetric Lipomatosis / Hasegawa, Toshio Tomoyuki Matsukura and Shigaku Ikeda // Aesthetic Plastic Surgery. — 2010. — № 34 (2). — P.153– 156.
9. *Rotunda, Adam M.* Mesotherapy and Phosphatidylcholine Injections: Historical Clarification and Review / Rotunda Adam M., Michael S. Kolodney //Dermatologic Surgery. — 2006. — № 32 (4). — P. 465-480.
10. *Франко Е.П.* Разработка технологии получения белково-липидного продукта из семян дыни и его использование в мясорастительных изделиях: Дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01, 05.18.04. Краснодар, 2011, 135 с.

Рукопись поступила в редакцию 29.10.2013

Е.Р. Franko

OBTAINING OF BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVE FROM MELONS CULTURES

This article questions on processing of a melon and its seeds are considered. Their processing are resulted a flow sheet on. Results of researches of a chemical compound, is functional-technological properties, amino acid composition and fatly-acid contents of seeds of a melon are presented. The compounding of the enriched foodstuff is described.

Обзорная статья посвящена методу рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) микроэлементного состава пищевого сырья и продуктов питания, позволяющего осуществить прецизионные и мультиэлементные исследования. Дается краткая характеристика физических основ метода, приводятся границы чувствительности и сравнение с другими методами анализа микроэлементов, результаты исследования методом РФА образцов фастфуда, питьевой воды, пресноводных рыб, детских питательных смесей, овощей и фруктов. На примере использования РФА в исследовании молока и молочных продуктов обосновывается применение метода в пищевой промышленности. Обращается внимание на возможности РФА в контроле контаминации металлов при консервировании продуктов и обосновании показателей пищевой ценности корнеплодов. Приводятся характеристики основных приборов РФА, присутствующих на рынке стран СНГ.

ВОЗМОЖНОСТИ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И СЫРЬЯ

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Беларусь

*Т.К. Крупская, преподаватель кафедры «Лазерной физики и спектроскопии»;
Л.П. Лосева, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории
«Физико-химических методов исследования объектов окружающей среды»;
С.С. Ануфрик, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой
«Лазерной физики и спектроскопии»*

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Беларусь**

*А.Г. Мойсейенок, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук,
профессор, главный научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический
центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»*

Проблема нормирования микроэлементного состава пищевого сырья и пищевых продуктов отягощена разнообразием подхода к методологии исследований элементного статуса, противоречием между прецизионными исследованиями и возможностью осуществления мультиэлементных анализов. В практике биоэлементологии и нутрициологии предпочтение принадлежит таким методам исследования как атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС), плазменная атомно-эмиссионная спектрометрия (АЭС), плазменная масс-спектрометрия (МС), нейтронно-активационный анализ (НАА), а также ионная хроматография, пламенная фотометрия, спектрофотометрия. Росту точности, специфичности и чувствительности этих методов сопутствует сложность и стоимость аппаратного обеспечения. Важным моментом остается пробоподготовка, технология которой также усложняется. В последние годы все большее внимание уделяется методу рентгеновской флуориметрии: energy dispersive X-ray fluorescence (EDXRF), который получил достаточное развитие в исследованиях в России и Украине под названием рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). В русскоязычной литературе известны обобщающие монографии Лосева Н.Ф., изданная в Москве в 1969 г. и Ревенко А.Г., изданная в Новосибирске в 1994 г. [1,2].

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) относят к категории элементных анализов. Данный метод основан на снятии спектра, полученного путем воздействия на исследуемый материал рентгеновским излучением, источником которого является рентгеновская трубка. Возбужден-

ные излучением атомы при переходе в основное состояние испускают фотоэлектроны строго определенных энергий, учитываемых при спектральном анализе. Существуют энергодисперсионный РФА (ЭД РФА) и РФА с волновой дисперсией (РФА ВД), в зависимости от способа детекции и программного обеспечения. Спектр исследуемых элементов зависит от силы тока и напряжения на трубке: 10 кВ для легких элементов, 40-50 кВ для тяжелых. Нижняя граница обнаружения зависит от атомного номера элемента, например, для фосфора — 0,01 % от массы анализируемой пробы. Особенностью рентгенофлуоресцентного метода, выгодно отличающей его от других физических методов анализа, является его высокая помехоустойчивость. Сравнительная оценка чувствительности к пороговым концентрациям микроэлементов для основных используемых методов приведена в табл. 1.

1.

Методы	Чувствительность, ppm						
	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Флуоресцентный	XX	XX	X				
Атомная-эмиссионная спектроскопия	XX	XX	X				
Атомно-абсорбционная спектроскопия	XX	XX	X	X			
Инверсионная вольтамперометрия	XX	XX	X	X			
Масс-спектрометрия	XX	XX	XX	XX	X	X	X

XX — для большинства элементов;

X — в отдельных случаях.

В практике микробиоэлементных исследований в нашей стране, наряду с традиционными методами [3], метод (РФА) получил ограниченное распространение по причине недостаточной приборной базы. В исследованиях белорусских специалистов применяется настольный лабораторный энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр *ElvaX* CEP-01 с родиевой (Rh) или золотой (Au) рентгеновской трубкой. Спектрометр позволяет работать в режиме экспресс-анализа элементного состава веществ, находящихся в различных агрегатных состояниях. Для возбуждения характеристического излучения элементов в материале пробы используются тормозное излучение и характеристическое излучение материала анода. К-линии тяжелых элементов от родия до тантала принципиально могут быть возбуждены только с помощью тормозного излучения родиевой трубки, так как энергии собственно родиевых линий для этого недостаточно. В этом случае необходимо устанавливать напряжение генератора 60 кВ. Элементы до молибдена возбуждаются Rh K-излучением (энергия от 20,072 кэВ до 22,721 кэВ). Rh K_{β1}-излучение с энергией 22,721 кэВ может возбудить элемент рутений. Легкие элементы периодической системы до серы эффективно возбуждаются Rh L-излучением с энергией от 2,694 до 2,834 кэВ. Аналогичные характеристики имеет трубка с золотым анодом.

Возможности метода РФА продемонстрированы в разрешении проблемы идентификации доминирующего селенопротеина и других металлосодержащих белков в яичках крыс, после нагрузки животных селено-обогащенной диетой (300 мг Se/кг). Выделение белков посредством гель-электрофореза на полиакриламидном геле в додецилсульфате натрия и прямое РФА определение выявило до 80 % тканевого селена в составе селенофермента — глутатионпероксидазы гидроперекисей фосфолипидов. При этом детектировано в пробе 5,2 нг Se, что было двукратно выше, чем других селенопротеинов, идентифицированных параллельной ауторадиографией. Одновременно проведенное исследование Cu-содержащего белка апоазурина, характеризующегося нековалентным связыванием металлов, выявило четко детектируемое присутствие Zn, Fe, Sn, Cl, Ca, причем Zn и Cl отнесены к фрагментам белка с устойчивой связью (стабильным комплексом). Сделан вывод о перспективности и ценности метода РФА в исследовании металлопротеинов и высокой разрешающей способности метода для детекции металлов с порядко-

вым номером 22-34 в молекулярно-биологических и мембранологических исследованиях. Материалы исследований связей металлов и металлоидной связи белков обосновывают диапазон измерений выше 100 нг металлопротеина на 1 г белковой смеси, что позволяет осуществлять прецизионный анализ микроэлементов, таких как As, Ni, V в физиологических условиях [4].

Адаптация метода РФА в российском исследовании элементного состава и молекулярной организации белок-содержащих моделей клеточных мембран позволила получить новые характеристики белок-липидного взаимодействия, в котором микроэлементы Fe, Zn, Cu, Ca определены как биомаркеры формирующихся протеиновых пленок в т. ч. для оценки их целостности (в концентрациях не выше 10^{-7} м). Доказана, тем самым, возможность формирования протеиновой структуры на поверхности биологической мембраны [5].

Благодаря методу РФА открыты новые возможности оценки взаимосвязи апопластического и симпластического пути роста растительных клеток, когда одновременный анализ Na^+ , K^+ , Ca^{2+} и Cl^- в корнях и органах подсолнечника позволил выявить новые закономерности толерантности растения к солевой среде [6].

В институте геохимии СО РАН проведено системное исследование металлов и микроэлементов Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Mn, Fe, S, Sr и Cl с использованием метода РФА в растительном материале с пробоподготовкой образцов различных почвенных и водных растений. Авторы выявили проблему разброса данных исследований и установили, что степень расхождения различна в зависимости от анализируемого элемента: максимальна для Si и Sr, тогда для других (Na, Mg, Al, P, K, Ca, Mn, Fe, S, Cl) значительно меньше. Диапазон измерений (C_{\max}/C_{\min}) оказался чрезвычайно широк (15,3-23,7) для Na, Al, Mn, Fe, Cl, тогда как он был сужен (2,4-7,2) для Mg, Al, Si, P, K, Ca, S, Sr. Достигнутое разрешение РФА позволило определить высокое содержание K, Ca, Mg, Si (1,71; 1,35; 0,342; 0,315 % сухого веса, соответственно) в водном растении горлец, а также K, Ca, Cl, Mg, P (3,19; 1,17; 1,254; 0,682; 0,555 % сухого веса, соответственно) в ромашке и K, Ca, Si, P (1,52; 0,84; 0,426; 0,304% сухого веса) в полыни. Сделан вывод о зависимости точности измерения от исходной концентрации биоэлемента и это исследование признано правомочным при введении коэффициентов коррекции расхождения интенсивности сигнала. Определены возможные межэлементные эффекты при анализе РФА в озоленных образцах, а результаты сопоставлены с данными других исследователей. Сделан вывод о соответствии результатов исследования при анализе нативных образцов и при пробоподготовке методом сжигания [7].

Одной из первых попыток использования РФА для исследования продуктов питания является исследование концентраций P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Br, Rb, Sr в 239 образцах фастфуда, включая 40 видов овсяных хлопьев, сэндвичей, пиццы, салатов, десертов и напитков. Вариация результатов анализа составила от 3,3 % до 6,3 % при использовании стандарта NIST. По сравнению с референтным материалом данные РФА по Mn, Fe и Zn показали среднее отклонение в 1,3 %, что явилось доказательством перспективности метода в нутрициологических исследованиях [8].

Принципиальный вклад для адаптации метода РФА в решении задач нутрициологии был осуществлен международной группой исследователей в 1998 г., когда удалось доказать преимущества метода для исследования микроэлементов в питьевой воде. Осуществлен сопоставительный анализ лимитирующих пределов обнаружения микроэлементов в питьевой воде (табл. 2). Полученная высокая разрешающая способность масс-спектрометрического анализа объясняется предшествующей концентрационной пробоподготовкой.

2.

(DL)

Элемент	Пределы обнаружения (DL) [мкг/л]							
	Na	Mg	K	Ca	Ni	Cu	Zn	Sr
Метод								
титрование	—	—	—	700	—	—	—	—
пламенная фотометрия	—	—	500	—	—	—	—	—

Метод / Элемент	Пределы обнаружения (DL) [мкг/л]							
	Na	Mg	K	Ca	Ni	Cu	Zn	Sr
пламенная атомно-абсорбционная спектрометрия	3	2–3	3–12	3–22	4–12	1–4	1–10	17
атомно-эмиссионная спектрометрия	0,1	0,3–50	20–500	0,3–30	25	5	5	1
масс-спектрометрия	–	7	–	20	0,1–3	0,01–3	0,08–1	0,04
рентгеновская флуориметрия	–	–	100	50	4	3,5	3,5	4,5

В рассматриваемом исследовании получены с помощью метода РФА следующие средние величины содержания элементов в питьевой воде: К– $0,97 \pm 0,08$; Са– $80 \pm 10,0$ мг/л; Ni– 23 ± 2 ; Сг– 98 ± 4 ; Zn– 118 ± 6 ; Sr– 400 ± 20 мкг/л. Рекомендации авторов указывают на преимущества использования РФА по сравнению с другими методами при исследовании элементов с атомным номером > 19 и при необходимости осуществление расширенного мультиэлементного анализа. Особенностью метода является упрощенная пробоподготовка и возможность массовых исследований. Прецизионность РФА-метода в стандартном варианте не превышает 10 %-ную погрешность при концентрациях элемента в мкг/л [9].

Для исследования миграции микроэлементов в водных системах метод РФА был применен для изучения накопления Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ba в 4-х видах пресноводных рыб. Исследовали мультиэлементный состав в мышечной ткани и внутренностях. Для исключения матричных эффектов использовали, как и предыдущем исследовании, поправочные коэффициенты. Показано, что в печени рыб в относительно высокой концентрации выявляются по элементам P, S, K ($2,15-3,07$; $2,00-2,62$; $2,51-3,21 \cdot 10^3$ мг кг⁻¹, соответственно), в мышечной ткани рыб эти же элементы ($1,34-3,56$; $2,68-4,05$; $2,95-7,20 \cdot 10^3$ мг кг⁻¹, соответственно). В отдельных видах рыб определен высокий уровень Fe и Cu. В цитируемой работе осуществлен сопоставительный анализ содержания микроэлементов в пресноводной рыбе, результаты которого представлены в табл. 3.

3.

, . -1 [10]

Регион	Ni	Cu	Zn
Реки Бангладеш	2,43	5,34	76,8
Кольский регион России	0,69–1,95	1,58–2,40	20–34
Вьетнам, Дай Минг	0,3	1,8	29
Озеро Ататюрка, Турция	–	0,05–4,29	2,06–27,8
Озеро Нассер, Египет	0,06	0,26	0,63
Озеро Коллеру, Индия	0,18–0,24	28–38	37–43
Лагуна Малибу, США	0,3–1,0	1,7–6,0	3,2–66
Озеро Касумигаура, Япония	0,04	0,29	5,44
Река Пиракикаба, Бразилия	22,80	5,07–8,43	10,33–33,61

Тем самым установлены значительные превышения референтных величин [10]. Приведенные данные свидетельствуют о ценности метода РФА как для экологического мониторинга, так и для нутрициологических исследований.

В целях стандартизации производства детских питательных смесей и контроля их качества метод РФА применяют в качестве альтернативного при использовании АЭС с индуктивно-связ-

занной плазмой (прибор Varion Optima 2100 DV ICP-OES) и потенциометрического анализа (Titrimo DMS 716C+DM 141-SC электрод). Валидационные характеристики показывают, что данные полученные методом РФА частично отличаются от базовых данных, причем % отклонения для минимальных/максимальных значений при исследовании молочного порошка и продуктов на его основе составляет для Na — 36-10, для Mg — 12-5; P — 30-6; Cl — 11-3; K — 8-3; Ca — 9-2; Fe — 21-12; Cu — 29-15; Zn — 15-2. Резюмируется, что метод РФА при производстве молочных смесей является быстрым и доступным методом осуществления количественного контроля Na, Mg, P, Cl, K, Ca, Fe, Cu и Zn в молочном порошке. По мнению авторов относительно высокая степень расхождения результатов для Na, P, Cu, не является ограничивающим фактором. Данные по Mn оказались невоспроизводимыми, возможно по причине низкой концентрации этого микроэлемента в молоке [11].

Для расширенного исследования в пищевых продуктах метод РФА применен в 2006 г группой исследователей в Бразилии. После пробоподготовки высушенных образцов обработкой смеси азотной кислоты и перекиси водорода осуществлено прямое исследование спектра микроэлементов в овощах, корнеплодах, фруктах, зерновых культурах. Продолжительность рентгеновского облучения составила 100 с, после чего анализировались спектры P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Mo, Ba, Pb [11].

4. , ·⁻¹ [12]

Элемент	Рис	Бобы	Картофель	Банан	Апельсин	Салат
P	1040	4150	690	260	390	420
K	980	14640	4500	3960	2000	2570
Ca	280	1300	90	150	180	380
Mn	10	10	—	6,7	—	6
Fe	40	70	10	10	2,6	10
Cu	5,8	5	5	2	7	9
Zn	5	0,8	2	2	—	5

В табл. 4 представлены данные исследования эссенциальных элементов, которые, по мнению авторов, по P, K и Ca хорошо соответствуют эталонным значениям. Обнаружено относительно высокое содержание Mn в рисе, фасоли и бананах, близкое к прогнозируемым значениям. В бобовых и зерновых образцах выявлено существенное количество железа, тогда как Cu в бобовых и картофеле. Высокое содержание Cu в апельсинах, по мнению исследователей, является аналитически завышенным. Аналогичная ситуация выявлена в отношении Zn. Концентрацию Cr удалось определить в данном исследовании в рисе ($1,48 \pm 0,08$ мкг г⁻¹), картофеле ($0,87 \pm 0,06$ мкг г⁻¹), салате ($4,69 \pm 0,45$ мкг г⁻¹) и эруке посевной ($2,02 \pm 0,35$ мкг г⁻¹). Со выявлен в бобах ($0,28 \pm 0,04$ мкг г⁻¹), салате ($1,89 \pm 0,17$ мкг г⁻¹) и эруке посевной ($1,54 \pm 0,10$ мкг г⁻¹). Впервые среди подобного рода исследований установлены концентрации Mo и Ni. В частности, содержание Mo составило $11,55 \pm 1,08$ мкг г⁻¹ в бананах (другие источники — рис и картофель), но реальным концентратом данного элемента является эрука посевная (вечерница), содержащая Mo в количестве $23,93 \pm 1,65$ мкг г⁻¹. Высокой концентрацией Ni характеризуется картофель ($3,27 \pm 0,22$ мкг г⁻¹), салат и эрука, в 10 раз меньшие значения выявлены в рисе. Сопоставительный анализ полученных данных позволил сделать вывод, что отдельные образцы пищевых продуктов содержат Cr, Cu, Zn и Pb в концентрациях, превышающих референтные величины и рекомендовать использование РФА для количественного контроля микроэлементов в пищевых продуктах [13].

Сопоставительный анализ альтернативных методов исследования микроэлементов с использованием РФА, ААС, АЭС, МС, НАА проведен на основании данных исследований состава молока и молочных продуктов, в чем особое внимание уделено пробоподготовке и способам учета матричных эффектов (т.е. эффектов взаимодействия рентгеновского излучения

трубки с веществом анализируемой субстанции). Подчеркивается, что большинство исследований, посвященных РФА молока, ориентировано на молочную промышленность (компания Nestle). В частности для многоэлементного анализа молочных продуктов, детских молочных каш и смесей, обогащенного минералами сухого молока. Указывается, что метод РФА надежен для определения Al, Ca, K, Ti, Ni, Co, Sr, Cu, Zn, Mn, Cr, Ba в обезжиренном сухом молоке, производство которого необходимо для регионов, в которых свежее молоко недоступно. Осуществлен РФА в промежуточных и конечных продуктах при производстве йогуртов, а также при сравнительном исследовании минерального состава женского молока, показано, что концентрация селена в нем в первую неделю лактации составляет 22 мкг/л, а к концу лактации уменьшается до 5 мкг/л [13].

Доминирующей пробоподготовкой при анализе молока и молочных продуктов является леофильная сушка и прессование излучателя. Пределы обнаружения элементов в сухом молоке в двух вариантах РФА приведены в табл. 5.

5. , / [14]

Вариант РФА	P	S	Cl	K	Ca	Fe	Zn
РФА ЭД	222	105	300	1135	656	28	9
РФА ВД	130	44	241	122	95	15	8

Из таблицы следует, что чувствительность РФА ЭД несколько ниже, чем чувствительность РФА ВД. Высокие значения верхней границы обнаружения для K и Ca при РФА ЭД связываются с повышенным фоном рассеяния первичного излучения рентгеновской трубки.

По данным, полученным в исследованиях на спектрометре с волновой дисперсией S4 Pioneer (Bruker AXS) пределы обнаружения в сухих молочных продуктах были следующими: для Na — 40, Mg — 12, P — 5, S — 3, Cl — 12, K — 3, Ca — 8, Mn — 0,6, Fe — 1,1, Ni — 0,3, Cu — 0,7, Zn — 1, Br — 0,6, Rb — 1, Sr — 0,6 мг/кг.

Дальнейшим развитием этого направления исследований было использование спектрометра S2 PICOFOX для определения микроэлементов в биологических жидкостях, в том числе в женском молоке. Этот спектрометр оснащен рентгеновской трубкой с молибденовым анодом (U=50 кВ, I=0,75 мА). Пределы обнаружения микроэлементов с атомным номером больше 26 в биологических жидкостях составляют 1 — 10 мкг/л, для элементов с атомным номером меньше 26 — 10 — 100 мкг/л.

Правильность результатов неструктивного РФА молока и молочных продуктов оценивают с помощью стандартных образцов или с помощью контрольного метода (например, ААС) [13].

Исследования последних лет демонстрируют широкие возможности метода РФА в пищевой промышленности и исследовании минерального состава пищевого сырья. Важно подчеркнуть, что метод позволяет в рамках одного исследования определить как микроэлементный спектр продукта, так и возможность его загрязнения тяжелыми металлами, а также выявить возможность контаминации металлов из упаковочного материала, что особенно важно при консервировании. Такие исследования были проведены при консервировании овощей и бобовых, рыбы и грибов (с выявлением превышения допустимого уровня Cd) [15], в баклажанах, выращенных в различных агротехнологических условиях (с оценкой повышенных концентраций Al, Cr, Sr) [16], в салате, выращенном в зоне промышленных выбросов производства ферросплавов (с обнаружением высоких концентраций Mn) [17], в овощах, выращиваемых в зоне строительства АЭС (установлены высокие концентрации Pb) [18].

Большое социальное значение получили результаты исследований с использованием РФА китайских специалистов по микроэлементной ценности якона, сладкого картофеля, картофеля, которое выявило высокий уровень содержания K, Fe, Ca, Mg, Mn и Cu, что фактически (на ряду с композицией основных нутриентов) является обоснованием расширения производства корнеплодов в Китае с учетом высокой пищевой ценности продукта, сравнимой с рисом и мукой и может обеспечить решение проблемы нехватки продовольствия [19].

В РБ впервые для разрешения задач нутрициологии метод РФА применен Лосевой Л.П., Тарасевич А.Ю., Ермоленко Г.Л. для оценки физического питания в организованных коллективах. Основным объектом исследования были волосы, а исследования проведены на рентгенофлуоресцентном анализаторе ElvaX производства Elvatech (Украина). Результаты исследования обосновывают необходимость углубленных исследований возникновения микроэлементного дисбаланса [20]. По инициативе Лосевой Л.П. аналогичные исследования проведены в спортивной медицине [21].

Приборная база для выполнения РФА непрерывно расширяется и совершенствуется. Оборудование выпускается в настольном (мобильном) и стационарном вариантах и фактически предполагает исследование микроэлементного состава любых материалов. Значительное место на приборном рынке занимает компания PANalitical (Нидерланды), наиболее известными приборами которой являются рентгенофлуоресцентные энергодисперсионные спектрометры Epsilon 3XL и Epsilon 3 с диапазонами определяемых элементов от F до U и от Na до U соответственно. В исследованиях ведущих российских специалистов в области биогеохимии успешно использован стационарный лабораторный спектрометр AXIOS Advanced (PANalitical) с волновым сканирующим каналом детектирования характеристического излучения элементов пробы, возбужденного рентгеновской трубкой с родиевым катодом. Осуществлена градуировка спектрометра по стандартным образцам состава растительных материалов, в т.ч. клубней картофеля, зерна пшеницы. Упомянутые выше [13] приборы компании Bruker Daltonics (США) волнодисперсные рентгенофлуоресцентные спектрометры S2 PICOFOX и S4 PIONEER характеризуются диапазонами определяемых элементов от Al до U и от Be до U соответственно. В странах СНГ получают распространение приборы компании Elvatech (Украина), в частности портативный рентгенофлуоресцентный спектрометр ElvaX, который занесен в Государственные реестры средств измерений Украины, России, Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лосев, Н.Ф. Количественный рентгеноспектральный флуоресцентный анализ. М.: Наука. 1969. — 338 с.
2. Ревенко, А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов : монография / Отв. ред. В.П. Афонин. — Новосибирск : ВО «Наука», 1994. — 263 с. : ил.
3. Биоэлементный статус населения Беларуси: экологические, физиологические и патологические аспекты / под ред. Н.А. Гресь, А.В. Скального. — Минск : Харвест, 2011. — 352 с.
4. Analysis of metal-containing proteins by gel electrophoresis and synchrotron radiation X-ray fluorescence / G. Weseloh [et al.] // J. Radioanal. Nucl. Chem. — 2004. — Vol. 259, № 3. — P. 473-477.
5. X-ray fluorescence studies for the elemental composition and molecular organization of protein films on the surface of the liquid subphase / S.I. Zheludeva [et al.] // Crystallogr. Rep. — 2009. — Vol. 54, № 6. — P. 920-928.
6. Ebrahimi, R. Ion distribution measured by electron probe X-ray microanalysis in apoplastic and symplastic pathways in root cells in sunflower plants grown in saline medium / R. Ebrahimi, S.C. Bhatla // J. Biosci. — 2012. — Vol. 37, № 4. — P. 713-721.
7. Chuparina, E.V. Nondestructive X-ray fluorescence determination of some elements in plant materials / E.V. Chuparina, T.N. Gunicheva // J. Anal. Chem. — 2003. — Vol. 58, № 9. — P. 856 — 861.
8. Nielson, Kirk K. Mineral concentrations and variations in fast-food samples analyzed by X-ray fluorescence. / K. Nielson Kirk, Arthur W. Mahoney, Lisa S. Williams, Vern C. Rogers // J. Agric. Food Chem. — 1991. — Vol. 39. — P. 887 — 892.
9. Performance of total reflection and grazing emission X-ray fluorescence spectrometry for the determination of trace metals in drinking water in relation to other analytical techniques / B. Hołyńska [et al.] // Fresenius J. Anal. Chem. — 1998. — Vol. 362. — P. 294-298.

10. Analysis of fish samples for environmental monitoring and food safety assessment by synchrotron radiation total reflection X-ray fluorescence / A.E.S. Vives [et al.] // J. Radioanal. Nucl. Chem. — 2006. — Vol. 270, № 1. — P. 231-236.
11. *Perring, L.* Validation of quick measurement of mineral nutrients in milk powders: comparison of energy dispersive X-ray fluorescence with inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy and potentiometry reference methods / L. Perring, J. Blanc // Sens. & Instrumen. Food Qual. — 2008. — № 2. — P.254-261.
12. Synchrotron radiation total reflection X-ray fluorescence (SR-TXRF) for evaluation of food contamination / A.E.S. Vives [et al.] // J. Radioanal. Nucl. Chem. — 2006. — Vol. 270, № 1. — P. 147 — 153.
13. *Пашкова, Г.В.* Рентгенофлуоресцентный анализ молока и основанных на нем продуктов. // Аналитика и контроль. — 2010. — Т. 14., № 1. — С. 4 — 15.
14. *Perring, L.* Wavelength–dispersive X–ray fluorescence measurement on organic matrices: application to milk – based products / L. Perring, D. Andrey // X–Ray Spectrom. — 2004. — V. 33. — P. 128 — 135.
15. *Samira I. Korfali I.* Essential and Toxic Metals in Lebanese Marketed Canned Food: Impact of Metal Cans // Journal of Food Research. — 2013. — Vol. 2, № 1. — P. 19 — 30.
16. *Akbaba, U.* Comparison of Element Contents in Eggplants Grown under Organic and Conventional Farming Regimes for Human Nutrition and Health / U. Akbaba, Y. Şahin, H. Türkez // J. Biol. & Chem. — 2012. — № 40(1). — P. 91 — 97.
17. *Ferri, Roberta.* Heavy Metals in Soil and Salad in the Proximity of Historical Ferroalloy Emission / Roberta Ferri, Filippo Donna, Donald R. Smith, Stefano Guazzetti, Annalisa Zacco, Luigi Rizzo, Elza Bontempi, Neil J. Zimmerman, Roberto G. Lucchini // Journal of Environmental Protection. — 2012. — № 3. — P. 374 — 385.
18. *Jolly, Y.N.* Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of vegetables collected from an area selected for introducing a Nuclear Power Plant. / Jolly Y.N, S. Akter, J. Kabir, A. Islam // Research Journal of Physical and Applied Sciences. — 2013. — Vol. 2(4). — P. 43 — 51.
19. *Yue, Wang.* Chemical Elemental Compositions and Nutrition Quality of Yacon, Sweet Potato and Potato / Yue Wang, Guojun Shi, Bo Yuan, Sichuan Xu // Journal of Modern Agriculture. — 2013. — Vol. 2. — Is. 2. — P. 21 — 27.
20. *Лосева, Л.П.* Методы оценки фактического питания в организованных коллективах / Л.П. Лосева, А.Ю. Тарасевич, Г.Л. Ермоленко // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. В.П. Филонов. — Минск, БелСАинформ, СМЭлток, 2009. — Вып. 14. С. 150-157.
21. Оценка элементного статуса спортсменов в условиях занятием различными видами спорта / Л.П. Лосева [и др.] // Сб. трудов Белорусского университета физической культуры и спорта. — 2009. — С. 10 — 17.

Рукопись статьи поступила в редакцию 06.11.2013

T.K. Krupskaya, L.P. Loseva, S.S. Anufrik, A.G. Moiseenok

POSSIBILITIES OF X-RAY-FLUORESCENCE ANALYSIS IN THE STUDY OF MICROELEMENT COMPOSITION OF FOOD AND RAW MATERIALS

The review article is devoted to the method of X-ray fluorescence analysis (XRFA) of microelement composition of raw materials and food products, which allows carrying out precise and multi-trace element study. A brief description of the physical basics of the method, the sensitivity limits and a comparison with other methods of trace elements analysis, the results of the XRFA of fast food samples, drinking water, freshwater fish, infant formula, vegetables and fruits are given. Application of the method in the food industry is justified on the example of XRFA of milk and dairy products. Attention is drawn to the possibility of metals contamination control in the preservation of foods by XRFA. Characteristics of major XRFA devices presented on the CIS area are given.

В настоящее время в Республике Беларусь необходим систематический контроль продуктов питания, заявленных производителями как не содержащие глютен, так как люди, больные целиакией нуждаются в специальном безглютеновом питании.

Была проведена работа по скринингу отечественного рынка продуктов с маркировкой «не содержит глютен», а также продуктов питания с естественным отсутствием глютена с помощью тест-системы «Ридаскрин®Глиадин», производства Германии

В статье приводятся результаты исследования некоторых продуктов, замаркированных производителем, как не содержащих глютен, а также продуктов питания с естественным отсутствием глютена с помощью иммуно-ферментного анализа.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЛИАДИНА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ИММУНОФЕРМЕНТНОГО АНАЛИЗА

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

И.М. Почицкая, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания;

И.Е. Лобазова, кандидат химических наук, заведующая лабораторией микробиологических исследований;

Е.И. Козельцева, научный сотрудник лаборатории микробиологических исследований;

С.Н. Верещак, научный сотрудник лаборатории микробиологических исследований

Введение. В последнее время в связи с совершенствованием методов диагностики, возрос интерес к целиакии — хроническому аутоиммунному заболеванию, поражающему пищеварительный канал генетически предрасположенных лиц, имеющих непереносимость основного белка злаков (глютена). По данным международных организаций, до 1 % населения Земли страдает этой болезнью, в Беларуси более чем у 100 детей разного возраста диагностировано это заболевание.

Глютен — собирательное название различных белков злаков: глютенинов пшеницы, гордеинов ячменя и секалинов ржи. Наиболее токсичным фрагментом молекулы глютена является его алкоголь-растворимая фракция — глиадин. Наряду с глютенем, являющимся естественным компонентом некоторых видов зерновых, глютен может быть внесен в продукты специально в качестве связующей, текстурирующей и влагоудерживающей пищевой добавки.

Единственным методом лечения больных целиакией является строжайшая безглютеновая диета, основанная на полном, пожизненном исключении из рациона питания всех продуктов, содержащих в своем составе пшеницу, рожь, ячмень и овес. Контроль уровня глютена также необходим в продуктах прикорма, предназначенных для детей раннего возраста, в целях профилактики развития у них целиакии, аллергии и другой патологии.

В соответствии с международным стандартом, регламентирующим качество продуктов специализированного питания [1], продукты с пониженным содержанием глютена, могут содержать 20 — 100 мг/кг глютена, а продукты питания, полученные только из безглютенового сырья, не должны содержать более чем 20 мг/кг глютена. Как безглютеновые (gluten-free) могут маркироваться только те продукты, в которых содержание глютена составляет не более 20 мг/кг.

Систематический контроль пищевых продуктов на наличие глютена играет ключевую роль в обеспечении качества пищевых продуктов, предназначенных для больных целиакией. Однако в РБ такой контроль не ведётся.

Целью нашей работы являлся скрининг отечественного рынка продуктов, замаркированных производителем, как не содержащих глютен, а также продуктов питания с естественным отсутствием глютена путем определения содержания глиадина методом ИФА в продуктах питания

как отечественного, так и зарубежного производства, предназначенных для людей больных целиакией.

Для выполнения настоящего исследования использовали тест-систему RIDASCREEN® Gliadin, обеспечивающую количественный контроль одной из составных частей глютена — глиаина. Диапазон измерения данной тест-системы составляет от 2,5 мг/кг до 40 мг/кг.

Исследования проводили согласно методическим указаниям [2] и инструкции, прилагаемой к тест-системе.

Всего было исследовано двадцать пять образцов различных пищевых продуктов, отобранных из розничной торговой сети. Основной ассортимент безглютеновых продуктов составляют продукты для питания детей раннего возраста: молочные смеси, продукты прикорма, каши, консервированные пюре. В розничной торговой сети также встречаются продукты, замаркированные как не содержащие глютен и для взрослого питания: пищевые концентраты — подушечки, батончики мюсли, смеси для выпечки. Также исследовались продукты с естественным отсутствием глютена для изучения возможности их употребления больными целиакией и использовании в производстве: кукурузная, рисовая, овсяная, гречневая мука и крупы, соевая мука, сухое молоко, порошок какао, пшено, кукурузный крахмал. На этикетках отобранных образцов продуктов имелось указание «не содержит глютен».

В табл. представлены результаты проведенных исследований содержания глиаина и глютена в некоторых пищевых продуктах, заявленных производителями, как не содержащих глютен, а также продуктов с естественным отсутствием глютена.

№ п/п	Наименование продукта	Содержание глиаина, мг/кг	Содержание глютена, мг/кг	Категория продукта
1	Молочная каша для детского питания с рисовой мукой	20	40	пониженное содержание глютена
2	Молочная каша для детского питания с гречневой мукой	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
3	Молочная каша для детского питания с кукурузной мукой	10	20	безглютеновый
4	Безмолочная каша для детского питания с рисовой мукой	30	60	пониженное содержание глютена
5	Безмолочная каша для детского питания с гречневой мукой	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
6	Безмолочная каша для детского питания с кукурузной мукой	10	20	безглютеновый
7	Каша для детского питания кукуруза-гречка	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
8	Каша для детского питания рис-гречка	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
9	Консервы для детского питания: Картофельно-морковное пюре с мясом	менее 2,5	менее 5	безглютеновый

№ п/п	Наименование продукта	Содержание глиаина, мг/кг	Содержание глютена, мг/кг	Категория продукта
10	Сухая смесь для выпечки хлебобулочных изделий	8,5	17	безглютеновый
11	Сухие пищевые концентраты: Подушечки	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
12	Батончик мюсли с абрикосом	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
14	Батончик мюсли с ананасом	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
15	Батончик мюсли с барбарисом	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
16	Батончик мюсли с клюквой	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
17	Кукурузная крупа (каша) быстрого приготовления	30	60	пониженное содержание глютена
18	Кукурузная крупа и мука	5,99	11,88	безглютеновый
19	Рисовая крупа и мука	13,41	26,82	пониженное содержание глютена
20	Гречневая крупа и мука	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
21	Овсяная крупа и мука	более 40	более 80	с высоким содержанием глютена
22	Соевая мука	менее 2,5	менее 5	безглютеновый
23	Молоко сухое	менее 2,5	менее 5	безглютеновый
24	Порошок какао	менее 2,5	менее 5	безглютеновый
25	Крахмал кукурузный	3,95	7,9	безглютеновый

Как видно из таблицы, лишь малая часть исследованных образцов (молоко сухое, соевая мука, мясорастительные консервы для детского питания зарубежного производства, какао-порошок) содержали глиаин в концентрации ниже диапазона измерения использованного аналитического метода (менее 2,5 мг/кг). Эти образцы классифицировались как безглютеновые.

В нескольких образцах: в кукурузной муке, некоторых кашах для детского питания (с молоком и рисовой мукой, с рисовой мукой, безмолочной кукурузной), в смеси для выпечки, крахмале кукурузном обнаружены следовые количества глиаина на уровне менее 10 мг/кг (менее 20 мг/кг глютена соответственно), поэтому эти образцы также можно классифицировать как безглютеновые.

В образце кукурузной крупы быстрого приготовления, в рисовой муке, в пшене, в одном образце каши для детского питания безмолочной рисовой обнаружено от 10 до 40 мг/кг глиаина. Таким образом, концентрация глютена в образцах не превышает 100 мг/кг, и эти образцы могут классифицироваться, как образцы с пониженным содержанием глютена, но не безглютеновые.

В остальных образцах (каши для детского питания с гречневой мукой отечественного производства, пищевые концентраты (подушечки, батончики), овсяная, гречневая мука и крупа об-

наружен глиадин в концентрациях, превышающей диапазон измерения используемого метода (более 40 мг/кг), и эти образцы должны рассматриваться как образцы с высоким содержанием глютена, которые не годятся для лечебного и профилактического питания больных целиакией.

Из полученных данных следует, что не все продукты питания отечественного производства, заявленные как не содержащие глютен, соответствуют этому критерию. Для изготовления безглютеновых продуктов необходима организация особо чистых производств и постоянный контроль за сырьем, так как пыль злаковых, содержащаяся в воздухе и следы пшеничной или ржаной муки на поверхности оборудования очень легко могут контаминировать сырье и изготавливаемую продукцию. В пшеничной муке содержится 3,8 % глиадина или около 7,6 % глютена (76 г на килограмм) [3], поэтому достаточно очень незначительного количества этого вещества, чтобы контаминировать всю партию безглютенового продукта до неприемлемых значений по содержанию глютена (более 20 мг на кг).

Также при исследовании гречневой муки и продуктов, содержащих гречневую муку и считающихся безглютеновыми, а также овса и овсяной муки, оказалось, что тест-система RIDASCREEN® Gliadin определяет в них наличие глиадина выше предела измерения (более 40 мг/кг). По-видимому, тест-система чувствительна к какому-то из компонентов гречневой муки и к проламину овса — аверину. Поэтому данные виды продуктов не подходят для исследования с помощью данной тест-системы.

Таким образом, результаты исследования представленных на отечественном рынке различных продуктов питания, заявленных как не содержащие глютен, позволяют выявить недоброкачественную продукцию, а также продукты с действительным отсутствием (не более 2,5 мг/кг) или минимальным содержанием глиадина и, в свою очередь, дают возможность больным целиакией обезопасить себя при употреблении безглютеновых продуктов, а также оптимизировать рацион своего питания.

Наиболее полное использование научных разработок, ориентированных на получение конкурентноспособной высококачественной продукции, позволит развивать отечественную отрасль лечебно-профилактического питания, включая производство безглютеновых продуктов в условиях рыночной экономики и способствовать не только импортозамещению, но и притоку валютных средств в нашу страну.

ЛИТЕРАТУРА

1. Draft revised codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten, alinorm 08/31/26, appendix iii, report of the 29th session of the codexcommittee on nutrition and foods for special dietary uses, BadNeuenahr-Ahrweiler, Germany, 12 — 16 November 2007.
2. Методические указания по количественному определению глиадина/глютена в продуктах питания с использованием тест-системы Ridascreen® Глиадин производства R-Biofarm AG, Германия — МУ №1025/554В, утв. 24.10.2005г.
3. Spike Instructions for R-Biopharm Allergen Test Kits — www.r-biopharm.com.

Рукопись статьи поступила в редакцию 10.06.2013

I.M. Pochitskya, I.E. Lobazova, E.I. Kozeltseva, S.N. Vereshchak

DETERMINATION OF THE GLIADIN CONTENT IN FOOD BY ELISA

In present time the systematic control of gluten in gluten-free products by ELISA is need in Belarus, because for people with celiak disease are need gluten-free dietary. This article is about of the screening of gluten-free products in native markets by ELISA method with test-system RIDASCREEN® Gliadin (Germany). The control of gluten in some gluten-free products and food products negative with gluten (natural absence of gluten) by ELISA is resulted in this article.

В статье приведены результаты исследований структурно-механических свойств модельных жировых смесей, зависимость физических параметров смесей от соотношения и взаимного влияния ингредиентов. На основании статистической обработки результатов с помощью специальной программы построены диаграммы состояния, устанавливающие зависимость физических параметров смесей от соотношения ингредиентов. Полученные результаты позволят оптимизировать работу по подбору и совместимости компонентов для жировой композиции маргариновой продукции с заданными свойствами.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОДЕЛЬНЫХ ЖИРОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Концерн «Белгоспищепром» г. Минск, Республика Беларусь

И.И. Кондратова, кандидат технических наук, начальник управления координации и развития алкогольной, крахмалопаточной и кондитерской отраслей

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» г. Минск, Республика Беларусь

В.Н. Бабодей, и.о. начальника отдела технологий кондитерской и масложировой продукции;

В.С. Голубева, научный сотрудник;

А.В. Пчельникова, научный сотрудник;

О.А. Шавковская, младший научный сотрудник

Внимание, которое в последние годы уделяется производству жировой продукции, в частности, растительных масел, маргаринов, жиров специального назначения, спредов, подчеркивает их значимость не только как источников энергии и носителей биологически активных веществ липидной природы, но и как важных ингредиентов целого ряда пищевых продуктов. Интенсивное развитие различных отраслей пищевой промышленности поставило перед масложировой отраслью задачу расширения ассортимента выпускаемой маргариновой продукции. В настоящее время получило интенсивное развитие производство маргаринов промышленного назначения, в которых первостепенное значение имеет правильный и научно обоснованный подбор компонентов [1], [2]. Большинство масложировых продуктов создается в соответствии с направлением использования и требуемыми для конечного продукта функциональными свойствами. Помимо пластичности, эмульгирующих и антиразбрызгивающих свойств должны учитываться термоустойчивость, низкая степень слипания, их способность к разрыхлению, взбиванию, а также специфические условия применения при изготовлении пищевых продуктов. Кроме того, современное производство требует использовать жиры с хорошими органолептическими показателями и сбалансированным жирно-кислотным составом, высокой устойчивостью к окислению, увеличенными сроками годности.

Полное понимание функций и свойств различных масложировых продуктов является основным ключом к созданию рецептуры продукта с необходимыми свойствами.

Маргариновая продукция по составу не является моножиром, а одновременно содержит от двух до четырех видов масел и жиров с различными физико-химическими свойствами. Жиры специального назначения преимущественно изготавливают путем смешивания гидрогенизированного растительного масла (саломаса) с твердыми и жидкими растительными маслами, что позволяет регулировать содержание твердой фазы в жировом продукте, показатели плавления и застывания. С целью установления оптимальной композиции жировой основы маргариновой

продукции, имеющей нужный диапазон пластичности, были созданы и изучены бинарные и трехкомпонентные модельные системы моножиров. Для сбалансированности жирнокислотного состава и увеличения диапазона пластичности в тройных жировых композициях использовали отечественное сырье рапсовое масло марки П в количестве 10 %.

При изучении бинарных и тройных систем моножиров в лабораторных условиях реализован план исследований свойств жировых композиций в зависимости от соотношения ингредиентов. В соответствии с составленной матрицей эксперимента в модельных смесях жиров были определены следующие физические показатели: температуры плавления и застывания, время кристаллизации, содержание ТТГ. Результаты обобщены в виде графиков.

Исследование композиций на основе пальмового масла (ПМ) и кокосового масла (КМ) с саломасами марок М 1 и М 3-1 (М1, М3-1) установило разные модели поведения при совмещении жиров тропического масла с саломасом. Показательными в этом плане являются зависимости изменения содержания твердых триглицеридов (ТТГ) при разных соотношениях моножиров на примере ПМ/М1 и КМ/М1, а также ПМ/М 3-1 и КМ/М 3-1 (рис. 1, а и б) и для тройных композиций с вводом рапсового масла (РМ) в количестве 10 % (рис. 2, а и б).

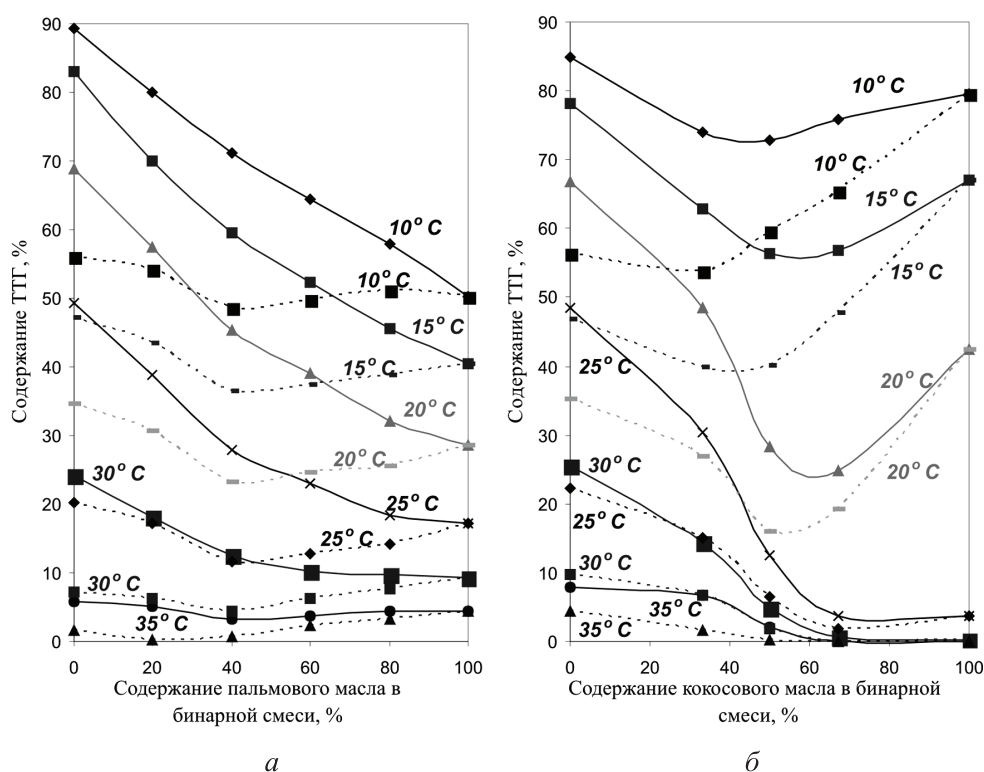


Рис. 1. Изменение содержания ТТГ в бинарных композициях жиров в интервале температур 10-35°C
 а — композиции с пальмовым маслом; б — композиции с кокосовым маслом
 смеси с саломасом М1 | —■— смеси с саломасом М3-1

Изменение содержания ТТГ в бинарных композициях ПМ/М3-1 происходит плавно, что свидетельствует об отсутствии взаимодействия моножиров, в композициях ПМ/М1 наблюдается небольшое эвтектическое взаимодействие моножиров при содержании пальмового масла в смеси 40 % (рис. 1а). Кривые содержания ТТГ с увеличением доли кокосового масла в композициях КМ/М1 и КМ/М3-1 демонстрируют более яркое взаимодействие, называемое эвтектикой. Явление эвтектики применительно к жировым смесям проявляется в снижении содержания ТТГ ниже, чем математически рассчитанное и ожидаемое на основании содержания ТТГ у исходных ингредиентов. На рис. 1б это хорошо видно по изгибу кривых плавления.

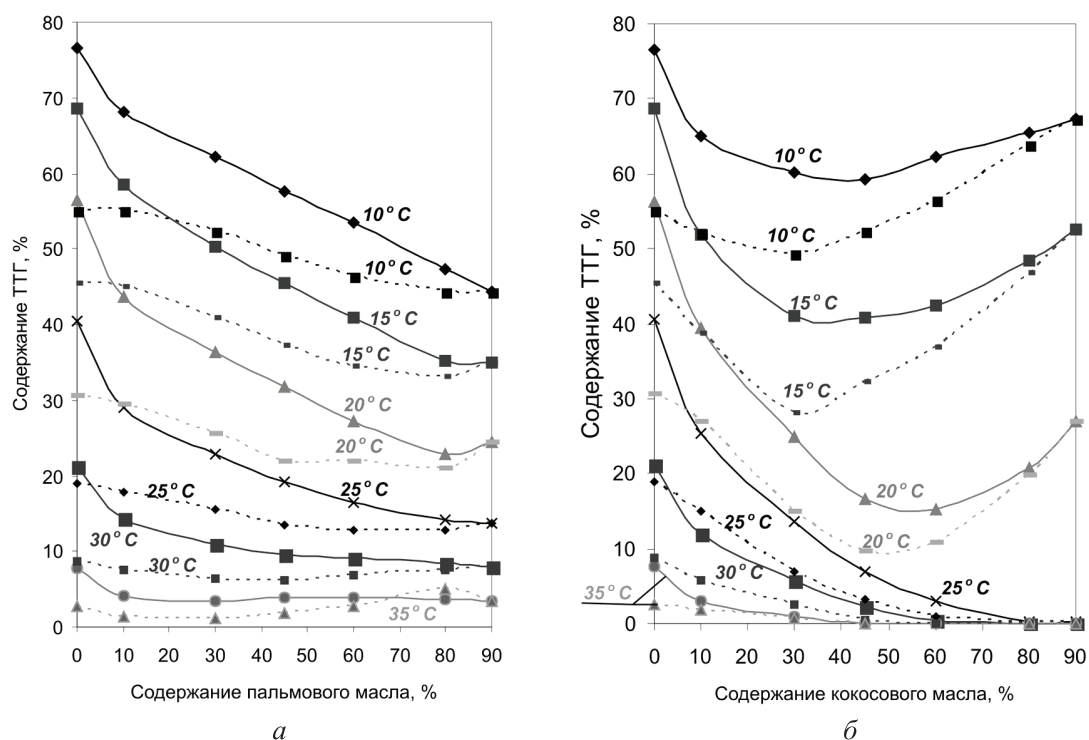


Рис. 2. Изменение содержания ТГГ в тройных композициях жиров в интервале температур 10–35°C:
 а — композиции с пальмовым маслом и 10% рапсового масла;
 б — композиции с кокосовым маслом и 10% рапсового масла
 - - - смеси с саломасом М1 | —■— смеси с саломасом М3-1

Такая же тенденция сохраняется и для тройных композиций с вводом рапсового масла (РМ) в количестве 10 % (рис. 2, а и б). Наиболее четко эвтектические свойства композиций КМ/М1 и КМ/М3-1 проявляются при 15 и 20 °С, когда наблюдается более глубокий минимум содержания ТГГ: при 15 °С при соотношениях моножиров 30/60, при 20 °С — близким к 45/45.

На основании исследования содержания ТГГ в бинарных и тройных жировых композициях была проведена статистическая обработка результатов с помощью программы STATGRAPHICS Centurion XV и построены диаграммы состояния, устанавливающие зависимость содержания ТГГ от соотношения ингредиентов в температурном интервале 10–35 °С. Полученные диаграммы состояния сведены в каталог треугольников Гиббса зависимостей содержания ТГГ от состава жировых композиций.

Каждая вершина треугольника АБВ, представленного на рис. 3, соответствует 100%-ному содержанию компонента в смеси: вершина А — компонент А, вершина Б — компонент Б, вершина В — компонент В.

Каждая точка внутри треугольника имеет три координаты, каждая из которых показывает содержание одного из компонентов. Значение этих координат находится проведением линий параллельно сетке координат к граням треугольника, где указано наименование компонента и приведены его значения. Например, для точки Г проводя линии к граням получим точки Д, Ж, Е. Точка Д показывает содержание компонента А, равное 35%, точка Ж — содержание компонента Б, равное 32%, точка Е — содержание компонента В, равное 33%.

Значения показателей наносятся на треугольник в виде точек, которые можно объединить в одну линию. Примером такой линии служит содержание ТГГ равное 5% при 35°C, которое отмечено пунктирной линией. Соответственно для каждой точки (соотношения компонентов) на этой кривой значение содержания ТГГ при 35°C будет равно 5%. Для точек, которые не находятся на линиях с известным содержанием ТГГ, этот показатель определяется по расстоянию до ближайших линий значений ТГГ.

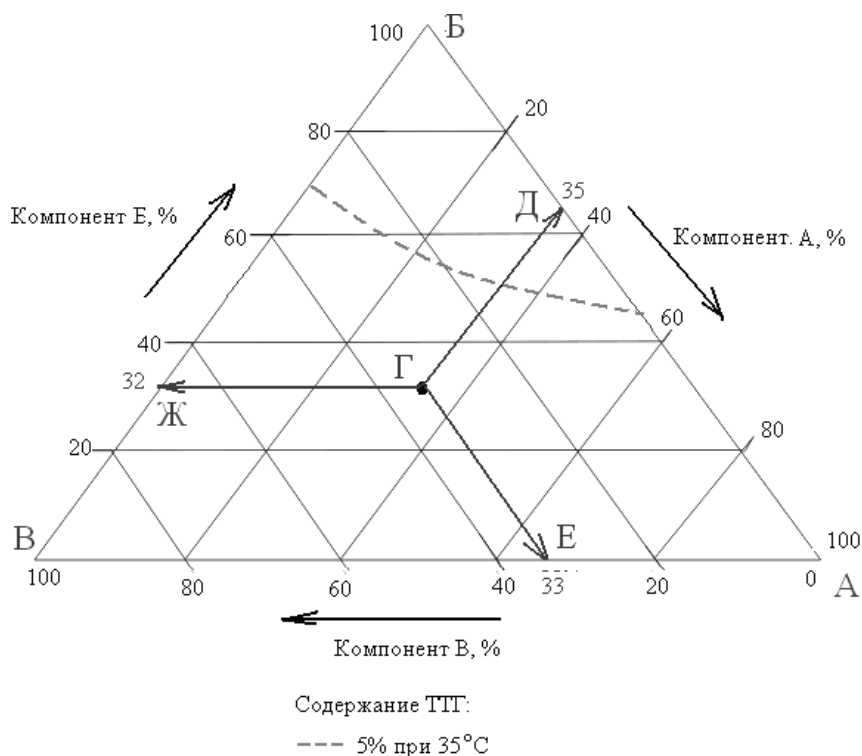


Рис. 3. Треугольник Гиббса для определения содержания ТГГ в смеси жиров

Обработка треугольников Гиббса позволяет упростить подбор жировых ингредиентов для создания жировых композиций путем наложения на один треугольник изоцентных линий содержания ТГГ при различных температурах, которые выступают в роли ограничений состава. В результате наложения подобных ограничений по содержанию ТГГ получаются области оптимальных значений ТГГ, благодаря которым количество исследований сокращается в несколько раз.

Для маргаринов, используемых при изготовлении слоеных кондитерских изделий содержание ТГГ при 10 °С должно находиться в диапазоне 60-65%, тогда оно обеспечивает технологический процесс окончательной раскатки и резки тестовой заготовки. При температуре окончательной расстойки 30 °С в жирах для слоеного теста целесообразно иметь содержание ТГГ на уровне от 15 до 20%. При 35 °С содержание ТГГ должно быть не менее 5%. Отклонение от этого показателя приводит к появлению воскового или обволакивающего ощущения у готовой продукции.

Соответственно смеси, содержащие кокосовое масло не подходят для приготовления таких маргаринов, так как не содержат твердых триглицеридов при 30-35 °С, а также за счет эвтектических процессов понижают значения содержания ТГГ в смесях на температурном интервале 10-35°C.

Использование рапсового масла при приготовлении маргаринов для слоеных изделий также не рекомендуется, так как оно может отделиться при 35-40 °С от твердой части жира, а также из-за того, что рапсовое масло сильно снижает содержание ТГГ в жировых композициях.

Поэтому для приготовления жировой фазы маргаринов для слоеных изделий можно рекомендовать смесь саломаса М1 с саломасом М3-1 и пальмовым маслом. Треугольник Гиббса для смесей этих жиров представлен на рис. 4.

Исходя из требований к маргаринам для слоеных изделий, на треугольник Гиббса, изображенный на рис. 4, нанесены линии предельного содержания ТГГ. В результате получен треугольник АБВ, соответствующий области оптимальных соотношений сырьевых ингредиентов, входящих в состав смеси.

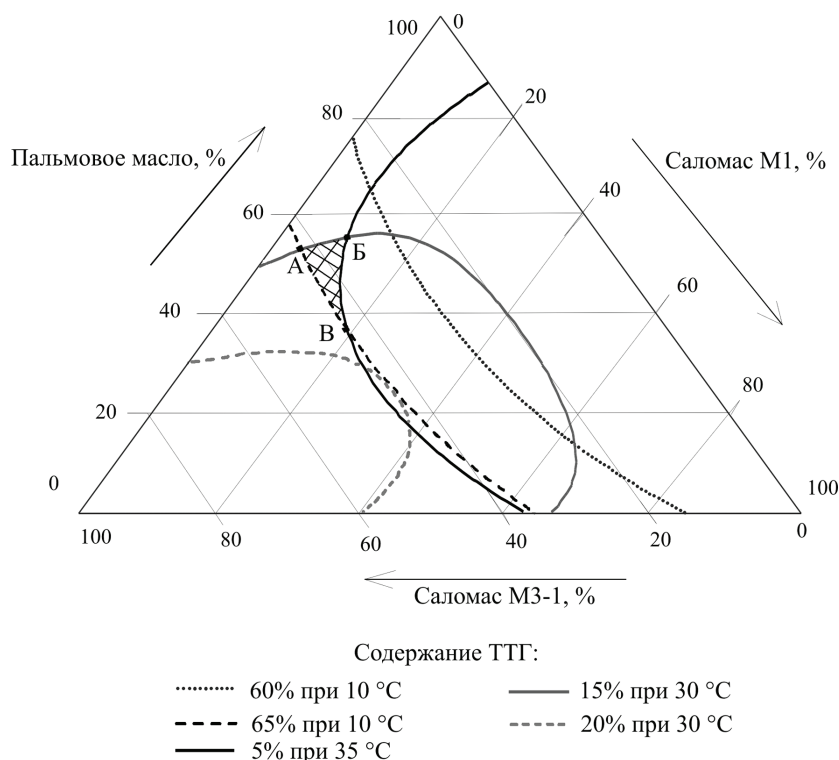


Рис. 4. Треугольник Гиббса для маргаринов, используемых при изготовлении слоеных кондитерских изделий

Сторона АБ треугольника определяет содержание ТТГ равное 15% в трехкомпонентной смеси при температуре 30 °С. Сторона БВ определяет 5% ТТГ в смеси при температуре 35 °С, сторона ВА — 65% ТТГ при 10 °С.

Таким образом, использование каталога треугольников Гиббса при разработке рецептур маргаринов и жиров специального назначения позволяет значительно сократить экспериментальную работу по подбору и совместимости компонентов для жировой композиции с заданными свойствами. Соответственно уменьшаются сроки разработки рецептур маргариновой продукции специального назначения.

Для характеристики технологичности маргаринов и жиров важны не только показатели содержания ТТГ, но и температуры плавления и застывания, изменение вязкости с изменением температуры, время кристаллизации, форма образующихся кристаллов.

В процессе переохладения при кристаллизации жировых основ имеет место сложный процесс сокристаллизации отдельных сырьевых компонентов, который может быть охарактеризован температурой плавления и температурой застывания.

Для исследования процессов плавления и кристаллизации был несколько расширен диапазон изопроцентных тройных смесей, кроме рапсового масла, содержание которого постоянно (10%). Модельные смеси имели следующие соотношения 10/10/80; 10/30/60; 10/45/45; 10/60/30; 10/80/10:

- РМ — ПМ — М1 (№ 1, № 2, № 3, № 4, № 5);
- РМ — КМ — М1 (№ 6, № 7, № 8, № 9, № 10);
- РМ — ПМ — М 3-1 (№ 11, № 12, № 13, № 14, № 15);
- РМ — КМ — М 3-1 (№ 16, № 17, № 18, № 19, № 20).

Значения температур плавления и застывания образцов тройных смесей приведены в табл.

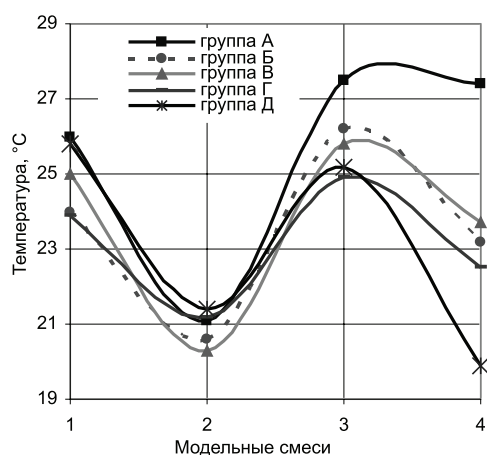
Сравнение изменений этих показателей проведено по группам модельных смесей, объединенных по принципу «разные ингредиенты в одинаковых соотношениях»:

- группа А образцов № 1, № 6, № 11 и № 16 — соотношение 10/10/80,
- группа Б образцов № 2, № 7, № 12 и № 17 — соотношение 10/30/60,

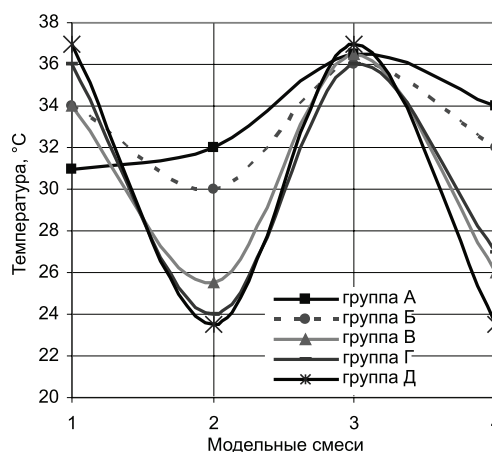
группа В образцов № 3, № 8, № 13 и № 18 — соотношение 10/45/45,
группа Г образцов № 4, № 9, № 14 и № 19 — соотношение 10/60/30,
группа Д образцов № 5, № 10, № 15 и № 20 — соотношение 10/80/10.

Температуры плавления и застывания для групп модельных смесей приведены на рис. 5.

№ системы	Температура застывания, °С	Температура плавления, °С	№ системы	Температура застывания, °С	Температура плавления, °С
1	26,0	32,5	11	27,5	36,5
2	24,0	34,0	12	26,2	36,0
3	25,0	34,0	13	25,8	36,5
4	23,9	36,0	14	24,9	36,0
5	25,8	37,0	15	25,2	37,0
6	21,1	32,0	16	27,4	34,0
7	20,6	30,0	17	23,2	32,0
8	20,3	25,5	18	23,7	26,0
9	21,2	24,0	19	23,0	26,0
10	21,4	23,5	20	20,5	24,0



а) температура застывания



б) температура плавления

Рис. 5. Зависимости изменения температур плавления и застывания в модельных смесях: 1 — РМ/ПМ/М1; 2 — РМ/КМ/М1; 3 — РМ/ПМ/М3-1; 4 — РМ/КМ/М3-1

Графическое сопоставление выявило следующую закономерность: значительное снижение температур плавления и застывания для смесей с вводом кокосового масла по сравнению с аналогичными смесями с пальмовым маслом, и эта тенденция сохраняется для всех соотношений. В то же время для температур плавления наблюдается более широкий разброс значений, чем для температур застывания.

Зависимости изменения температур плавления и застывания жировых композиций в меньшей мере, но также демонстрируют проявление в сочетаниях КМ с саломасами эвтектических свойств, что характеризуется наличием на графиках минимумов (рис. 6).

По форме кривых изменения температур плавления и застывания, содержания ТТГ у бинарных и тройных смесей пальмового масла и саломаса марки М3-1 с увеличением содержания пальмового масла в композиции можно судить об отсутствии взаимодействия в системе моножиров: изменение показателей происходит плавно. Во всех остальных случаях наблюдается в той или иной мере явление эвтектики, которое необходимо учитывать при составлении рецептур жировых композиций.

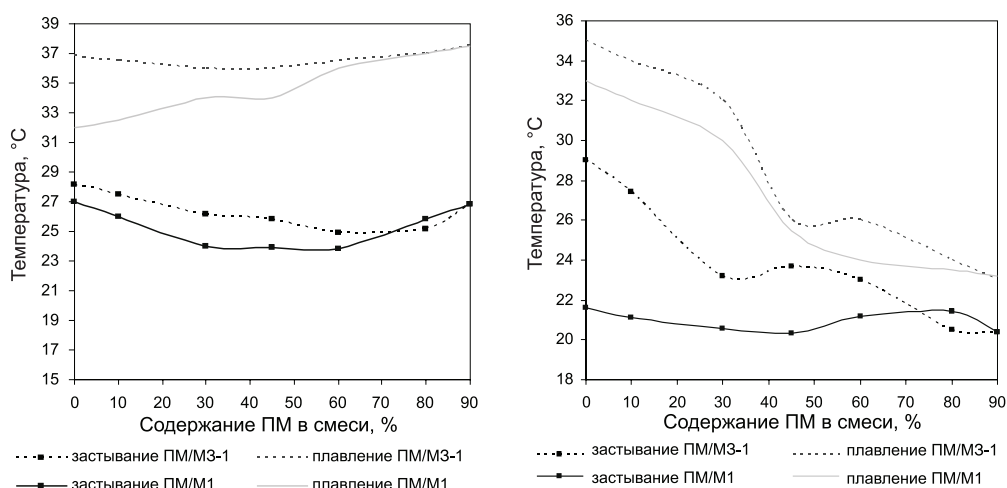


Рис. 6. Изменение температур плавления и застывания жировых композиций ПМ(КМ) с М 3-1 и М1с вводом ПМ в количестве 10 %

Одним из методов изучения процессов, происходящих при кристаллообразовании, является определение времени кристаллизации, когда жир из полностью расплавленного состояния кристаллизуется при охлаждении в среде с постоянной температурой. Измерение времени кристаллизации тройных жировых систем свидетельствует о значительных колебаниях этого показателя (рис. 7).

На графических кривых отмечается наличие оптимумов при содержании тропического масла в смеси от 30 до 60 %, при этом в случае с пальмовым маслом максимум характерен с саломасом М1, минимум — с саломасом М3-1.

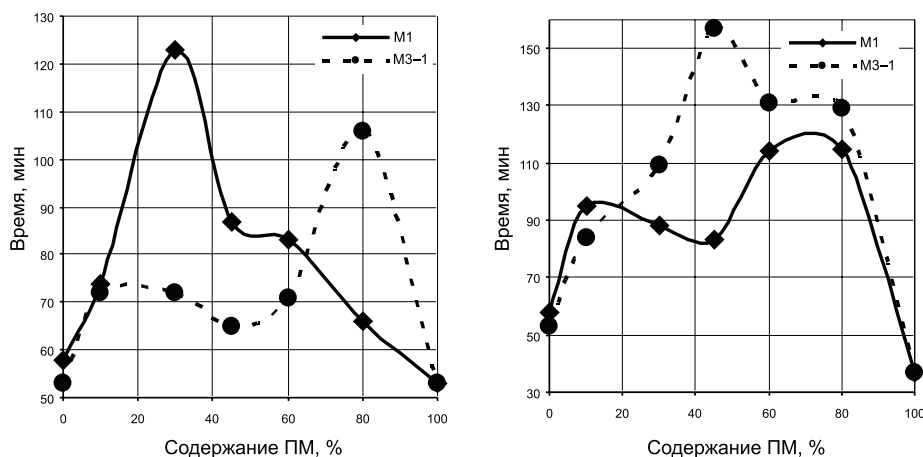


Рис. 7. Зависимости времени кристаллизации модельных смесей от содержания пальмового и кокосового масла

Зависимость с кокосовым маслом носит обратный характер. Такое поведение жиров связано с их полиморфизмом и вероятным переходом из одной формы в другую.

Таким образом, установлены закономерности изменения физических параметров модельных жировых смесей с изменением соотношения ингредиентов. Исследования физических свойств модельных жировых систем, изучение взаимосвязи между измеряемыми физическими показателями и ингредиентным составом жиров позволяют прогнозировать технологические характеристики разрабатываемого продукта в зависимости от назначения.

На основании исследования содержания в модельных жировых композициях ТТГ с помощью программы STATGRAPHICS Centurion XV построены диаграммы состояния в виде треугольни-

ков Гиббса, которые помогут оптимизировать работу по подбору и совместимости жировой композиции при разработке рецептур маргариновой продукции специального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Нечаев, А.П.* Технология создания жировых продуктов XXI века / А.П. Нечаев // Масло-жировая промышленность. — 2010. — № 3. — С. 18-19.
2. *Тагиева, Т.Г.* Принципы составления жировых основ спредов /Т.Г. Тагиева [и др.] // Масло-жировая промышленность. — 2007. — № 1. — С. 6-9.
3. *Захаров, А.М.* Диаграммы состояния двойных и тройных систем. М.: Металлургия, 1990. 240 с.
Рукопись поступила в редакцию 19.11.2013

**I.I. Kondratova, V.N. Babadzei, V.S. Golubeva,
A.V. Pchelnikova, O.A. Shavkovskaya**

RESEARCHER OF PROPERTIES OF THE MODELLING FATTY MIXES FOR MARGARINE PRODUCTION

For the purpose of an establishment of an optimum composition of a fatty basis margarine production having the necessary range of plasticity, binary and three-componental modelling systems of monofats have been created and studied. In the conditions of laboratory study plan implemented fat compositions properties (melting point and solidification, crystallization time, the solids content of triglycerides) depending on the ratio of components. Based on the study of fat content in the model compositions of TSH with a special program built state diagrams that can help streamline the process of formulating the margarine products for special applications.

УДК 664.715.016.8

В работе проведен анализ влияния различных режимов гидротермической обработки зерна на изменение стекловидности твердой пшеницы, выращенной в условиях Республики Беларусь. Установлены оптимальные режимы гидротермической обработки зерна твердой пшеницы белорусской селекции: «Славица», «Вероника» и «Розалия» урожая 2010 — 2013 годов, сорт «Елена» урожая 2010 — 2011 годов и твердой пшеницы итальянской селекции: «Меридиано» и «Ириде» 2013 года, а также новых сортообразцов Л-55 и Л-21-09 2013 года.

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ, РАЙОНИРОВАННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь**

Ж.В. Кошак, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья;

Е.М. Минина, старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья;

А.Э. Кошак, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья;

Ю.И. Апончик, магистрант кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь активно проводится работа по созданию и районированию новых отечественных сортов твердой пшеницы и проходят сортоиспытания

твердых сортов пшеницы итальянской селекции (Меридиано, Леванте и Ириде и др.). Поэтому необходимо разработать технологию производства макаронной муки из твердых сортов пшеницы белорусской и итальянской селекции, районированных в Республике Беларусь.

Исследование по разработке технологии производства макаронной муки из твердой пшеницы белорусской селекции актуально, имеет практическую и социальную значимость и соответствует перечню приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2011 — 2015 гг., утвержденному Указом Президента Республики Беларусь от 22 июля 2010 г. № 378.

Основная часть. Один из основных технологических приемов при подготовке зерна к помолу — это гидротермическая обработка (ГТО) зерна. ГТО — это воздействие на зерно теплом и влагой в течение заданного времени.

Режимы ГТО твердой и мягкой пшеницы различаются, так как в эндосперме стекловидного зерна твердой пшеницы промежутки между крахмальными зернами заполнены плотными белковыми прослойками и не имеют воздушных полостей. В мучнистом эндосперме прослойки белковых веществ более рыхлые и между крахмальными зернами имеются полости, заполненные воздухом.

В проведенных исследованиях использовали один из видов ГТО — холодное кондиционирование зерна (т.е. воздействие на зерно влагой при комнатной температуре). ГТО позволяет снизить прочность эндосперма твердой пшеницы (эндосперм становится хрупким), повысить эластичность оболочек, что снижает зольность муки при измельчении зерна. Хрупкость эндосперма повышается из-за образования микротрещин, что вызывает снижение стекловидности зерна.

В рамках исследований был проведен анализ влияния различных режимов холодного кондиционирования на стекловидность твердой пшеницы.

Для анализа были взяты сорта твердой пшеницы различных годов выращивания: сорта «Славица», «Вероника» и «Розалия» урожая 2010 — 2013 гг., сорт «Елена» 2010 — 2011 гг., сорта итальянской селекции «Меридиано» и «Ириде» 2013 г., а также новые сортообразцы Л-55 и Л-21-09 2013 г.

Для подбора оптимальных параметров гидротермической обработки твердых сортов пшеницы был построен и проведен полный факторный эксперимент 2^2 со звездой. В качестве критерия оптимизации была выбрана стекловидность зерна, а в качестве независимых факторов были выбраны: конечная влажность зерна и время отволаживания. Планирование эксперимента осуществлялось с помощью программы Statgraphics Plus. Факторы варьировали в следующих диапазонах: влажность зерна в пределах от 13,0 до 17,0 %, а время отволаживания зерна в пределах от 0 ч до 50 ч. Исходная стекловидность всех образцов выше 70 %.

Рассмотрим результаты эксперимента на примере сорта белорусской селекции «Розалия» и сорта итальянской селекции «Ириде» 2013 г.

На рис. 1 представлена карта Парето, иллюстрирующая влияние конечной влажности зерна и времени отволаживания на стекловидность для сорта твердой пшеницы белорусской селекции «Розалия» урожая 2013 г.

Анализируя рис. 1, можно сделать вывод, что время отволаживания и влажность оказывают существенное влияние на стекловидность зерна. С увеличением времени отволаживания и влажности зерна его стекловидность снижается.

На рис. 2 представлена карта Парето, иллюстрирующая влияние влажности зерна и времени отволаживания на стекловидность для сорта твердой пшеницы «Ириде» 2013 г. Следует обратить внимание, что факторы и их значимость такие же, как и для сорта «Розалия» белорусской селекции.

На рис. 3 представлена поверхность отклика, иллюстрирующая влияние влажности и времени отволаживания зерна на стекловидность для сорта твердой пшеницы «Розалия» белорусской селекции 2013 г.

На рис. 3 видно, что поверхность отклика имеет явный минимум. Проанализировав поверхность отклика можно сделать вывод, что при увеличении влажности от 13,0 % до 17,0 % и времени отволаживания до 15 ч стекловидность зерна снижается по сравнению с начальной на

23 %. Затем при увеличении времени отволаживания с 23 ч до 50 ч стекловидность зерна вновь увеличивается на 6 %. Это связано с тем, что после 16 ч отволаживания микротрещины, образовавшиеся в эндосперме, начинают постепенно «залечиваться» и исчезать вследствие набухания увлажненных белковых матриц и частично крахмальных гранул [1].

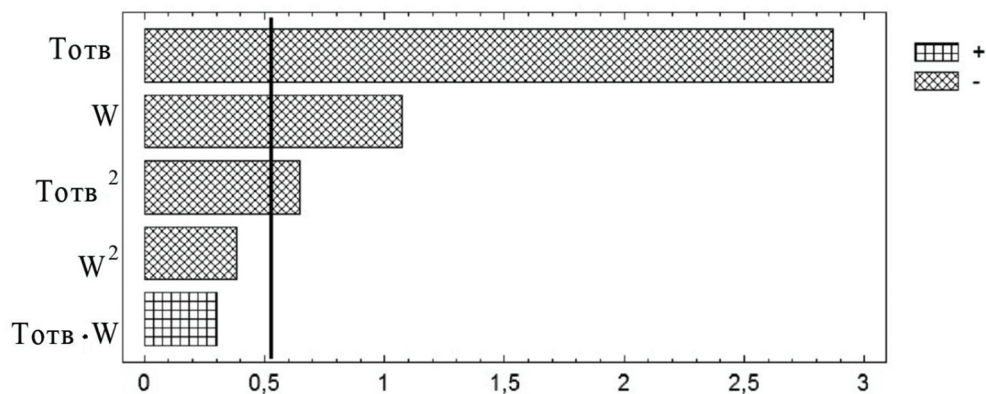


Рис. 1. Карта Парето сорта «Розалия» урожая 2013 г.

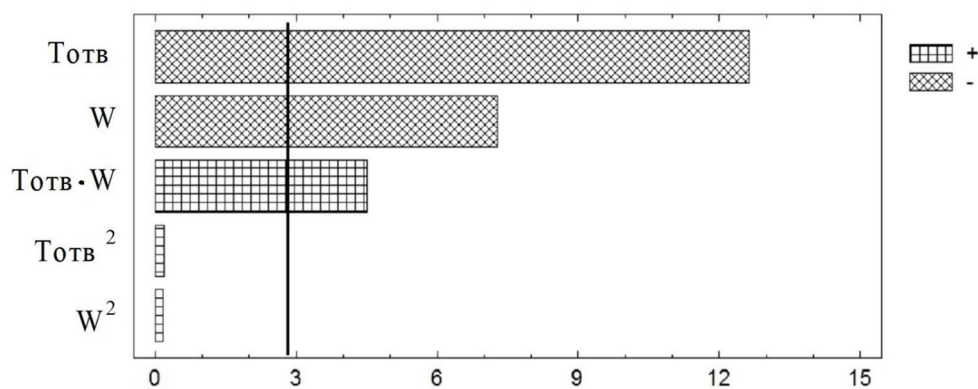


Рис. 2. Карта Парето сорта «Ириде» урожая 2013 г.

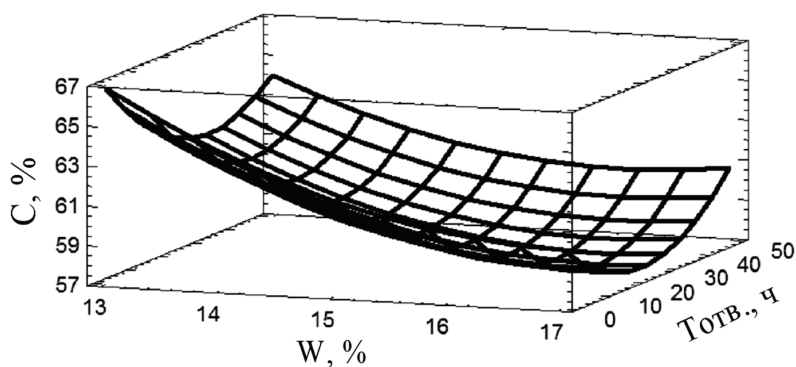


Рис. 3. Поверхность отклика сорта «Розалия» урожая 2013 г.

На рис. 4 представлена поверхность отклика, иллюстрирующая влияние влажности и времени отволаживания зерна на стекловидность для сорта твердой пшеницы итальянской селекции «Ириде» 2013 г.

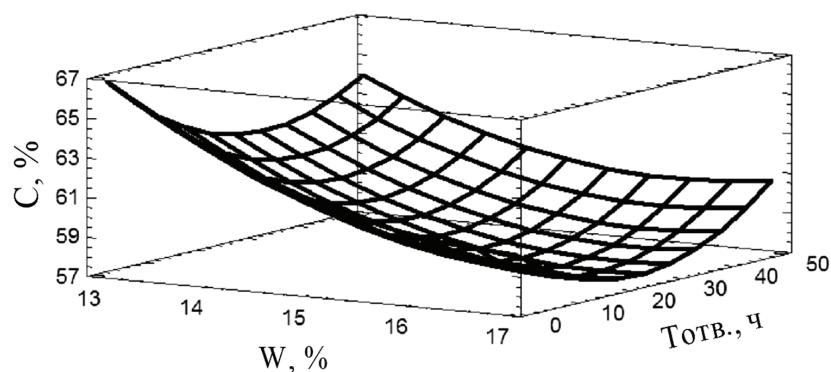


Рис. 4. Поверхность отклика сорта «Ириде» урожая 2013 г.

На рис. 4 видно, что поверхность отклика имеет явный минимум. Проанализировав поверхность отклика можно сделать вывод, что при увеличении влажности от 13,0 % до 17,0 % и времени отволаживания до 13 ч стекловидность зерна снижается по сравнению с начальной на 26 %. Затем при увеличении времени отволаживания с 21 ч до 50 ч стекловидность зерна вновь увеличивается на 8 %. Из чего следует, что для сорта «Ириде» итальянской селекции разрыхление эндосперма происходит более интенсивно и в более короткий срок, микротрещины «залечиваются» быстрее на 15 %. Это связано со структурой эндосперма зерна сорта «Ириде», а именно, белковые прослойки между крахмальными зёрнами менее плотные, чем у сорта «Розалия» белорусской селекции.

На рис. 5 представлена контурная диаграмма, иллюстрирующая влияние влажности и времени отволаживания зерна на стекловидность для сорта «Розалия» 2013 г.

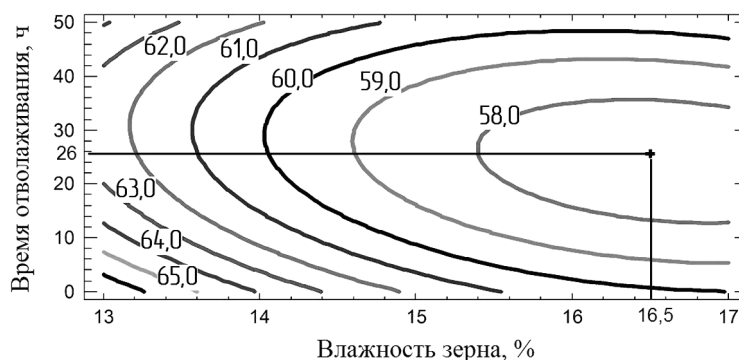


Рис. 5. Контурная диаграмма изменения стекловидности для сорта «Розалия» 2013 г.

Проанализировав контурную диаграмму можно сделать вывод, что оптимальное значение стекловидности при холодном кондиционировании зерна для сорта «Розалия» 2013 г. будет наблюдаться при следующих значениях параметров ГТО: влажность зерна — 16,5 %, время отволаживания — 26 ч, при этом стекловидность зерна составит 58 %.

На рис. 6 представлена контурная диаграмма, иллюстрирующая влияние влажности и времени отволаживания зерна на стекловидность для сорта «Ириде» 2013 г.

Проанализировав полученную контурную диаграмму можно сделать вывод, что оптимальное значение стекловидности при холодном кондиционировании зерна твердой пшеницы сорта «Ириде» будет наблюдаться при следующих значениях параметров ГТО: влажность зерна — 16,6 %, время отволаживания — 24 ч, при этом стекловидность зерна составит 58 %.

Проведя оптимизацию ГТО графическим методом по двум выходным функциям (стекловидность сорта «Розалия» и стекловидность сорта «Ириде»), получили контурную диаграмму, представленную на рис. 7.

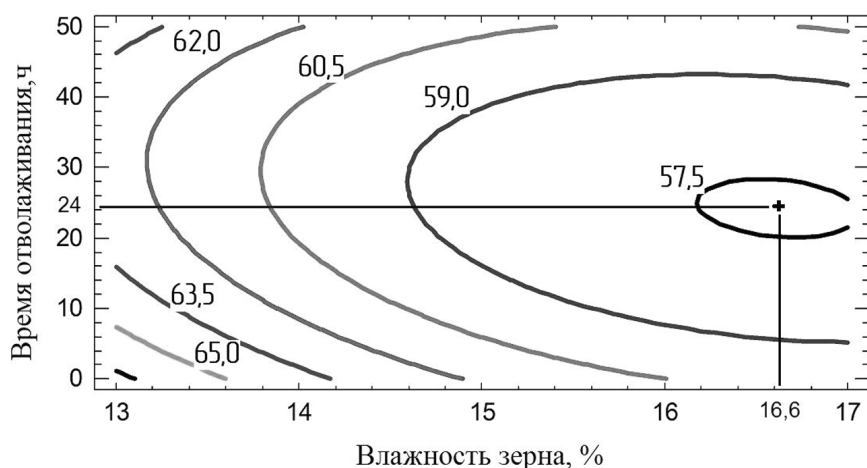


Рис. 6. Контурная диаграмма изменения стекловидности сорта «Ириде» 2013 г.

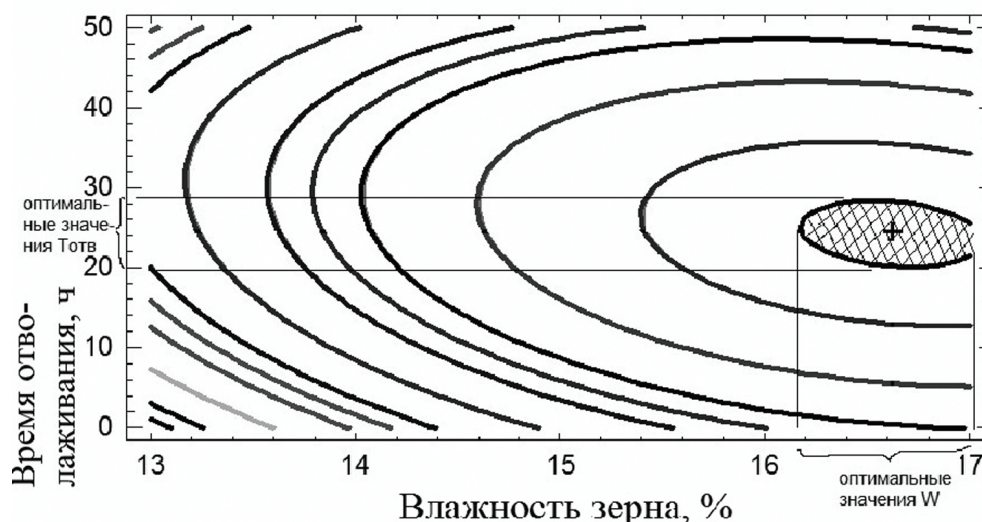


Рис. 7. Оптимизация параметром ГТО для сортов «Розалия» и «Ириде» урожая 2013 г.

Проанализировав рис. 7, можно сделать вывод, что для сортов белорусской селекции «Розалия» и итальянской селекции «Ириде» 2013 г. оптимальные параметры процесса ГТО находятся в следующих диапазонах: конечная влажность зерна — 16,2...17,0 %, время отволаживания — 20...30 ч. При этом стекловидность составит 58 %.

Увлажнение и отволаживание пшеницы с исходной влажностью менее 12,0 % рекомендуется проводить последовательно в два основных этапа с доувлажнением зерна перед I драной системой, при этом соотношение величины приращения влаги и продолжительности отволаживания на первом и втором этапах ориентировочно должно составлять 3:1 [2].

Проведя ГТО с установленными параметрами для сортов твердой пшеницы «Розалия» и «Ириде», была получена макаронная мука первого сорта (полукрупка). Полученные показатели качества сравнивались с требованиями действующего ГОСТ 12307 — 66 «Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий». Крупность помола макаронной муки первого сорта соответствует ГОСТ 12307 — 66: остаток на сите № 17,5 ПЧ-180 составил 2,8 %, проход через сито № 45/50 ПА — 39 %. Массовая доля влаги — 13,8 %, количество сырой клейковины в макаронной муке первого сорта составило 28 %, качество клейковины — 95 единиц прибора ИДК,

II группа качества — удовлетворительно слабая, зольность муки — 1,10 % на абсолютно сухое вещество, число падения составило 317 с.

Преимуществом макаронной муки из твердой пшеницы является высокое содержание каротиноидных пигментов. Каротиноиды придают макаронным изделиям приятный янтарно-желтый цвет, который является для потребителя наиболее предпочтительным. В полукрупке из сортов «Розалия» и «Ириде» 2013 г. содержание каротиноидов составило 2,5 мг/кг.

Полученные показатели качества (кроме содержания сырой клейковины) макаронной муки первого сорта (полукрупки) из твердой пшеницы «Розалия» и «Ириде» 2013 года соответствуют требованиям ГОСТ 12307 — 66 «Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий». Не соответствие требованиям ГОСТ 12307 — 66 по содержанию клейковины связано с тем, что эти технические условия разрабатывались для бывшего СССР, когда твердая пшеница на заготовительные предприятия поступала со всех республик (Украина, Казахстан и др.), входящих в его состав. В последние годы на заготовительные предприятия России поступает твердая пшеница с более низким содержанием сырой клейковины, из которой получить макаронную муку в соответствии с требованиями ГОСТ 12307 — 66 практически невозможно [3]. Поэтому в России разработаны технические условия ГОСТ Р 52668-2006 «Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий» в котором содержание сырой клейковины для макаронной муки первого сорта снижено до 28 %. В Республике Беларусь, как и в России, из-за особенностей климата мы также не получим зерно, способное обеспечить требуемое количество клейковины в муке по ГОСТ 12307 — 66.

В связи с этим возникает необходимость разработки технического нормативного правового акта (ТНПА) на макаронную муку из твердой пшеницы, который учитывал бы особенности качества твердой пшеницы, селекционированной и выращенной в условиях Республики Беларусь. Однако следует отметить, что по всем показателям, кроме содержания сырой клейковины, макаронная мука первого сорта соответствует действующему ГОСТ 12307 — 66.

Заключение. В процессе проведения работы были определены оптимальные параметры ГТО для сортов «Розалия» и «Ириде» белорусской и итальянской селекции, районированных в Республике Беларусь в 2013 г.

Получили макаронную муку, удовлетворяющую требованиям СТБ 1963 — 2009 «Изделия макаронные. Общие технические условия» для получения макаронных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.М. Максимчук. — М.: Колос, 1984. — 376 с., ил.
2. Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах: ТКП 293-2010(02150). — Введен с 30.12.2010. — Минск, 2010. — 201 с.
3. Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий: ГОСТ 12307 — 66 — ИПК издательство стандартов, 1987.

Рукопись статьи поступила в редакцию 04.10.2013

Z. Koshak, E. Minina, A. Koshak, Y. Aponchyk

OPTIMAL PARAMETERS HYDROTHERMAL TREATMENT OF DURUM WHEAT GROWN UNDER REPUBLIC OF BELARUS

The paper analyzes the impact of different modes of hydrothermal treatment on the change in vitreous grain durum wheat grown in the Republic of Belarus. Optimum regimes hydrothermal processing of grain durum wheat.

Статья посвящена созданию напитков, которые обладают не только хорошими органолептическими показателями, но и антиоксидантным действием за счет высокого содержания биологически активных веществ, что позволяет бы нивелировать отрицательное действие свободных радикалов на организм человека.

НОВЫЕ НАТУРАЛЬНЫЕ НАПИТКИ НА ОСНОВЕ СОКОВЫХ ЭКСТРАКТОВ

**РУП «Национальный научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*Е.М. Моргунова, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального
директора по качеству и стандартизации*

**УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,
г. Могилёв, Республика Беларусь**

*Н.А. Шелегова, кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии пищевых производств;
С.Л. Масанский, кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры товароведения и организации торговли;
Ю.С. Назарова, ассистент кафедры технологии пищевых производств*

Одной из наиболее перспективных и динамически развивающихся в нашей стране групп напитков являются напитки. Стремление современного человека к здоровому образу жизни приводит к росту популярности натуральных напитков, которые можно позиционировать как более здоровую альтернативу тем напиткам, которыми насыщен рынок сегодня.

Современный человек делает свой выбор в зависимости от соотношения цена—качество напитка, при этом основополагающей позицией является внимательное отношение к качеству, составу и натуральности напитков.

Осознание покупателем значимости вредных и полезных качеств потребляемых напитков побуждает к поиску новых подходов при производстве традиционных изделий, новых технологий, предусматривающих отказ от применения искусственных компонентов и предпочтение натуральным ингредиентам. Поэтому весьма актуальны исследования по разработке натуральных напитков премиум-класса, которые ориентированы на потребителя, заботящегося о своем здоровье, и сочетают в своем назначении пользу от потребления и высокие потребительские свойства.

Сложившаяся сегодня ситуация заставила производителей напитков рассматривать производство напитков на альтернативном сырье. Кроме того, готовы к освоению еще свободные ниши: элитные коктейли, напитки на основе виноматериалов, натуральные безалкогольные напитки с использованием лекарственных трав и другие популярные напитки [1, 2].

В разработке технологий новых натуральных напитков приоритетным является использование в их составе природных, натуральных, аргументировано подобранных компонентов [3, 4]. К числу таких компонентов относятся вещества, богатые фенольными соединениями (флавоноидами), которые ученые называют чудом растительного мира, поскольку они оказывают многовекторное фармакологическое влияние на организм человека, а также витаминсодержащие компоненты [5, 6].

Целью исследований, проводимых в период с 2010 по 2013 год, является разработка технологий натуральных напитков на основе растительных экстрактов, позволяющих максимально

сохранить нативные свойства сырья и получить напитки повышенной биологической ценности.

Объектами исследований являлись соковые (калиновые и черносмородиновые) экстракты эхинацеи пурпурной, душицы обыкновенной, мяты перечной, лофанта анисового, шалфея лекарственного, зверобоя продырявленного, отнесенные к группе жидких экстрактов [7], и напитки (слабоалкогольные и безалкогольные) на натуральной основе.

Основной эксперимент выполнялся на базе учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия». Некоторые показатели химического состава получены в результате исследований, проведенных на базе Международного государственного экологического университета им. А.Д. Сахарова (г. Минск).

Производственные испытания проводились на АО «Могилевоблпищепром».

При определении ряда показателей применялись новейшие высокоэффективные методы исследований, использовались также общепринятые в пищевой промышленности методы техно-химического контроля [8 — 10].

С целью установления влияния рецептурных компонентов на формирование потребительских свойств натуральных напитков профилактической направленности изучались основные качественные характеристики разработанных соковых экстрактов лекарственных трав.

Технология получения экстрактов основана на экстрагировании при оптимальных условиях ценных растворимых веществ лекарственного сырья соком калины обыкновенной и черной смородины. Установленные оптимальные режимы экстракции позволяют получить растительные экстракты с повышенным содержанием ценных веществ, в частности биоантиоксидантов, микронутриентов, т.е. соединений, обуславливающих высокую антиоксидантную активность полуфабрикатов на основе сока калины обыкновенной, черной смородины и ряда лекарственных трав (мяты перечной, эхинацеи пурпурной, душицы обыкновенной, лофанта анисового, шалфея лекарственного, зверобоя продырявленного) [11].

В табл. и на рис. 1 и 2 приведены показатели химического состава и антиоксидантной активности соковых экстрактов лекарственных трав, которые были рекомендованы к использованию в композиционных составах натуральных напитков повышенной биологической ценности при создании новых технологий.

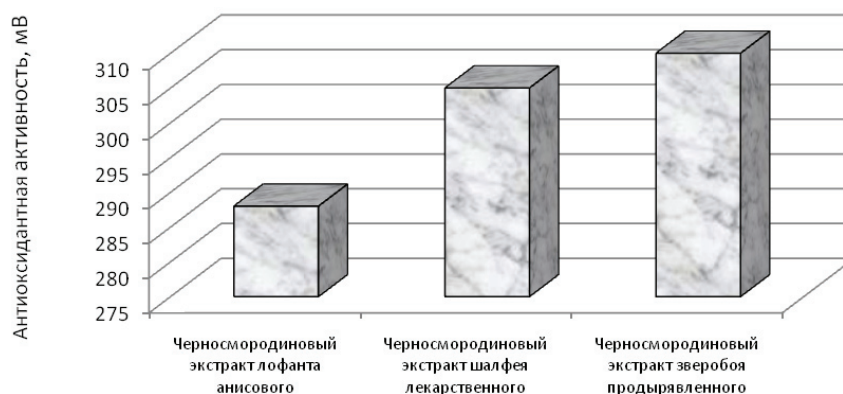


Рис. 1. Антиоксидантная активность соковых (черносмородиновых) экстрактов лекарственных трав

В ходе изучения химического состава и антиоксидантной активности полученных экстрактов установлено, что соковые экстракты лекарственных растений характеризуются широким спектром и достаточно высоким содержанием химических веществ-биоантиоксидантов, таких как витамин С, β-каротин, органические кислоты, полифенольные соединения и пищевые волокна.

У всех изученных экстрактов высока антиоксидантная активность, поэтому изученные соковые экстракты лекарственных растений могут быть использованы в качестве источников био-

логически активных веществ при разработке рецептур и технологий напитков антиоксидантного действия.

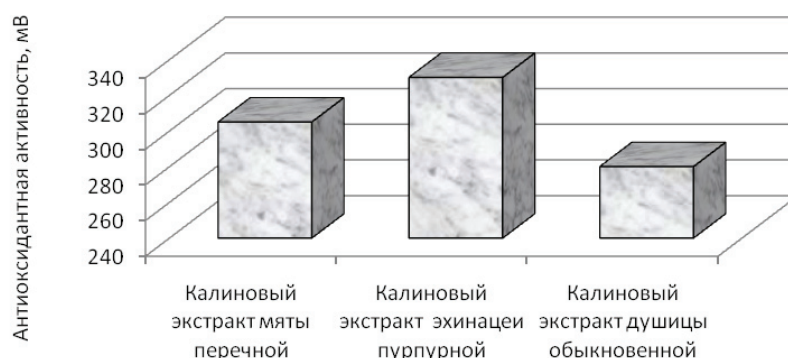


Рис. 2. Антиоксидантная активность соковых (калиновых) экстрактов лекарственных трав

Показатели качества	Черносмородиновые экстракты			Калиновые экстракты		
	лофанта анисового	шалфея лекарственного	зверобоя продырявленного	мяты перечной	эхинацеи пурпурной	душицы обыкновенной
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	16,50	14,20	13,92	17,80	15,60	14,60
Массовая доля общих сахаров, %	10,64	11,46	11,88	10,16	12,43	11,22
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	9,72	11,80	10,04	9,89	11,44	10,54
Массовая доля титруемых кислот, %	1,25	0,86	1,14	1,28	0,68	1,16
Содержание дубильных и красящих, мг/100г	505	455	718	510	484	728
Содержание витамина С, мг/100г	13,30	9,2	10,20	15,00	10,01	10,42
Содержание β-каротина, мг/100г	0,058	0,082	0,060	0,046	0,013	0,080
Массовая доля пектиновых веществ, %	0,32	0,26	0,28	0,38	0,18	0,41

Следующим этапом при изучении качественных показателей полученных экстрактов было проведение их органолептической оценки.

Изучались такие органолептические показатели, как цвет, аромат, горечь, кислинка, терпкость и остаточное послевкусие.

На основании проведенной органолептической оценки экстрактов построена профилограмма органолептических показателей, представленная на рис. 3.

На основании анализа построенной профилограммы органолептических показателей соковых экстрактов лекарственных трав установлено, что изученные образцы имеют привлекательный цвет, полный и гармоничный аромат, свойственный вносимому растительному сырью, и при внесении их в купаж будут придавать напиткам приятный освежающий вкус и оригинальность.

С целью подбора оптимальных композиций напитков производилась их экспертная оценка, включающая в себя следующие виды работ: формирование группы экспертов (фокус-группы), подготовка экспертных анкет, опрос экспертов, обработка полученных результатов и их математический анализ.

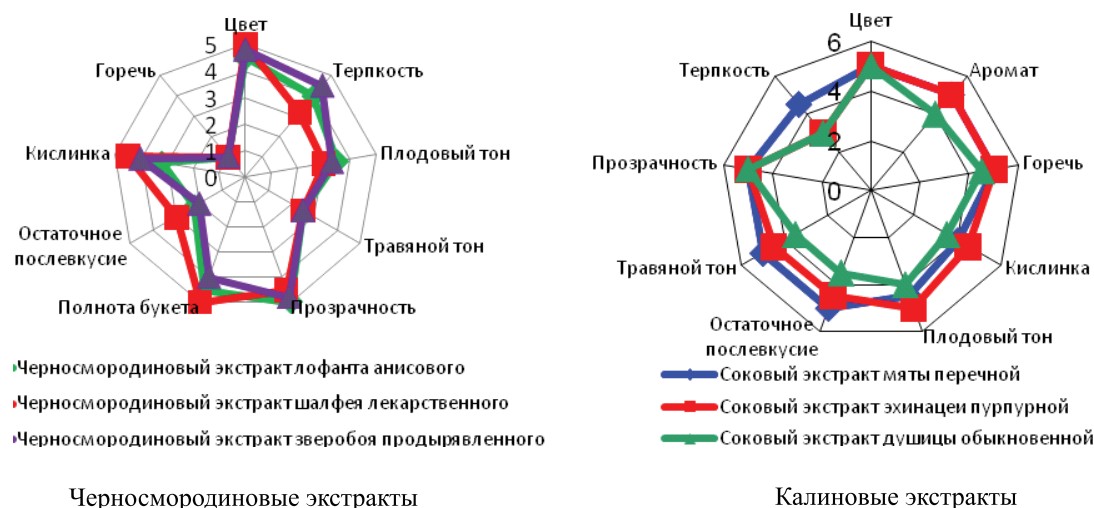


Рис. 3. Профилограмма органолептических показателей соковых экстрактов лекарственных трав

Созданной фокус-группой было проведено ранжирование образцов напитков по органолептическим свойствам, выполнена математическая обработка полученных данных (степень согласованности мнений экспертов, коэффициент конкордации, распределение Пирсона и статистика Фридмана), которая позволила наиболее точно выявить образцы напитков с наилучшими показателями и убедиться в достоверности экспертной оценки.

В результате проведения экспертной оценки новых видов напитков профилактической направленности установлено, что напитки обладают хорошими потребительскими свойствами, характеризуются приятным гармоничным вкусом и ароматом.

Экспертами проведено ранжирование образцов по органолептическим свойствам, выполнена математическая обработка полученных данных, которая позволила наиболее точно выявить образцы напитков с наилучшими показателями и убедиться в достоверности органолептической оценки.

В результате были разработаны рецептуры линейки натуральных безалкогольных напитков «Сохо», «Вегас», «Сантания», напитков слабоалкогольных негазированных пастеризованных серии «Стайл» и напитков негазированных пастеризованных натуральных (сброженных) «Лопухант», «Плюс», «Лан-пин» и серии «Вест».

Созданные напитки прошли испытания в производственных условиях, которые показали, что новые напитки профилактической направленности соответствуют требованиям нормативно-технической документации и могут быть рекомендованы к производству.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулинина, В. Обогащенные напитки — новая ниша на рынке соков / В. Акулинина // Тара и упаковка. — 2007. — № 4. — С. 16.
2. Александровская, Е.С. Антиоксидантные свойства напитков на плодовоовощной основе / Е.С. Александровская [и др.] // Пиво и напитки. — 2004. — № 4. — С. 82-83.
3. Бакулина, О.Н. Функциональные ингредиенты для Концепции здорового питания / О.Н. Бакулина, О.В. Бзюк // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. — 2005. — № 2. — С. 30.
4. Безалкогольные напитки на натуральном растительном сырье / Е.В. Борисенко [и др.] // Пиво и напитки. — 2003. — № 5. — С. 50–52.
5. Биологически активные вещества плодов и ягод. // Материалы V всесоюзного семинара (27-28 марта 1975г.) — М., 1976. — 192с.
6. Войникова, Е. Добавь в напиток новинку / Е. Войникова // Империя напитков. — 2006. - № 2. — С. 11-12.

7. *Ермолаева, Г.А.* Классификация и технология безалкогольных напитков / Г.А. Ермолаева // Пиво и напитки. — 2000. — № 4. — С. 54–55.
8. Рентгенофлуоресцентный анализ [Электронный ресурс]. — 2010. — Режим доступа: [ru/wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki). — Дата доступа: 06.09.2010.
9. *Ермаков, А.И.* Биохимические методы исследования растительного сырья / А.И. Ермаков. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 428 с.
10. *Заворохина, Н.В.* Дискриптивно-профильный анализ при разработке напитков брожения / Н.В. Заворохина, О.В. Чугунова // Пиво и напитки. — 2008. — №2. — С.62–64.
11. *Моргунова, Е.М.* Экстракция натурального растительного сырья повышенной биологической ценности / Е.М. Моргунова, Н.А. Шелегова, М.Л. Микулинич // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. — 2010. — № 11. — С.11–15.

Рукопись статьи поступила в редакцию 15.11.2013

E. M. Morgunova, N. A. Shelegova, S.L. Masanski, J.S. Nazarova

NEW NATURAL DRINKS BASED ON EXTRACT OF JUICE

The article is devoted to creating beverages that not only have good organoleptic characteristics, but also an antioxidant effect due to the high content of biologically active substances, which allows to neutralize the negative effects of free radicals on the body.

УДК 644.44

В статье изучена возможность применения в пивоваренном производстве компонента растительного происхождения — водоросли хлореллы как источника биологически активных веществ, необходимого для повышения физиологической активности дрожжей. Исследовано влияния различных концентраций водоросли хлореллы на накопление биомассы дрожжей и удельную скорость роста в процессе главного брожения.

ВЛИЯНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКОЙ ВОДОРОСЛИ ХЛОРЕЛЛЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*Е.М. Моргунова, кандидат технических наук, доцент,
заместитель генерального директора по стандартизации
и качеству продуктов питания*

УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»

*Л.И. Нефёдов, профессор, доктор биологических наук,
заведующий научно-исследовательской лабораторией*

**УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,
г. Могилёв, Республика Беларусь**

Ю.С. Назарова, аспирант

Способность дрожжей сбразивать пивное сусло представляет первостепенный интерес для пивоварения. Скорость брожения зависит как от внешних условий, так и от биологических

свойств дрожжей. Большое значение для бродильной активности дрожжей имеет их физиологическое состояние: возраст, упитанность, жизнеспособность. Хорошее физиологическое состояние дрожжей — это наличие в них полного набора ферментов [1, с.52].

Одна из особенностей дрожжей, как и всех микроорганизмов, необычайная зависимость от условий окружающей среды. Малые размеры клеток определяют тесный контакт со средой, поэтому они реагируют на изменение условий в большей степени, чем другие живые существа. Познание закономерностей развития и биохимической активности дрожжей в зависимости от создаваемых условий внешней среды способствует выработке рациональной технологии культивирования этих микроорганизмов [2, с.68].

Таким образом, цель данных исследований состояла в изучении влияния водоросли хлореллы, используемой в качестве дополнительного компонента питательной среды на стадии приготовления разводки чистой культуры дрожжей, на процессы роста и размножения при ведении главного брожения.

Для проведения данных исследований использовали пивное охмеленное сусло с концентрацией сухих веществ 11%, в качестве сбраживающего материала применяли разводки пивоваренных дрожжей рас 96, 34, 129, 11, 463 и 8aM, приготовленные в лабораторных условиях по методу чистой культуры дрожжей. На последней стадии культивирования дрожжей разводку чистой культуры делили на пять равных частей, в четыре из них вносили водоросль хлореллу в концентрации 5; 10; 15 и 20 мг%, а пятую оставляли в качестве контроля (без водоросли). В дальнейшем проводили процесс главного брожения, с использованием полученных разводов, которые вводили в сусло из расчета 20 млн.кл./см³. Температура брожения составляла 6-9 С.

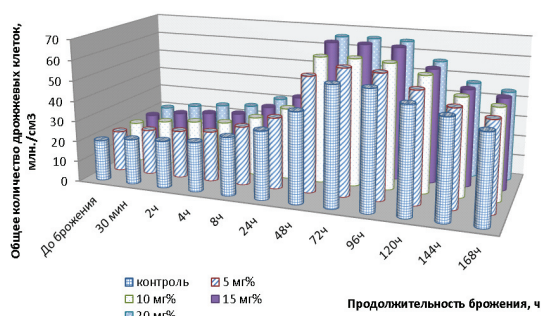
Для решения поставленных задач использовались органолептические и физико-химические методы, используемые в пивоварении. Опыты проводились в 5-6 повторениях. Обсуждались только воспроизводимые в повторном опыте результаты.

В процессе главного брожения контролировали накоплений дрожжевой биомассы путем подсчета количества клеток в камере Горяева, при этом наблюдали схожую динамику роста дрожжевой популяции у всех шести рас дрожжей. Проанализировав данные рис. 1, можно сделать вывод о том, что все опытные образцы, в которых была использована водоросль хлорелла в дозировке 5, 10, 15 и 20 мг % превышали контрольные по приросту биомассы в процессе главного брожения для всех рас дрожжей.

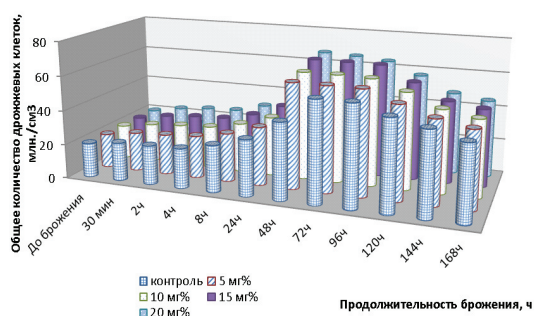
Для всех опытных образцов, было отмечено увеличение накопления биомассы дрожжей в процессе брожения и установлено, что уже к 8 часам брожения количество дрожжевых клеток, в образцах, для сбраживания которых использовали дрожжевые разводки, полученные с помощью водоросли хлореллы в количестве 5, 10, 15 и 20 мг% на 1,5 — 11,2 % больше чем в контрольных образцах. К 24 ч брожения концентрация дрожжевых клеток в опытных образцах, превышала контрольные образцы на 3,3 — 23,8 %. Резкое увеличение накопления дрожжевых клеток наблюдается в опытных образцах к 48 ч брожения, затем в период с 48 до 72 ч количество дрожжевых клеток еще продолжало увеличиваться, но скорость роста значительно снижалась. С 3-х по 4-е сутки брожения количество клеток стабилизируется, а затем этот показатель начинает постепенно снижаться. Наибольшее накопление дрожжевых клеток для всех шести рас наблюдали к 72 ч брожения в опытных образцах, при использовании дрожжевой разводки полученной с помощью водоросли хлореллы в количестве 15 и 20 мг%, установлено, что прирост биомассы клеток увеличился в среднем в 1,15 раза по сравнению с контрольными образцами.

Самой активной фазой роста и накопления биомассы является экспоненциальная фаза развития дрожжей, в которой клетки размножаются с максимальной для данной культуры скоростью. При переходе клетки от состояния физического покоя к активной жизнедеятельности удельная скорость роста постепенно увеличивается [3,с. 114].

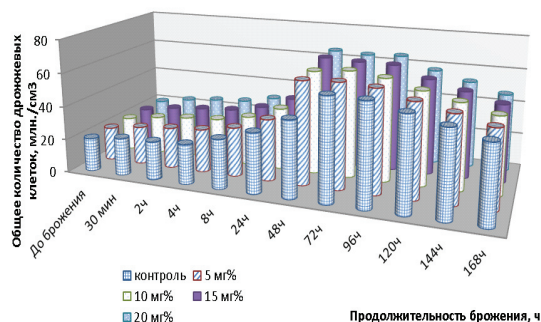
В ходе интенсивного роста и размножения внутри закрытой системы (культура дрожжей вносится в субстрат, и далее он в процессе роста только потребляется) негативное влияние лимитирующих факторов увеличивается и в результате скорость роста уменьшается и наступает фаза замедленного роста.



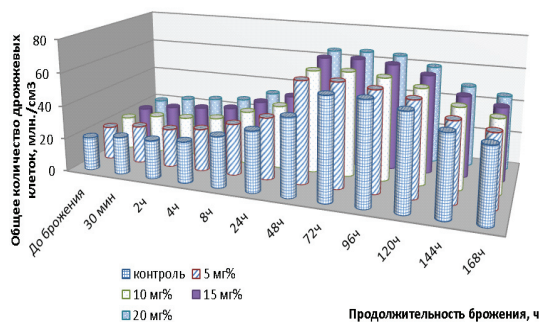
а) раса 34



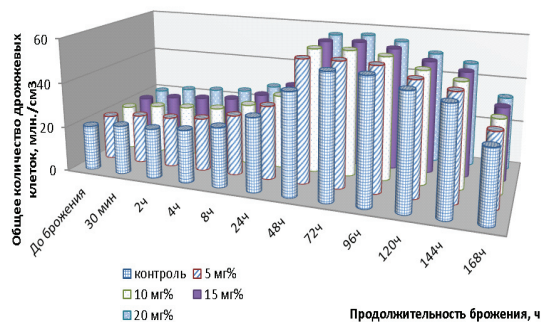
б) раса 96



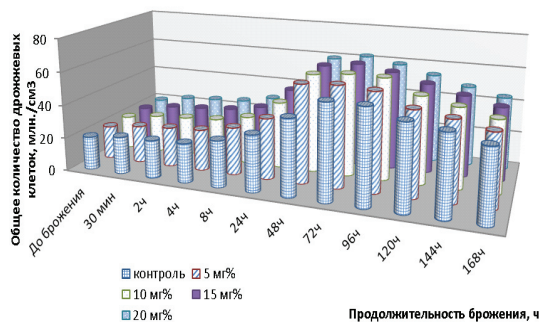
в) раса 11



г) раса 8aM



д) раса 129



е) раса 463

Рис. 1. Динамика накопления дрожжевой биомассы в процессе главного брожения

Для оценки роста и размножения дрожжевых клеток используют показатель удельной скорости роста, которая представляет собой прирост биомассы за единицу времени. Удельную скорость роста определяют логарифмическим отношением биомассы m_1 , полученной за время t , к количеству дрожжей m_0 засеянных в питательную среду.

Для более полного анализа состояния дрожжевых клеток всех шести рас в зависимости от концентрации водоросли хлореллы используемой в качестве активатора, была рассчитана удельная скорость роста для экспоненциальной фазы роста дрожжей, которая представлена в виде графиков на рис. 2.

В процессе брожения можно выделить два основных периода, которые характеризуются разным состоянием дрожжей, концентрация которых изменяется во времени. В индукционном периоде брожения, совпадающим с экспоненциальной фазой роста дрожжей, происходит интенсивное накопление биомассы дрожжей при относительно не большой скорости потребления питательных веществ сусл. При достижении стационарной фазы и накопления определенного количества дрожжей наступает период бурного брожения при низкой скорости размножения. В этом случае удельная скорость роста дрожжей ограничивается накоплением спирта и убылью концентрации питательных веществ сусл.

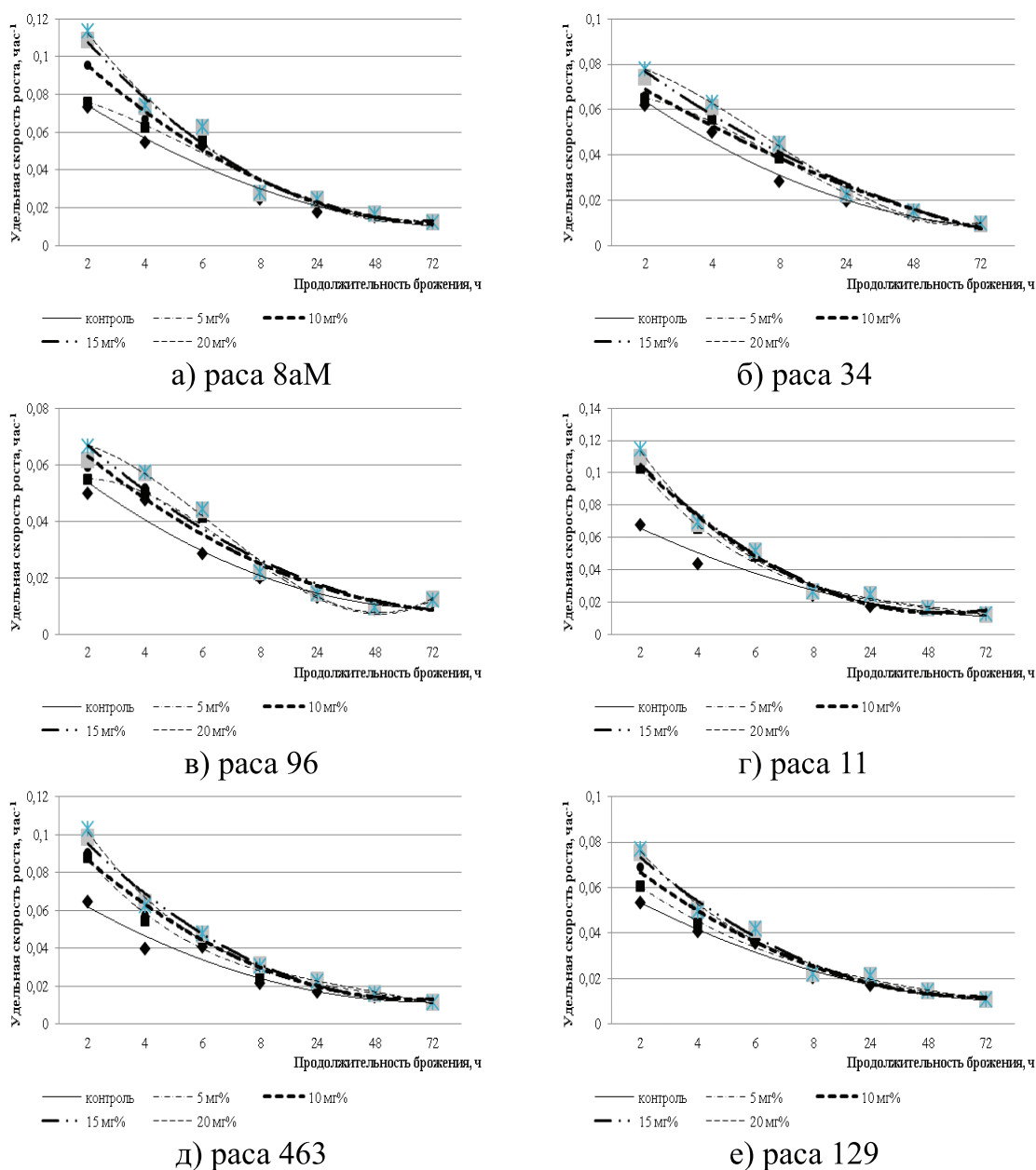


Рис. 2. Удельная скорость роста дрожжей, активированных добавкой из водоросли хлореллы, час⁻¹

Проанализировав данные рис. 2, можно сделать вывод о том, что динамика роста и размножения дрожжей в опытных образцах, сбраживаемых дрожжевой разводкой, полученной с использованием водоросли хлореллы в качестве активатора, а также в контрольных образцах всех шести рас дрожжей протекает однотипно. Однако стоит отметить, что использование водоросли хлореллы в качестве активатора способствует повышению накопления биомассы дрожжей, а также увеличению удельной скорости роста, что отчетливо можно наблюдать в экспоненциальной фазе роста дрожжей.

Для всех шести рас дрожжей в процессе главного брожения происходит увеличение удельной скорости роста с повышением концентрации вносимой водоросли.

Максимум увеличение удельной скорости роста был достигнут в опытных образцах, для сбраживания которых использовали дрожжевую разводку, полученную с использованием водоросли хлореллы в количестве 15 и 20 мг % и для расы 8aM превышал контрольный показатель соответственно в 1,49 и 1,55 раза; для расы 34 соответственно в 1,20 и 1,25 раза; для расы 96 соот-

ветственно в 1,23 и 1,33 раза; для расы 11 соответственно в 1,62 и 1,69 раза; для расы 129 соответственно в 1,43 и 1,44 раза; для расы 463 соответственно в 1,53 и 1,60 раза.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что использование водоросли хлореллы на стадии разведения чистой культуры дрожжей способствует в дальнейшем повышению физиологической активности дрожжей, более быстрому росту и размножению дрожжей [4,с.44]. В ходе исследований было установлено, что оптимальная концентрация водоросли хлореллы, обеспечивающая наиболее интенсивных ход процесса главного брожения, составляет 15 мг %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пермякова, Л.В. Влияние условий аэрации дрожжей на их бродильную активность / Л.В. Пермякова, Г.М. Лисюк // Ферментная и спиртовая промышленность. — 1987. — №2. — С. 27-29.
2. Жизнь растений. В 6-ти т. Гл.ред. чл.- кор. АН СССР, проф. А.А. Федоров. Т.3. Водоросли. Лишайники. Под ред. Проф. М.М. Голербаха. М.: Просвещение, 1977.-с. 487.
3. Качмазов, Г.С. Дрожжи бродильных производств. Практическое руководство: учеб. пособие / Г.С. Качмазов; СПб.: Лань. — Москва, 2012. — 220 с.
4. Назарова, Ю.С. Исследование влияния морских водорослей на физиологические характеристики различных рас дрожжей / Ю.С. Назарова, Е.М. Моргунова, В.В. Автушенко // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов VIII Международной научной конференции студентов и аспирантов, Могилев, 26-27 апреля 2012г. / Могилевский гос. ун-т продовольствия; редкол.: А.В. Акулич [и др.]. — Могилев, 2012. Ч.1, — С. 44.

Рукопись статьи поступила в редакцию 14.11.2013

E.M. Morgunova, L.I. Nefedov, J.S. Nazarova

INFLUENCE OF THE MICROSCOPIC ALGA OF CHLORELLA ON INTENSITY OF GROWTH SACCHAROMYCES CEREVISIAE

In article possibility of application in brewing production of a component of a phyto-genesis alga chlorella as the source of biologically active agents necessary for increase of physiological activity of yeast is studied. It is investigated influences of various concentration of an alga chlorella on accumulation of a biomass of yeast and specific growth rate in the course of the main fermentation.

УДК 621.565.93

Разработаны системы испарительного охлаждения сред и кондиционирования воздуха, основанные на принципе непрямого испарительного охлаждения и выполнен анализ возможностей таких систем, в зависимости от климатических условий и режимных параметров. Тепло-масообменные аппараты, входящие в систему испарительного охлаждения, основаны на пленочном взаимодействии потоков газа и жидкости и в них, для создания насадки, используются многоканальные структуры из полимерных материалов и пористой керамики.

ИСПАРИТЕЛЬНЫЕ ОХЛАДИТЕЛИ НА ОСНОВЕ ПОРИСТЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

*А.В. Дорошенко, доктор технических наук,
профессор кафедры технической термодинамики;*

К.Б. Жук, ассистент кафедры компрессоров и пневмоагрегатов

Введение. Сопряженные проблемы энергетики и экологии интенсифицируют поиск альтернативных решений в области холодильных и кондиционирующих систем. Эффективность ис-

парительного охлаждения сред ограничена климатическими условиями, тем не менее, интерес к возможностям испарительных охладителей в последние годы неуклонно возрастает, что обусловлено их малым энергопотреблением и экологической чистотой. Испарительные охладители могут использоваться как в автономном варианте, так и в комбинированных системах, например в составе осушительно-испарительных охладителей на основе теплоиспользующего абсорбционного цикла, где предварительное осушение воздуха обеспечивает высокую эффективность последующего испарительного охлаждения [1, 2].

Перспективы использования капиллярно-пористых структур для реализации процессов испарительного охлаждения сред.

Общим требованием к тепломассообменной аппаратуре (ТМА) являются:

- ♦ высокая интенсивность протекающих процессов и малое аэродинамическое сопротивление при транспорте рабочих веществ (воздушных и жидкостных потоков);
- ♦ достаточно широкий диапазон рабочих нагрузок по газу и жидкости, в котором работа ТМА является устойчивой (не наблюдается интенсивного сноса жидкости при противоточной и поперечноточной схемах контактирования);
- ♦ отсутствие загрязнений рабочих поверхностей, или их разрушения в процессе длительной эксплуатации.

На основании многолетнего опыта, накопленного авторами, по разработке, производству и эксплуатации ТМА различного назначения, в частности, для реализации процессов испарительного охлаждения сред [1, 2], авторами был выбран, в качестве основного универсального решения для всех ТМА пленочный тип аппарата, обеспечивающий раздельное движение потоков газа и жидкости при малом аэродинамическом сопротивлении и поперечноточная схема контактирования потоков газа и жидкости. Поперечноточная схема обеспечивает меньшую величину аэродинамического сопротивления Δp , в сравнении с противоточной схемой контактирования, поскольку для поперечного тока характерны более высокие значения предельных скоростей движения газового потока в каналах насадки ТМА.

Ранее авторами изучались проблемы устойчивости течений газо-жидкостной системы, выноса капель жидкости газовым потоком из рабочей зоны и др. Основной проблемой практического использования таких насадочных структур является смоченность поверхностей насадочных элементов и устойчивость течения жидкостных пленок в условиях непосредственного контактирования с газовым потоком [1, 2]. Новым в настоящем исследовании является использование керамических блоков с многоканальной пористой структурой (капиллярно-пористый материал КПМ) для организации насадочного слоя ТМА (испарительные охладители газов и жидкостей).

В работе [5] речь идет об использовании пористых керамических структур, в качестве основных элементов конструкции испарительных охладителей (ИО), в частности испарительного охладителя непрямого типа (НИО). В качестве вспомогательного воздушного потока здесь используется воздух, покидающий помещение. На основе такого НИО создан комфортный кондиционер бытового назначения. Поскольку пористые структуры подвержены загрязнению, используется система промывки стенок и удаления солей. Использование керамических блоков с многоканальной пористой структурой поверхности КПМ позволит повысить удельные нагрузки по газу и жидкости (решение задачи устойчивости газо-жидкостной системы) и величину смоченной поверхности насадки.

На основе выполненного аналитического обзора исследований последних лет в мире, а также опыта накопленного авторами по использованию испарительных охладителей [1, 2], нами выбрано, в качестве основного направления повышения эффективности испарительного охлаждения, использование керамических блоков с многоканальной пористой структурой (рис. 1). Разработанная насадка представляет собой пористую многоканальную структуру, стенки каналов которой выполнены из пористой керамики. Планируется исследование испарительных, как воздушно охладителей прямого типа (ПИО) так и водоохладителей-градирен (ГРД).

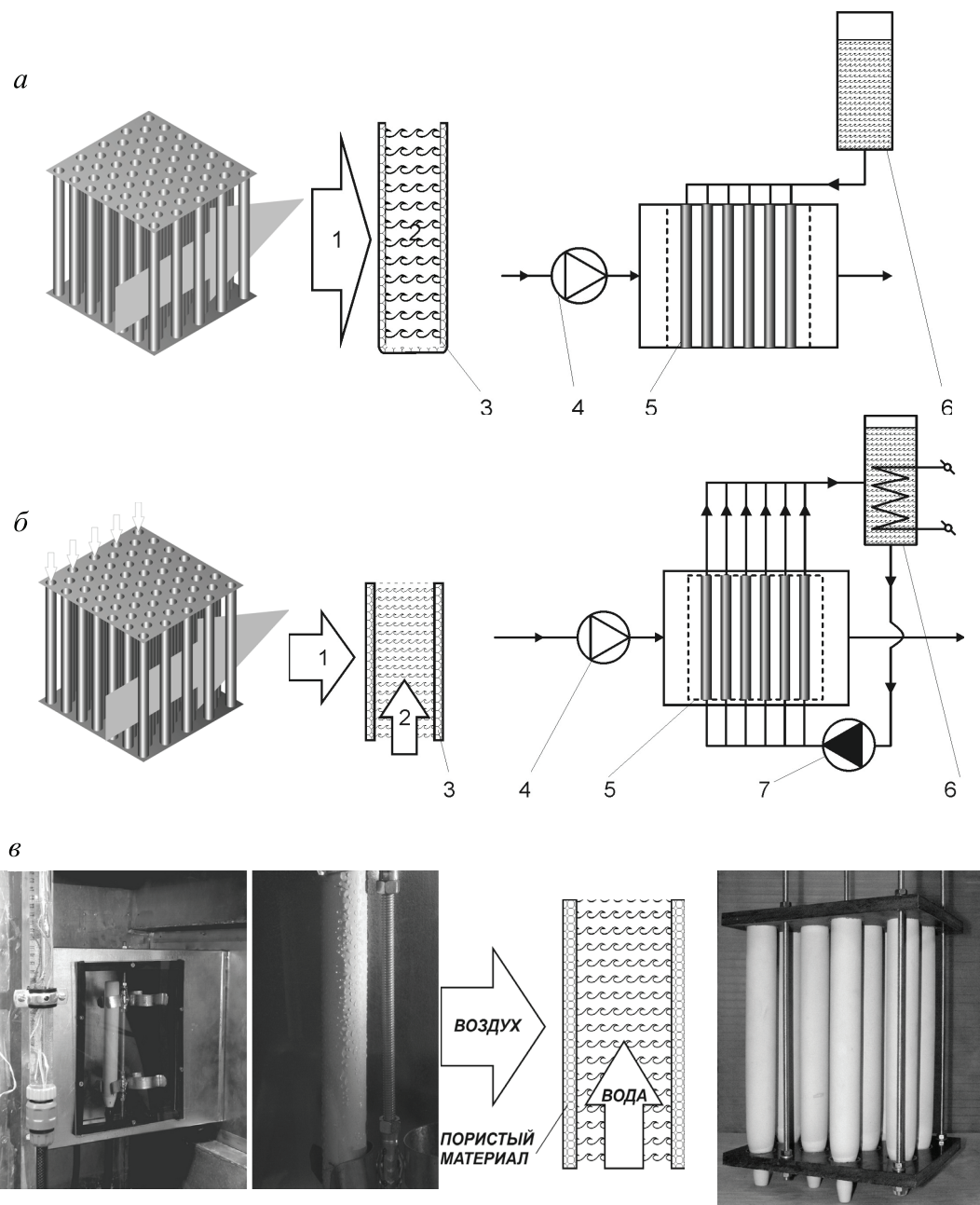


Рис. 1. Тепломасообменные аппараты (модули) для изучения процессов испарительного охлаждения сред: а — режим испарительного охлаждения воздуха (ПИО); б — режим испарительного охлаждения воды (градирня ГРД); в) — испытания одиночной трубки и трубного пучка. Обозначения: 1 — воздушный поток; 2 — охлаждаемая (охлаждающая) жидкость; 3 — одиночная трубка из микропористой керамики; 4 — вентилятор основного воздушного потока; 5 — модуль из микропористой керамики; 6 — оборотно-накопительная емкость; 7 — циркуляционный насос

Математическая модель процессов испарительного охлаждения в испарительном охладителе прямого типа (например, в градирне, ГРД) представляется системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dt_{жс}}{dx} = a_1 \cdot (t_2 - t_{жс}) + b_1 \cdot (p_2 - p^*); \\ \frac{dt_2}{dz} = a_2 \cdot (t_{жс} - t_2); \quad \frac{dp_2}{dz} = b_2 \cdot (p^* - p_2). \end{cases} \quad (1)$$

и граничных условий: при $x=0$, $t_{жс} = t_{жс}^0$; при $z=0$, $t_2 = t_2^0$, $p_2 = p_2^0$. Краевая задача решается методом конечных разностей и уравнения (1) аппроксимируются разностной схемой:

$$\begin{cases} t_{жс}^{i+1,k} = [1 - a_1 \cdot \Delta x \cdot t_{жс}^{i,k}] + a_1 \cdot \Delta x \cdot t_2^{i,k} + b_1 \cdot \Delta x \cdot p_2^{i,k} - b_1 \cdot \Delta x \cdot p^*(t_{жс}^{i,k}); \\ t_2^{i,k+1} = (1 - a_2 \cdot \Delta z \cdot t_2^{i,k}) + a_2 \cdot \Delta z \cdot t_{жс}^{i,k}; \\ p_2^{i,k+1} = (1 - b_2 \cdot \Delta z \cdot p_2^{i,k}) + b_2 \cdot \Delta z \cdot p^*(t_{жс}^{i,k}), \end{cases} \quad (2)$$

где: i, k — определяющие узловые точки по x и z координатам. Для граничных узловых точек эти уравнения определяют параметры всех потоков в ИО, как для одно-, так и многоступенчатых схем. Разработанные математические модели позволяют рассчитать температурные и влажностные параметры (поля) в каналах испарительных охладителей и оптимизировать охладительный процесс с учетом минимизации энергозатрат на его решение.

Экспериментальное оборудование, задачи исследования и анализ полученных результатов. Экспериментальный стенд (рис. 1 и 2) предназначен для исследования испарительных охладителей прямого типа. Модуль испарительного воздухоохладителя ПИО включает головную камеру и системы подготовки потоков. Головная часть стенда включает водосборную камеру и два диффузора (входа потока наружного воздуха и выхода воздушного потока). В накопительной емкости происходит замер температуры при помощи термометра сопротивления (ТТ4). На выходе из емкости определяется расход воды при помощи ротаметра. Из емкости вода подается в водораспределители при помощи электроприводного насоса (5), расход воды регулируется плавным изменением напряжения, подаваемого на электродвигатель и вентилями. Расход жидкости измеряется при помощи ротаметра типа РС-5 или РС-7 (на рис. 2-ФЕЗ). Применялись водораспределители трубчатого (распылительного) типа. Подача потока наружного воздуха осуществляется центробежным вентилятором (2) марки ЦС (12 ЦС 24; 24 ЦС 24). Непосредственно перед вентилятором воздух подогревается электрокалорифером (1) и имеет байпасную линию, что позволяет регулировать температуру и относительную влажность воздуха, входящего в аппарат. На входе потока воздуха в ИО, а также на выходе воздушного потока стоят датчики отбора давления (ФЕ1,2,5), лабораторный термометр ТЛ-4 с ценой деления $0,1^\circ\text{C}$ (ТЕ) и термометры сопротивления (ТТ) для измерения параметров воздуха, замеры производятся в диффузорах. Для регулирования расхода воздушных потоков используются регулировочные шиберы.

Схема движения потоков воздуха в модуле ПИО представлена на рис. 1. Общий вид модуля ПИО показан на рис. 1а. Аэродинамическое сопротивление испытуемых модулей определялось по разности статических давлений, измеренных на входе и выходе из ИО. Датчики отбора давлений коллекторы устанавливаются в соответствующих диффузорах. Разность статических давлений измерялась микроманометром ММ-250. В период испытаний в лаборатории находились барометр-анероид с ценой деления 1 мм. рт. ст. и лабораторный термометр ТЛ-4 с ценой деления $0,1^\circ\text{C}$.

Насадки были изготовлены с применением трубчатых элементов из пористой керамики со средним размером пор $1,9 - 2,06$ мкм. Наружный диаметр трубок 28 мм толщина стенок 3 мм. На рис. 1 представлены различные варианты применения таких насадочных модулей. На рис. 1а — испарительный воздухоохладитель с заполнением трубного пространства водой и движением охлаждаемого воздуха 4 в межтрубном пространстве при помощи вентилятора. На рис. 1б — модуль выполнял роль градирни, где в межтрубном пространстве циркулирует воздух, а в трубном пространстве, при помощи насоса 7, циркулирует охлаждаемая жидкость из расходно-накопительной емкости 6 с подведенной тепловой нагрузкой.

Определение величин коэффициентов обмена зачастую не может быть признано удовлетворительным из-за наличия трудностей, связанных с правильным усреднением движущих сил по высоте аппарата. Определение действительной поверхности обмена является задачей чрезвычайно сложной, особенно применительно к аппаратам пленочного типа с высокой плотностью насадочного слоя. Это привело к развитию эмпирических методов, основанных на использовании коэффициентов эффективности процесса. Они позволяют провести анализ и представить опытные данные в виде простом и удобной для проектирования испарительных охладителей.

Величина $E_{ж}$ равна отношению фактически отведенного от воды тепла к предельному количеству, определяемому равенством ($t_{ж}^2 = t_m^1$). Величина $E_{ж}$ характеризует только одну сторону процесса в аппарате. Величина $E_{г}$ равна отношению тепла, вынесенного из аппарата потоком воздуха к предельному его количеству, определяемому равенством $h_{г}^2 = h_{г}^{2*}$. Очевидно, чем выше, при данном $E_{ж}$, степень использования воздуха, тем ниже расход энергии на привод вентилятора водоохладителя и ниже удельные энергозатраты. Следует предположить наличие зависимостей:

$$E_{ж} = f\left(l = \frac{G_{г}}{G_{ж}}, t_{ж}^1, t_m^1\right) \text{ и } E_{г} = f\left(l = \frac{G_{г}}{G_{ж}}, t_{ж}^1, t_m^1\right)$$

Ранее, в работе А. Дорошенко [2] (испытания пленочных градирен с насадкой из гофрированной алюминиевой фольги) было показано, что рост относительного расхода воздуха $l = G_{г}/G_{ж}$ приводит к увеличению $E_{ж}$ и уменьшению $E_{г}$, при этом, большим значениям степени охлаждения воды соответствуют малые значения степени использования воздуха; величины $E_{ж}$ и $E_{г}$ оказываются независимыми от характера изменения величины $l = G_{г}/G_{ж}$ (путем изменения расход воздуха, или путем изменения расхода воды); линии зависимостей $E_{ж} = f(l)$ и $E_{г} = f(l)$ пересекаются в точке с примерно равными значениями степени охлаждения воды и использования воздуха. Реальные значения пределов охлаждения воды и нагревания воздуха определяются, помимо значений t_m^1 и $t_{ж}^1$, соотношением потоков $l = G_{г}/G_{ж}$. В зависимости от величины $l = G_{г}/G_{ж}$ состояние равновесия может иметь место на верхнем либо нижнем концах охладителя [2]. Одновременно на обоих концах равновесие не наступает, что объясняется кривизной линии насыщения. В общем случае новые значения пределов процесса при испарительном охлаждении определяются:

$$t_m^0 = f\left(t_{ж}^1, t_m^1, l = \frac{G_{г}}{G_{ж}}\right) \text{ и } h_{г}^0 = f\left(t_{ж}^1, t_m^1, l = \frac{G_{г}}{G_{ж}}\right)$$

При адиабатическом протекании процесса в ПИО:

$$G_{г} \cdot h_{г}^1 + G_{ж}^1 \cdot c_{ж} \cdot t_{ж}^1 = G_{г} \cdot h_{г}^2 + G_{ж}^2 \cdot c_{ж} \cdot t_{ж}^2,$$

$$G_{г} \cdot h_{г}^1 + G_{ж}^1 \cdot h_{ж}^1 = G_{г} \cdot h_{г}^2 + G_{ж}^2 \cdot h_{ж}^2,$$

$$G_{г} \cdot (x_{г}^2 - x_{г}^1) = G_{ж}^1 - G_{ж}^2,$$

откуда:

$$l^1 = \frac{G_{г}}{G_{ж}^1} = \frac{c_{ж} (t_{ж}^1 - t_{ж}^2)}{(h_{г}^2 - h_{г}^1) - c_{ж} t_{ж}^2 (x_{г}^2 - x_{г}^1)}, \quad (4)$$

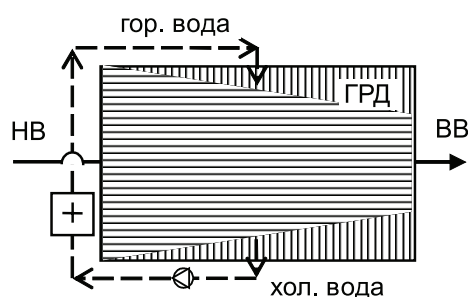
где $l^1 = G_{г}/G_{ж}^1$ — относительный расход воздуха. Для идеальной модели процесса с условиями термодинамического равновесия на концах охладителя:

$$l_{ид} = \left(\frac{G_{г}}{W^1}\right)_{ид} = \frac{c_{ж} (t_{ж}^1 - t_m^2)}{(h_{г}^{2*} - h_{г}^1) - c_{ж} t_m^2 (x_{г}^{0*} - x_{г}^1)},$$

где $l_{ид}$ — относительный минимальный расход воздуха. Когда $l = l_{ид}$ и $F = \infty$, на обоих концах градири устанавливаются состояния равновесия. Величина $l_{ид}$ определяется тремя независимыми друг от друга параметрами. Условия эксплуатации градири характеризуются *характеристическим числом* Λ [2]: $\Lambda = l/l_{ид}$.

На рис. 3 представлены полученные результаты на насадках из алюминиевой фольги [2] и многоканальных поликарбонатных плит [1]. Данные авторов, полученные на насадках из микропористых керамических пластин обеспечивают существенный рост эффективности про-

цесса испарительного охлаждения, в первую очередь, за счет роста смоченной поверхности насадки



ГРД

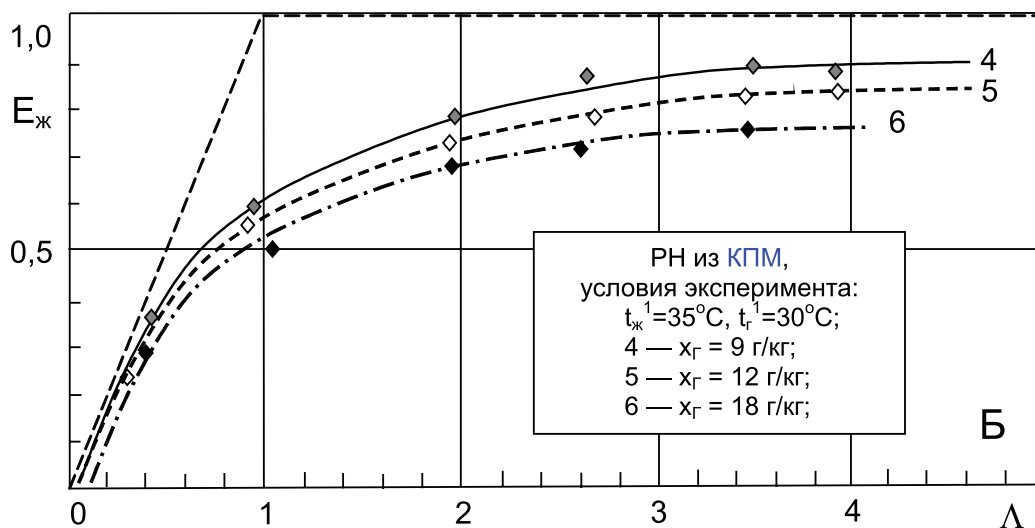
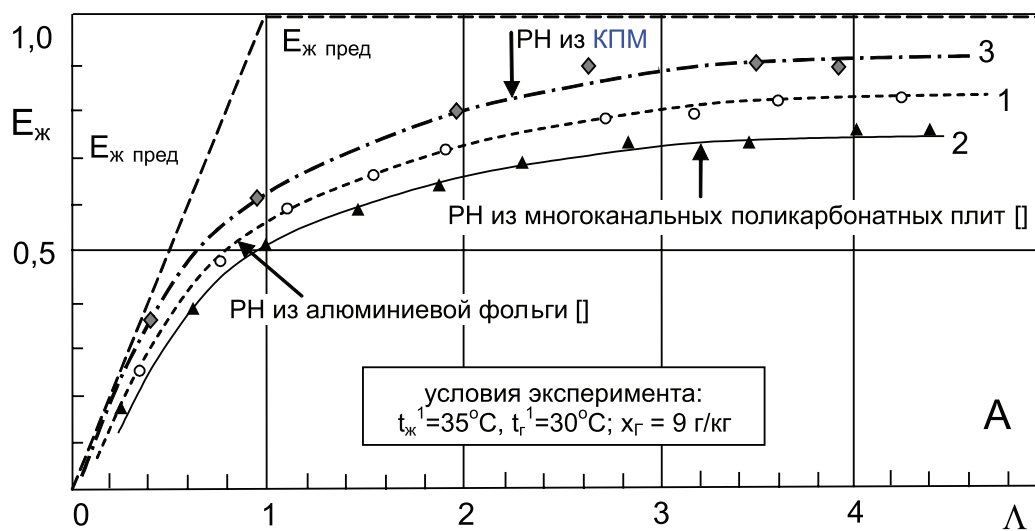


Рис. 3. Эффективность процесса охлаждения воды в градирне ГРД, как функция характеристического числа Λ . Экспериментальные данные на насадках из алюминиевой фольги, полимерных многоканальных плит и микропористых керамических пластин (КПМ) при поперечноточной схеме контактирования воды и воздуха: 1 — по данным работы [2] на насадке из гофрированной фольги с параметрами насадочного слоя: $d_3 = 12\text{ мм}$; $L_{\text{РН}} = 400\text{ мм}$; 2 — на насадке из многоканальных многослойных поликарбонатных плит с параметрами слоя: $d_3 = 15\text{ мм}$, $L_{\text{РН}} = 400\text{ мм}$. [1]; 2 — на насадке из микропористых керамических пластин с параметрами слоя насадки: $d_3 = 18\text{ мм}$; $L_{\text{РН}} = 450\text{ мм}$

Выводы.

1. Испарительные охладители газов и жидкостей (воздухо- и водоохладители) характеризуются широкой областью практического и использования (традиционная и альтернативная энергетика, холодильная и криогенная техника, системы кондиционирования воздуха и др.), при сравнительно низком уровне энергопотребления и высокой экологической чистоте.

2. Основной проблемой для ТМА пленочного типа является низкая смачиваемость материала насадочных поверхностей и высокий уровень каплеуноса; реальным выходом из этой ситуации является использование капиллярно-пористых материалов.

3. Полученные результаты свидетельствуют о существенном возрастании эффективности процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Горин, А.Н.* Альтернативные холодильные системы и системы кондиционирования воздуха / А.Н. Горин, А.В. Дорошенко / — 2-е переработанное и дополненное издание. — Донецк.: Норд-Пресс, 2007. — 362 с.
2. *Дорошенко, А.В.* Компактная теплообменная аппаратура для холодильной техники (теория, расчет, инженерная практика). Докторская диссертация, Одесский институт низкотемпературной техники и энергетики. Одесса. — 1992. — т. 1. — 350 с., т. 2. — 260 с.
3. *Maisotsenko, V.* Lelland Gillan, M. 2003, The Maisotsenko Cycle for Air Desiccant Cooling 21h International Congress of Refrigeration IIR/IIF, Washington, D.C.
4. JOHN L. McNAB, PAUL McGREGOR / 2003, Dual Indirect Cycle Air-Conditioner Uses Heat Concentrated Dessicant and Energy Recovery in a polymer Plate Heat Exchanger. 21h International Congress of Refrigeration IIR/IIF, Washington, D.C, ICR0646.
5. *Gomes, E.V.* Description and Experimental results of a semi-indirect ceramic evaporative cooler / Gomes E.V., Rey Martinez F.J., F. Varela Diez, M.J. Molina Leyva, R. Herrero Martin. — Int/ Journal of Refrigeration. 28 — 2005. — P. 654 — 662.
6. *Foster, R.E.* Evaporative Air-Conditioning Fundamentals: Environmental and Economic Benefits World Wide / Foster R.E., Dijkstra E. — International Conference of Applications for Natural Refrigerants' 96, September 3 — 6, Aarhus, Denmark, IIF/IIR, 1996. — P. 101 — 109.
7. *Jose Rui Camargo* Experimental performance of a direct evaporative cooler operating during summer in a Brazilian city / Jose Rui Camargo, Carlos Daniel Ebinuma, Jose Luz Silveira. — Int. J. Refrig., vol. 21, (28) — 2005. — P. 1124 — 1132.
8. *Stoitchkov, N. J.* Effectiveness of Crossflow Plate Heat Exchanger for Indirect Evaporative Cooling / N.J. Stoitchkov, G.J. Dimirov. — Int. J. Refrig., vol. 21, no. 6. — 1998. — P. 463 — 471.
9. *Koltun, P.* Life Cycle Assessment of a Conventional and Alternantive Air-Conditioning Systems. / P. Koltun, S. Ramakrishnan, A. Doroshenko, M. Kontsov. 21h International Congress of Refrigeration IIR/IIF, Washington, D.C, ICR0140, 2003. P. 45 — 57

Рукопись статьи поступила в редакцию 29.07.2013

V. Doroshenko, K.B. Zhuk

EVAPORATED COOLERS ON BASIS POROUS MULTICHANNEL CERAMIC STRUCTURES

The systems evaporative cooling of environments are developed, drainages and air conditioning based on a principle indirect evaporative of cooling the analysis of opportunities of such systems and is executed, depending on climatic conditions and regime parameters. Heat-mass-transfer apparatus the devices which are included in system evaporative of cooling, are based on film interaction of flows of gas and liquid and in them, for creation surface is heat — mass — transfer the multichannel structures from polymeric materials and porous ceramics are used.

В статье приведен краткий анализ нормативных актов, регламентирующих санитарно-эпидемиологические требования на стадиях обращения (при производстве, реализации, хранении, транспортировке) продовольственного сырья и пищевых продуктов. Особое внимание уделено нормативным актам, устанавливающим требования к стадии транспортировки пищевых продуктов (условиям перевозки и требованиям к транспортным средствам, используемым для перевозки). Приведены документы, устанавливающие пригодность специальных транспортных средств для перевозки пищевых продуктов, а также последовательность процедур по отгрузке продукции предприятиями мясомолочной отрасли.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МЯСОМОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ ПРИ ЭКСПОРТНОЙ ОТГРУЗКЕ ПРОДУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

БелНИИТ «Транстехника», г. Минск, Республика Беларусь

И.В. Жук, доктор технических наук, профессор, генеральный директор;

Н.А. Руденец, заведующий отделом

Основная цель законодательства Республики Беларусь в области санитарно-эпидемиологической безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов — защитить интересы потребителей от причинения вреда их здоровью и жизни из-за возможного заболевания или отравления от потребления некачественной и опасной продукции и в какой-то степени способствовать продвижению качественных товаров на международные рынки.

Законодательство, регулирующее производство, хранение, перевозку и реализацию пищевых продуктов, постоянно пересматривается из-за появления новых продуктов, способов их хранения и реализации, вследствие изменения предпочтений потребителей к определенным видам продукции, а также из-за выявления новых факторов, влияющих на безопасность здоровья потребителей.

В настоящее время потребитель все большее предпочтение отдает натуральным пищевым продуктам, в которых используется меньшее количество добавок или они вовсе отсутствуют. Однако полное отсутствие химических консервантов и применение методов минимального консервирования, разработанных в целях обеспечения безопасности продукта без потери его качества, привело к возникновению новых проблем в системе реализации пищевой продукции (повышенные требования к режимам перевозки, строгий температурный контроль и ограничение срока годности) [1].

При этом, процессы перевозки пищевых продуктов, в отличие от процессов производства и хранения, представляют особую опасность, зависящую от характеристик транспортных средств, которые должны обеспечивать необходимые температурные режимы в зоне размещения продуктов в пределах от плюс 12 °С до минус 20 °С при воздействии весьма изменчивых условий внешней среды.

Законом Республики Беларусь от 29 июня 2003 г. № 217-3 «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека» (в редакции Законов Республики Беларусь от 5 июля 2004 г. № 302-3, от 20 июля 2006 г. № 162-3, от 9 июля 2007 г. № 247-3, от 29 мая 2008 г. № 343-3, от 7 января 2012 г. № 340-3) установлено, что транспортировка продовольственного сырья и пищевых продуктов должна осуществляться в условиях, обеспечивающих сохранение их качества и безопасность, в специально предназначенных или оборудованных для этих целей транспортных средствах.

Санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования к осуществлению производственного контроля при производстве, реализации, хранении, транспортировке продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 30 марта 2012 г. № 32, устанавливают санитарно-эпидемиологические требования к осуществлению производственного контроля за соблюдением требований законодательства Республики Беларусь в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения на отдельных этапах обращения (при производстве, реализации, хранении, транспортировке) продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов. При этом производственный контроль включает:

- ♦ лабораторные (технологические) обследования, исследования, испытания, измерения и лабораторный контроль, осуществляемые в отношении соблюдения технологий производства, реализации, хранения и транспортировки продовольственного сырья и пищевых продуктов;
- ♦ контроль за наличием документов, подтверждающих безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов, компонентов, материалов и изделий, контактирующих с продовольственным сырьем и пищевыми продуктами, технологий производства, хранения, транспортировки, реализации.

В соответствии с санитарными нормами и правилами «Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих производство мяса и мясной продукции», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 15 июня 2012 г. № 73 и санитарными нормами и правилами «Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих производство молочных продуктов», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 12 ноября 2012 г. № 177 для транспортировки сырья и готовых продуктов должны применяться специальные транспортные средства, находящиеся в исправном состоянии, с соблюдением при транспортировке соответствующих температурных режимов.

Требования к транспортным средствам, осуществляющим транспортировку продовольственного сырья и пищевых продуктов, в соответствии с санитарными правилами и нормами «Гигиенические требования к торговым объектам по торговле продовольственным сырьем и пищевыми продуктами», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 17 июля 2009 г. № 85, предусматривают:

- ♦ для транспортировки продовольственного сырья и пищевых продуктов должны использоваться специально предназначенные и оборудованные транспортные средства, использование которых для других целей запрещается;
- ♦ транспортные средства должны находиться в исправном состоянии, быть чистыми, без постороннего запаха;
- ♦ внутренняя поверхность фургона (цистерны) транспортного средства должна иметь покрытие, легко поддающееся мойке и дезинфекции;
- ♦ условия транспортировки (температура, влажность) продовольственного сырья и пищевых продуктов должны соответствовать требованиям технических нормативных правовых актов (далее — ТНПА) и технологической документации на каждый вид товаров, а также правилам перевозки скоропортящихся грузов;
- ♦ транспортировка скоропортящихся и особо скоропортящихся продуктов должна осуществляться специальным охлаждаемым или изотермическим транспортным средством.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» устанавливает требования к процессам перевозки (транспортирования) продукции:

- ♦ перевозка (транспортирование) пищевой продукции осуществляется транспортными средствами в соответствии с условиями перевозки (транспортирования), установленными изготовителями такой продукции, а в случае их отсутствия — в соответствии с условиями хранения пищевой продукции, установленными изготовителем такой продукции;

- ♦ при использовании транспортных средств и (или) контейнеров для перевозки (транспортирования) одновременно различной пищевой продукции, либо пищевой продукции и иных грузов, необходимо обеспечить условия, исключающие их соприкосновение, загрязнение и изменение органолептических свойств пищевой продукции;
- ♦ конструкция грузовых отделений транспортных средств и контейнеров должна обеспечивать защиту пищевой продукции от загрязнения, проникновения животных, в том числе грызунов и насекомых, проведение очистки, мойки, дезинфекции;
- ♦ грузовые отделения транспортных средств, контейнеры и емкости, используемые для перевозки (транспортирования) пищевой продукции, должны обеспечивать возможность поддержания условий перевозки (транспортирования) и (или) хранения пищевой продукции;
- ♦ внутренняя поверхность грузовых отделений транспортных средств и контейнеров должна быть выполнена из моющихся и нетоксичных материалов;
- ♦ грузовые отделения транспортных средств и контейнеры должны подвергаться регулярной очистке, мойке, дезинфекции.

Таким образом, вышеуказанные ТНПА предписывают обязательные условия транспортировки продовольственного сырья и пищевых продуктов, требования к транспортным средствам, используемым для перевозки, ответственность за нарушение ТНПА в соответствии с законодательными актами Республики Беларусь. Кроме того, изготовитель продовольственного сырья и пищевых продуктов должен поддерживать процедуру по соблюдению условий его транспортировки, а также осуществлять контроль документов, подтверждающих безопасность технологий транспортировки продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Визуально установить пригодность транспортных средств для перевозки продовольственного сырья и пищевых продуктов не представляется возможным. Для этих целей проводится инструментальный контроль (заводские и периодические испытания транспортных средств), по результатам которого выдаются документы, подтверждающие соответствие транспортного средства определенному типу и классу.

Таким документом при международных автомобильных перевозках является свидетельство о соответствии Соглашению о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (далее — СПС) [2].

Свидетельство о соответствии СПС (АТР) (далее — свидетельство СПС) выдается компетентным органом страны, в которой специальное транспортное средство зарегистрировано или принято на учет, и его оригинал должен находиться на борту специального транспортного средства.

Свидетельство СПС выдается на бланке установленной формы в соответствии с СПС.

Образец бланка свидетельства СПС приведен на рис. 1.

Бланк свидетельства СПС должен быть напечатан на языке страны, которая его выдала, и на английском, французском или русском языках; рубрики нумеруются в соответствии с приведенным выше образцом.

В верхней части бланка слева должны быть указаны отличительный знак страны²⁾ и номер (буквы, цифры и др.) учреждения³⁾, выдавшие свидетельство СПС.

В верхней части бланка также должна быть указана категория специального транспортного средства¹⁾ (ненужное должно быть зачеркнуто).

В графе «Транспортное средство⁶⁾» должен быть указан его тип (вагон, грузовой автомобиль, прицеп, полуприцеп, контейнер и т.д.); когда транспортным средством является цистерна, предназначенная для перевозки жидких пищевых продуктов, должно быть добавлено слово «цистерна».

В графе «Признается в качестве⁷⁾» должен быть указан класс специального транспортного средства с соответствующим буквенным обозначением.

/ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО ¹							
2	XXXXXXXX ³	ИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ	ЛЕДНИК	РЕФРИЖЕРАТОР	ОТАПЛИВАЕМОЕ	С РАЗНЫМИ ТЕМПЕРАТУРНЫМИ РЕЖИМАМИ ⁴	
/ СВИДЕТЕЛЬСТВО ⁵ СПС XXXXXXXXXX							
/ Выданное в соответствии с Соглашением о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС)							
1.	/ Учреждение, выдающее свидетельство: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
2.	/ Транспортное средство ⁶ : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
3.	/ Регистрационный номер ⁷ : XXXXXXXX		/ Идентификационный номер транспортного средства ⁸ : XXXXXXXX				
4.	/ выданный (кем): XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
	/ Серийный номер изотермического отделения: XXXXXXXX						
5.	/ Принадлежит (кому) или эксплуатируется (кем): XXXXXXXXXXXXXXXX						
	/ Представлено (кем): XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
6.	/ Признается в качестве ⁷ : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
6.1	/ С термическим(и) приспособлением(ями) ¹² :						
6.1.1	/ автономным ⁹ : МАРКА, МОДЕЛЬ, ТОПЛИВО, СЕРИЙНЫЙ НОМЕР/ГОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ (при наличии)						
6.1.2	/ неавтономным ⁹ : МАРКА, МОДЕЛЬ, ТОПЛИВО, СЕРИЙНЫЙ НОМЕР/ГОД ИЗГОТОВЛЕНИЯ (при наличии)						
6.1.3	/ съемным:						
6.1.4	/ несъемным:						
7.	/ На основании чего выдано свидетельство:						
7.1	/ Настоящее свидетельство выдано на основании ¹ :						
7.1.1	/ испытаний транспортного средства;						
7.1.2	/ соответствия транспортному средству, служащему образцом;						
7.1.3	/ периодического осмотра.						
7.2	/ Указать:						
7.2.1	/ название испытательной станции: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
7.2.2	/ характер испытаний ⁹ : XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						
7.2.3	/ номер(а) протокола(ов) испытаний: NNNNNN НАЗВАНИЕ (ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ) ГОД/МЕСЯЦ/ДЕНЬ и NNNNNN НАЗВАНИЕ (ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ) ГОД/МЕСЯЦ/ДЕНЬ						
7.2.4	/ величину коэффициента К: 0, пп Вт/м ² К		п	Номинальная холодопроиз- водительность	Испаритель 1	Испаритель 2	Испаритель 3
7.2.5	/ полезную холодопроизводительность при наружной температуре 30 °С и температуре внутри кузова ¹⁰ :		°С	XXXXX Вт	XXXXX Вт	XXXXX Вт	XXXXX Вт
			°С	XXXXX Вт	XXXXX Вт	XXXXX Вт	XXXXX Вт
			°С	XXXXX Вт	XXXXX Вт	XXXXX Вт	XXXXX Вт
7.3	/ Количество выпускных отверстий и специального оборудования					X	
7.3.1	/ количество дверей: X / задняя дверь: X / боковая(ые) дверь(и)					X	
7.3.2	/ количество вентиляционных отверстий:					X	
7.3.3	/ количество вешал для мяса:					X	
7.4	/ др.						
8.	/ Настоящее свидетельство действительно до: МЕСЯЦ И ГОД						
8.1	/ При условии, что:						
8.1.1	/ изотермический кузов и, когда это применимо, термическое оборудование будет (будут) содержаться в исправности;						
8.1.2	/ термическое оборудование не будет подвергаться значительным изменениям.						
9.	/ Составлено: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		ЗАВЕРЕННЫЙ ДУБЛИКАТ¹¹ Не проставлять эту печать на первом экземпляре свидетельства (Фамилия сотрудника) (Компетентный или уполномоченный орган)				
10.	/ Дата: ГОД/МЕСЯЦ/ДЕНЬ		/ Компетентный орган XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX ¹⁴ / Ответственный за СПС (Фамилия сотрудника)				
a	/ Факультативно						

Рис. 1. Образец бланка свидетельства СПС

В нижней части бланка должна стоять защитная печать (рельефный оттиск, флуоресцентный, ультрафиолетовый или иной защитный знак, удостоверяющий первый экземпляр свидетельства СПС), а в случае выдачи дубликата (при утере оригинала) печать с надписью «ЗАВЕРЕННЫЙ ДУБЛИКАТ» (красной краской).

Поэтому, изготовитель продовольственного сырья и пищевых продуктов, отгружая свою продукцию, при осуществлении контроля документов, подтверждающих безопасность технологий транспортировки, должен потребовать у перевозчика свидетельство СПС, при этом он должен обратить внимание на:

♦ **графу 3:**

♦ «*Регистрационный номер и идентификационный номер транспортного средства*» — указанный в этой графе номер должен совпадать с идентификационным номером транспортного средства, указанным в свидетельстве о регистрации транспортного средства;

♦ «*Серийный номер изотермического отделения*» — в этой графе указывается номер кузова-фургона (цистерны) транспортного средства, который в свидетельстве о регистрации транспортного средства может быть не указан, а указан в табличке изготовителя кузова-фургона (цистерны), закрепленной на кузове-фургоне (цистерне). При отсутствии у транспортного средства номера кузова-фургона (цистерны) существует практика указывать в этой графе последние 5 или 6 цифр из идентификационного номера транспортного средства;

♦ **графу 4** «*Принадлежит (кому) или эксплуатируется (кем)*» — в этой графе указывается владелец транспортного средства, указанный в свидетельстве о регистрации транспортного средства;

♦ **графу 6** «*Признается в качестве*» — в этой графе указывается категория и класс специального транспортного средства с соответствующим буквенным обозначением;

♦ **графу 8** «*Свидетельство действительно до*» — в этой графе указывается дата истечения срока действия свидетельства СПС (месяц, год).

Кроме того, надо иметь в виду, что встречаются поддельные свидетельства СПС. Свидетельства СПС, выдаваемые в Республике Беларусь, изготавливаются на бланках, имеющих защиту: водяные знаки (снежинка или цепочка) и цветной логотип «Институт Транстэхніка».

Также необходимо обратить внимание на наличие таблички-свидетельства СПС и опознавательных буквенных обозначений специального транспортного средства (в виде табличек), установленных на транспортном средстве.

Затем изготовитель должен установить, пригоден ли класс специального транспортного средства, поданного под загрузку, для транспортировки данного вида продукции.

Остановимся на классификации специальных транспортных средств (вагоны, грузовые автомобили, прицепы, полуприцепы, контейнеры и прочие аналогичные транспортные средства), предназначенные для перевозки скоропортящихся пищевых продуктов (далее — специальные транспортные средства).

Специальные транспортные средства в соответствии с СПС подразделяются на:

- ♦ изотермические;
- ♦ ледники;
- ♦ рефрижераторы;
- ♦ отапливаемые.

Наиболее распространенными категориями и классами специальных транспортных средств являются изотермические транспортные средства и транспортные средства-рефрижераторы.

Изотермическое транспортное средство — Транспортное средство, кузов (в случае транспортных средств-цистерн под «кузовом» в настоящем определении подразумевается сама цистерна), которого состоит из термоизолирующих стенок, включая двери, пол и крышу, позволяющих ограничивать теплообмен между внутренней и наружной поверхностью кузова таким образом, чтобы по общему коэффициенту теплопередачи (коэффициент K — общий коэффициент теплопередачи, характеризующий изотермические свойства транспортных средств) транспортное средство могло быть отнесено к одной из нижеследующих двух категорий:

IN — Изотермическое транспортное средство с нормальной изоляцией, характеризующееся коэффициентом K , не превышающим $0,70 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$;

IR — Изотермическое транспортное средство с усиленной изоляцией, характеризующееся:

- ♦ коэффициентом K , не превышающим $0,40 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$;
- ♦ наличием стенок толщиной не менее 45 мм, если речь идет о транспортных средствах шириной более 2,50 м.

Транспортное средство-рефрижератор — Изотермическое транспортное средство, имеющее индивидуальную или общую для нескольких транспортных единиц холодильную установку (механический компрессорный агрегат, абсорбционная установка и т. д.), которая позволяет при средней наружной температуре в плюс 30 °С понижать температуру внутри порожнего кузова и затем постоянно поддерживать ее следующим образом:

Для классов А, В и С с любым заданным фактически постоянным уровнем температуры t_i согласно приведенным ниже нормам, установленным для трех классов:

Класс А — Транспортное средство-рефрижератор, имеющее такую холодильную установку, при которой t_i может выбираться между плюс 12 °С и 0 °С включительно.

Класс В — Транспортное средство-рефрижератор, имеющее такую холодильную установку, при которой t_i может выбираться между плюс 12 °С и минус 10 °С включительно.

Класс С — Транспортное средство-рефрижератор, имеющее такую холодильную установку, при которой t_i может выбираться между плюс 12 °С и минус 20 °С включительно.

Классификационные обозначения специальных транспортных средств приведены в табл.

Транспортное средство	Опознавательное буквенное обозначение
Изотермическое транспортное средство с нормальной изоляцией	IN
Изотермическое транспортное средство с усиленной изоляцией	IR
Транспортное средство-рефрижератор с нормальной изоляцией класса А	FNA
Транспортное средство-рефрижератор с усиленной изоляцией класса А	FRA
Транспортное средство-рефрижератор с усиленной изоляцией класса В	FRB
Транспортное средство-рефрижератор с усиленной изоляцией класса С	FRC

Если транспортное средство оснащено съемным или неавтономным термическим оборудованием (когда компрессор приводится в действие двигателем транспортного средства) либо если для термического оборудования предусмотрены особые условия эксплуатации, то соответствующие опознавательные обозначения дополнены буквой «Х».

Опознавательные буквенные обозначения оформляются в виде табличек, устанавливаемых на боковых сторонах кузова-фургона (цистерны) транспортного средства в его верхних передних углах (рис.2).



FRC — опознавательное буквенное обозначение специального транспортного средства (класс транспортного средства); 02-2013 — месяц (февраль), год (2013) — истечение срока действия свидетельства

Рис. 2. Образец таблички опознавательные буквенные обозначения:

После установления пригодности класса специального транспортного средства для транспортировки конкретного вида продукции грузоотправитель вправе начать отгрузку своей продукции. Причем надо иметь в виду, что изотермические транспортные средства (при наличии документов о соответствии их классу изотермических транспортных средств) не предназначены для длительной транспортировки продовольственного сырья и пищевых продуктов. При отгрузке молока в цистерны транспортных средств, продолжительность перевозки ограничена во времени, так как через стенки цистерны вовнутрь ее проникает тепловой поток (особенно при повышенной наружной температуре), что приводит к повышению температуры молока во время транспортировки. И особенно опасно производить отгрузку молока в цистерны транспортных средств, которые не имеют документов о соответствии классу изотермических транспортных средств. Это же, касается и отгрузки продовольственного сырья и пищевых продуктов в фургоны с неустановленным классом изотермических транспортных средств.

Загрузив свою продукцию, изготовитель должен указать перевозчику условия транспортировки (поддерживаемую температуру, влажность и др.), которые должны соответствовать требованиям ТНПА на каждый вид продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Оригинал свидетельства СПС, устанавливающего класс специального транспортного средства, должен находиться у водителя транспортного средства. Кроме того, на передней или боковых стенках кузова транспортного средства в нижней их части могут быть закреплены таблички-свидетельства СПС, устанавливающие также класс специального транспортного средства.



В Республике Беларусь свидетельства СПС выдает БелНИИТ «Транстехника», уполномоченный Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, являющимся компетентным органом по выполнению СПС, исполнять функции органа, ответственного за исполнение СПС. Причем, свидетельства СПС выдаются на основании проведенного инструментального контроля специальных транспортных средств.

Форма таблички-свидетельства СПС, выдаваемой в Республике Беларусь приведена на рис. 3.

АТР	APPROVED FOR TRANSPORT OF PERISHABLE FOODSTUFFS Дапушчана для перавозкі харчовых прадуктаў, якія хутка псуюцца
APPROVAL NUMBER: Нумар афіцыйнага дапушчэння:	BY 13-3863 АТР
EQUIPMENT NUMBER: Нумар транспартнага сродку:	502 33 53
АТР MARK: Літарнае абазначэнне АТР:	FRC
VALID UNTIL: Сапраўдна да:	04 — 2016
	
Belarussian Research Institute of Transport "Transtekhnika", Platonova Str. 22, 220005, Minsk, Belarus, e-mail: belniit8@open.by, Tel.: (375-17) 331 65 46, Fax: (375-17) 292 40 74	

Рис. 3. Форма таблички-свидетельства СПС, выдаваемой в Республике Беларусь

Форма свидетельства СПС, выдаваемого в Республике Беларусь приведена ниже.

	ТРАНСПАРТНЫ СРОДАК / EQUIPMENT			
ІЗАТЭРМІЧНЫ /INSULATED	ЛЯДОЎНІК /REFRIGERATED	РЭФРЫЖЭРАТАР /MECHANICALLY REFRIGERATED	ЯКІ АЦЯПЛЯЕЦЦА /HEATED	З РОЗНЫМІ ТЭМПЕРАТУРНЫМІ РЭЖЫМАМІ /MULTI-TEMPERATURE

ПАСВЕДЧАННЕ / CERTIFICATE № 13 — 3863 АТР

выдадзенае ў адпаведнасці з пагадненнем аб міжнародных перавозках харчовых прадуктаў, якія хутка псуюцца, і аб спецыяльных транспартных сродках, прызначаных для гэтых перавозак (АТР) / Issued pursuant to the Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs and on the Special Equipment to be Used for such Carriage (АТР)

1 Установа, якая выдае пасведчанне / Issuing authority: Беларускі навукова-даследчы інстытут транспарту "Транстэхніка" Міністэрства транспарту і камунікацый Рэспублікі Беларусь / Belarus

Research Institute of Transport “Transtekhnika” — Ministry of Transport and Communications of the Republic of Belarus

2 Транспортны сродак / *Equipment*: Паўпрычэп-рэфрыжэратар / *Semi-trailer*

3 Рэгістрацыйны нумар / *Registration number* Ідэнтыфікацыйны нумар **WSM00000005023353**
 транспарнага сродку / *Vehicle identification number*:

выданы (кім) / *allotted by*: Schmitz Cargobull AG, Vreden, D

Серыйны нумар ізатэрмічнага аддзялення / *Insulated box serial number*: 502 33 53

4 Належыць (каму) або эксплуатаецца (кім) / *Owned or operated by*:

ТАА «ТРАНС-ІМПЭКС», вул. Чырвонаармейская, 10, г. Пінск, Брэсцкая вобл., 225710, BY /
 ТАА “TRANS-IMPEKS”, *Bresckaja vobl., 225710, BY*

5 Прадстаўлены (кім) / *Submitted by*: ТАА «ТРАНС-ІМПЭКС» / ТАА “TRANS-IMPEKS”

6 Прызнаецца у якасці / *Is approved as*: Транспортны сродак-рэфрыжэратар з узмоцненай ізаляцыйнай класа FRC / *Class C mechanically refrigerated equipment with heavy insulation*

6.1 з тэрмічным(і) прыстасаваннем(ямі) / *with one or more thermal appliances which is (are)*:

6.1.1 аўтаномным / *independent*; **Carrier Maxima 1300, R404A, 2007**

6.1.2 неаўтаномным / *not independent*;

6.1.3 здымным / *removable*;

6.1.4 няздымным / *not removable*.

7 На падставе чаго выдадзена пасведчанне / *Basis of issue of certificate*:

7.1 Гэта пасведчанне выдадзена на падставе / *This certificate is issued on the basis of*:

7.1.1 выпрабавання транспартнага сродку / *tests of the equipment*;

7.1.2 адпаведнасці транспартнаму сродку, які служыць узорам / *conformity with a reference item of equipment*;

7.1.3 перыядычнага кантролю / *a periodic inspection*.

7.2 Зазначыць / *Specify*:

7.2.1 назву выпрабавальнай станцыі / *the testing station*: **Lloyd, Германія, АТР-станцыя дыягностыкі / *Germany Lloyd ATP-diagnostics station***

7.2.2 характар выпрабаванняў / *the nature of the tests*:

1. Вымярэнне ізатэрмічных ўласцівасцяў / *Measurement of insulating capacity*

2. Эфектыўнасць тэрмічнага абсталявання / *Efficiency of thermal appliance*

7.2.3 нумар пратакола або пратаколаў выпрабаванняў / *the number(s) of the report(s)*:

07 1303 Section 1+2, GL

7.2.4 велічыню каэфіцыента K / *the K-coefficient*: **0,335 Вт/м²°C**

7.2.5 карысную холадапрадукцыйнасць пры знадворнай тэмпературы 30°C і пры тэмпературы ўнутры кузава / *the effective refrigerating capacity at an outside temperature of 30°C and an inside temperature of*:

	Намільная холадапрадукцыйнасць
0 °C	13243 Вт/W
-10 °C	9855 Вт/W
-20 °C	7138 Вт/W

7.3 Колькасць выпускных адтулін і спецыяльнага абсталявання / *Number of openings and special equipment*:

7.3.1 Колькасць дзвярэй / *Number of doors*: **1** Заднія дзверы / *Rear door*: **Двухстворкавая / *double wing door***

Бакавыя дзверы / *Side door(s)*: **Няма / *No***

7.3.2 Колькасць вентыляцыйных адтулін / *Number of vents*:

Спераду / <i>Front</i> -	1	Ззаду / <i>Rear</i> -	1
--------------------------	---	-----------------------	---

7.3.3 Колькасць вешал для мяса / *Hanging meat equipment*: **Няма / No**

7.4 Іншае / *Others*:

7.4.1 Абсталяванне мнагаяруснай загрузкі / *Double deck*: **12**

7.4.2 Абсталяванне для унутраннай цыркуляцыі паветра / *air duct system*:

0,254 м x (4,056 м / 5,082 м / 9,044 м)

7.4.3 Колькасць столовых плафонаў / *Number of lamps of ceiling*: **8**

8 Дадзеннае пасведчанне сапраўдна да / *This certificate is valid until*: 04.2016

8.1 Пры ўмове, што / *Provided that*:

8.1.1 ізатэрмічны кузаў і, ў адпаведных выпадках, тэрмічнае абсталяванне будуць утрымлівацца ў сапраўнасці / *the insulated body and, where applicable, the thermal appliance is maintained in good condition*;

8.1.2 тэрмічнае абсталяванне не будзе падвяргацца якім-небудзь значным змяненням / *no material alteration is made to the thermal appliances*.

9 Складзена / *Done by*: БелНДІТ «Транстэхніка»

вул. Платонава, 22, г. Мінск, 220005

т. +37517 3316546, факс +37517 2924074

10 Дата / *On*: 08.05.2013

Кампетэнтны орган / *The competent authority*

БелНДІТ «Транстэхніка»

Адказны за АТР / *Responsible for the ATP*

Генеральны дырэктар

І.В.Жук

Першы экзэмпляр / *Original document*

Подводя итоги выше изложенного, изготовителям продовольственного сырья и пищевых продуктов рекомендуется проводить международную отгрузку своей продукции в следующей последовательности:

- 1) потребовать у грузоперевозчика документы: свидетельство СПС, свидетельство о регистрации транспортного средства (техпаспорт на специальное транспортное свидетельство);
- 2) проверить принадлежность свидетельства СПС поданному на загрузку специальному транспортному средству и срок действия свидетельства СПС;
- 3) установить по свидетельству СПС класс специального транспортного средства;
- 4) определить по классу специального транспортного средства пригодно ли оно для транспортировки отгружаемого продовольственного сырья и пищевых продуктов;
- 5) при соблюдении вышеуказанных требований разрешить отгрузку продукции в специальное транспортное средство;
- 6) задать грузоперевозчику условия для транспортировки отгруженной продукции (температуру, влажность и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудберн, К. Chilled Food Association. Законодательные и нормативные акты.
2. Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС), принятое 1 сентября 1970 г. и вступившее в силу 21 ноября 1976 г.

Рукопись статьи поступила в редакцию 17.06.2013

I.V. Zhuk, N.A. Rudenets

RECOMMENDATIONS FOR DAIRY INDUSTRY ENTERPRISES EFFECTING EXPORT GOODS SHIPMENT BY ROAD

The paper presents a brief analysis of regulations governing the sanitary and epidemiological requirements to food raw materials and food products at various stages of treatment (production, sale, storage, and transport). Particular attention is paid to regulations establishing requirements to transportation of food (transportation conditions and requirements to vehicles used for transportation). Referenced are made herein to documents establishing the suitability of special vehicles for transportation of food products as well as the sequence of procedures for shipment of meat and dairy industry products.

УДК 66.061.1

Статья посвящена проведению экспериментального исследования тепловлажностных процессов испарения на примере четырёххлористого углерода с поверхности капиллярно-пористого тела (какой является поверхность пищевого продукта) и сублимации нафталина в среду двуокиси углерода и азота. Психрометрические условия проведения эксперимента позволяют получить значения разницы температур между мокрым и сухим термометрами при разных давлениях и провести апробацию математической модели тепловлажностных процессов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ ПРОЦЕССОВ ИСПАРЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ НАФТАЛИНА И ЧЕТЫРЁХХЛОРИСТОГО УГЛЕРОДА

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

В.П. Онищенко, доктор технических наук,
профессор, заслуженный деятель науки Украины;

Ю.А. Желиба, кандидат технических наук,
доцент кафедры холодильных машин и установок;

С.В. Харченко, ассистент кафедры холодильных машин и установок

Введение. Одной из важнейших составных качественного хранения пищевого сырья является потеря массы от усушки при его холодильной обработке и хранении. Многочисленные подходы к моделированию тепловлажностных процессов испарения, каким является процесс формирования потерь массы от усушки, базируется на диффузионной и эмпирической моделях, которые нельзя считать надёжными. Не случайно отмеченные выше подходы никак не используются в известном ГОСТе 8.854–85 для стационарного и аспирационного психрометров, методов определения разницы температур сухого и мокрого термометров либо относительной влажности воздуха, который построен на базе экспериментальных данных, согласованных на международном уровне. Следует подчеркнуть, что отсутствие теоретических предпосылок аналогичного плана представляет интерес и в ряде других отраслей знаний. Поэтому актуальной становится задача разработки единого термодинамического, теоретически обоснованного подхода к моделированию тепловлажностных процессов испарения, который позволит надёжно рассчитать температурные, энергетические и массовые эффекты при испарении поды с поверхности пищевого сырья, различных продуктов при их холодильной обработке или при холодильном хранении.

Предложенный в работе подход, в рамках термодинамической теории тепловлажностных процессов, базируется на гипотезе про изобарно изоэнтальпийное протекание процессов испа-

рения, предложенной научной школой Чумака И.Г., Онищенко В.П. В свою очередь источником которой являются работы Жадана В.З., Гоголина А.А., Льюиса, Меркеля Ф. В рамках приведенных выше задач есть потребность в знаниях кинетики испарения жидкости в газовую среду, отличную по составу от атмосферного воздуха.

Анализируя мировой опыт в исследовании процессов испарения нами был выбран эксперимент по определению разницы температур сухого и мокрого термометров при испарении (сублимации) исследуемого вещества в газовую среду произвольного состава.

Учитывая значительный интерес к газовой экстракции в двуокись углерода и тематику наших исследований нами были проведены экспериментальные исследования испарения и сублимации четырёххлористого углерода и нафталина соответственно в среду двуокиси углерода. Также для расширения экспериментальных данных в качестве газовой среды использовали азот.

Эксперимент проводился на стенде который детально описан в [1]. Исследования проводились в психрометрических условиях в диапазоне давлений от 150 мБар до атмосферного, и температурном диапазоне от 20 до 40 °С. Основные измеряемые величины были температура сухого и мокрого термометров. Измерения относительной влажности газовой среды не проводились, поскольку газ подавался в рабочую ячейку из баллонов. Соответственно при последующих расчётах значение относительной влажности принималось равным нулю. Следует отметить важность такого параметра как относительная влажность газовой среды. При испарении некоторых веществ, температура влажного термометра может принимать значения ниже температуры точки росы воздуха, что неминуемо приведёт к конденсации водяных паров на смоченный исследуемой жидкостью термометр. Такие условия существенно усложняют процесс моделирования. Поэтому использование газовой среды известного состава без примесей водяных паров дают возможность качественно провести экспериментальные исследования.

Результаты экспериментальных исследований. Исходя из удобства практической реализации а также проведения эксперимента с большей точностью исследования по испарению (сублимации) проводились при давлениях ниже атмосферного.

При проведении эксперимента движение газовой среды обеспечивал вакуумный насос. Определённое давление в рабочей ячейке создавалось между вентилем грубой регулировки и насосом. Прикрывая вентиль, мы ожидали пока давление в рабочей ячейке стабилизируется. После этого при помощи вентиля тонкой регулировки (оба вентиля включены в схему последовательно) мы изменяли расход газа через рабочую ячейку и наблюдали когда разница температур между сухим и мокрым термометрами будет максимальной.

После этого выдерживали некоторое время, пока в системе наступит термодинамическое равновесие, и только после этого проводили измерение температур. Результаты измерения температур сухого и мокрого термометров приведены в табл. 1 — 7.

1.

Р	t_c	t_m	Δt
мБар	°С	°С	°С
884,00	36,40	39,85	3,45
745,00	35,73	39,37	3,65
765,50	31,82	35,81	3,99
747,00	33,17	37,74	4,57
667,50	31,42	35,81	4,39
668,25	31,34	35,67	4,33
436,50	30,48	35,81	5,34
440,00	30,32	35,70	5,39
317,00	30,34	37,83	7,49

t_c, t_m — температуры сухого и мокрого термометров соответственно, Δt — разница температур между сухим и мокрым термометрами в экспериментальной ячейке.

2.

Р	t_c	t_m	Δt
мБар	°С	°С	°С
111,25	27,23	27,99	0,76
359,50	27,80	28,11	0,31
620,00	27,86	28,08	0,21
782,75	27,84	28,03	0,19
904,00	36,83	38,45	1,61

t_c, t_m — температуры сухого и мокрого термометров соответственно, Δt — разница температур между сухим и мокрым термометрами в экспериментальной ячейке.

3.

Р	t_c	t_m	Δt
мБар	°С	°С	°С
935,65	30,30	16,90	14,92
867,00	30,19	16,62	15,06
761,00	29,76	14,82	16,54
640,00	29,71	15,45	15,95
508,00	29,44	14,08	17,24
397,00	29,19	12,44	18,74
310,00	28,95	10,92	20,10

t_c, t_m — температуры сухого и мокрого термометров соответственно, Δt — разница температур между сухим и мокрым термометрами в экспериментальной ячейке.

4.

Р	t_c	t_m	Δt
мБар	°С	°С	°С
962	22,859	8,9	13,95
962	22,96	8,8	14,16
801	22,879	7,22	15,65
799	22,782	7,1	15,67
690	22,752	7,1	15,66
690	22,96	7,6	15,36
969	22,906	6,18	16,72
698,6	22,906	6,93	15,98
468,5	22,825	4,49	18,33
470	22,879	4,65	18,23
473,5	22,852	4,63	18,22
331,5	22,69	2,04	20,65
335	22,74	2,05	20,68
198	22,5	-1,42	23,92

После проведенных измерений были сделаны расчёты с помощью математической модели [2] тепловлажностных процессов испарения. Сопоставления расчётных и экспериментальных данных приведены на рис. 1 — 3.

5.

P	t_c	t_m	Δt
мБар	°C	°C	°C
920	16,08	3,77	12,31
675	15,73	1,94	13,8
465	15,46	-0,73	16,2
564,25	15,76	0,83	14,93
342,5	15,16	-2,83	18,0

6.

P	t_c	t_m	Δt
мБар	°C	°C	°C
935,65	29,84	16,41	14,43
867	29,73	16,12	14,57
761	29,57	15,35	15,24
640	29,25	15,05	15,39
503,7	28,95	13,51	16,75
397	28,73	11,95	18,27
311,8	28,49	10,43	19,65

7.

P	t_c	t_m	Δt
мБар	°C	°C	°C
864,75	36,13	39,57	3,44
884,0	36,4	39,85	3,45
745,0	35,78	39,37	3,64
765,5	31,82	35,81	3,99
747,0	33,17	37,74	4,57
667,5	31,42	35,81	4,39
668,25	31,34	35,67	4,33
436,5	30,48	35,81	5,33
440,0	30,32	35,70	5,38
317,0	30,34	37,83	7,48

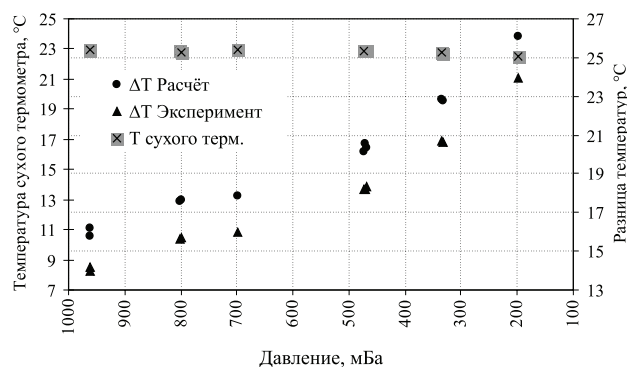


Рис. 1. Сравнение расчётных и экспериментальных данных при испарении четырёххлористого углерода в среду двуокси углерода при различных давлениях

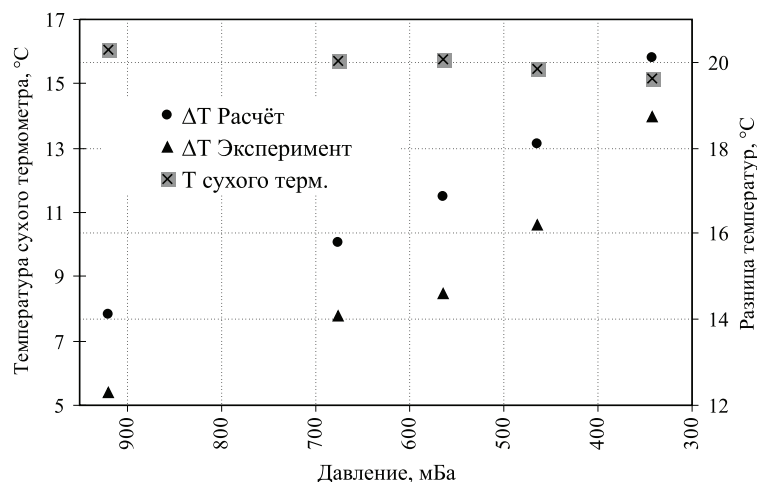


Рис. 2. Сравнение расчётных и экспериментальных данных при испарении четырёххлористого углерода в среду азота при различных давлениях

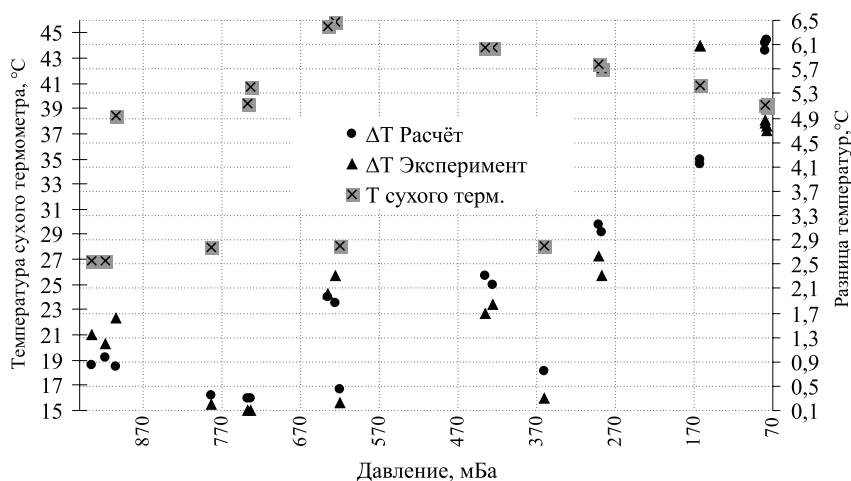


Рис. 3. Сравнение расчётных и экспериментальных данных при испарении нафталина в среду двуокиси углерода при различных давлениях

Результаты. Разработанный стенд и выбранные психрометрические условия позволили провести ряд исследований растворимости различных веществ в различных газах. Результаты проведенных исследований позволяют провести апробацию математической модели тепловлажностных процессов, а также дать оценку качественного уровня полученных результатов в широком диапазоне рабочих параметров. Сравнение расчётных данных и полученных экспериментально для растворимости различных веществ в различных газовых средах дают возможность сделать вывод, что теория об изобарно-изоэнтальпийном протекании процесса испарения имеет фундаментальный, универсальный характер.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Онiщенко, В.П.* Експериментальне дослідження розчинності в газове середовище довольного складу / В.П. Онiщенко, Ю.О. Желiба, С.В. Харченко, М.В. Онiщенко // Холодильна техніка і технологія. — 2012. — №3 (137). — С. 57-62.
2. *Онiщенко, В.П.* Математичне моделювання тепловологісних процесів випаровування / В.П. Онiщенко, Ю.О. Желiба, С.В. Харченко // Харчова наука і технологія. — 2013. — № 1(22). — с. 97-101.

Рукопись статьи поступила в редакцию 18.07.2013

V.P. Onistchenko, Y.A. Zheliba, S.V. Kharchenko

NAPHTHALENE AND CARBON TETRACHLORIDE SOLUBILITY INTO GASEOUS MEDIUM EXPERIMENTAL STUDY.

This paper describe experimental study conducting for heat and humidity processes of carbon tetrachloride evaporation from capillary-porous solid surface and naphthalene sublimation into carbon dioxide and nitrogen medium. Psychometric conditions for experimental study conducting let us to get temperature differences values in-between wet and dry thermometers for different pressures.

Experimental study is conducted for pressures from 0,15 bar to atmospheric pressure and for temperature from 20°C to 40°C. As temperature sensors the cuprum-constant thermoelectric thermometer is used. For experimental study conducting the relative humidity is taken equal to zero as result from gas delivery to working cell from tanks. As capillary-porous solid the cambric material is used.

УДК 665.372:543.422.25

Одним из основных источников биологических активных компонент в рационе питания выступают растительные жиры. В России наибольшей популярностью пользуется подсолнечное (высокоолеиновое) растительное масло. Оно обладает рядом технологических недостатков, связанных с особенностями жирно-кислотного состава. Появляются сорта и гибриды подсолнечника с измененным жирно-кислотным составом масла.

Посевные площади высокоолеинового подсолнечника с каждым годом увеличиваются. Повышенное содержание олеиновой кислоты в подсолнечном масле улучшает его потребительские и технологические свойства. Существующие методы контроля содержания олеиновой кислоты в семенах и масле подсолнечника имеют существенные недостатки. Вследствие чего остро встает вопрос о разработке экспресс способов контроля содержания олеиновой кислоты.

ВЫСОКООЛЕИНОВЫЙ ПОДСОЛНЕЧНИК И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

ГНУ ВНИИМК Россельхозакадемия, г. Краснодар, Российская федерация

О.С. Агафонов, кандидат технических наук, научный сотрудник отдела физических методов исследования;

Б.Я. Витюк, кандидат технических наук, заведующий лабораторией отдела физических методов исследования;

И.А. Гореликова, старший научный сотрудник отдела физических методов исследования;

С.Г. Ефименко, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биохимии;

Л.В. Зверев, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник отдела физических методов исследований;

С.М. Прудников, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом физических методов исследования

В настоящее время в России, как и во всем мире, большое внимание уделяется здоровому образу жизни и правильному питанию, последнее определяет не только количество необходимых человеку белков, жиров и углеводов, но и их качество. В тоже время, производители пищевых продуктов, решая вопрос правильного и сбалансированного питания, занимаются поиском новых источников пищевого сырья которые, не только удовлетворяли бы современным тенденциям здорового питания, но и позволяли снизить себестоимость производимых продуктов питания.

Одним из базовых элементов в структуре питания населения являются растительные масла. Традиционным растительным маслом, для нашей страны, является подсолнечное. Обладая

большой энергетической ценностью, оно представляет собой главный источник биологически активных компонентов в рационе питания: моно- и полиненасыщенных жирных кислот, лецитинов (фосфолипидов), фитостеринов, витаминов. В этом аспекте наиболее перспективными на сегодняшний день являются сорта и гибриды семян подсолнечника с высоким содержанием олеиновой кислоты.

Олеиновая кислота является одной из основных жирных кислот, входящих в состав масла семян подсолнечника. Содержание олеиновой кислоты в различных сортах и гибридах подсолнечника может колебаться в широких пределах от 10-30 % (сорта с традиционным жирно-кислотным составом) до 80-92 % (высокоолеиновые сорта). Повышенное содержание олеиновой кислоты в подсолнечном масле, значительно улучшает его потребительские качества.

Во-первых, высокоолеиновое подсолнечное масло, не «горит» и не полимеризуется в процессе тепловой обработки (меньше образуется, так называемых, транс-жиров), что позволило применять его при производстве мучных кондитерских изделий, во фритюрном производстве и в рыбоконсервной промышленности, где ранее применялось исключительно оливковое масло.

Во-вторых, высокоолеиновое подсолнечное масло является более предпочтительным сырьем для производства маргаринов и спредов, так как, в отличие от обычного подсолнечного масла, содержит меньшее количество полиненасыщенных жирных кислот, вследствие чего в процессе гидрогенизации образуется меньшее количество вредных для здоровья человека транс-изомеров жирных кислот.

В-третьих, повышенное содержание олеиновой кислоты в семенах подсолнечника делает их более стойкими к воздействию условий окружающей среды при хранении. Также следует отметить, что масло из высокоолеинового подсолнечника не так быстро окисляется, вследствие чего увеличивается срок его годности, а также пищевых продуктов, в рецептуру которых оно вводится.

Помимо перечисленного, высокоолеиновое масло находит свое применение в парфюмерной, химической промышленности и в производстве биотоплива.

По своему жирно-кислотному составу высокоолеиновое подсолнечное масло очень близко к оливковому маслу, но по себестоимости выгодно отличается. Благодаря своей более низкой стоимости и технологическим свойствам, высокоолеиновое подсолнечное масло в будущем может частично заменить не только оливковые масла, но и тропические масла, применяемые в пищевой промышленности, что является актуальным для масложировой отрасли в связи с принятием технического регламента ТР ТС 024/2011 на масложировую продукцию, ограничивающего содержание транс-изомеров жирных кислот в липидсодержащих продуктах: спредах, смесях топленых, маргаринах, жирах специального назначения, маслах переэтерифицированных рафинированных и дезодарированных и других.

Все вышеперечисленные технологические достоинства высокоолеиновых подсолнечных масел, а также увлечение здоровым образом жизни, способствуют тому, что с каждым годом происходит увеличение посевов высокоолеинового подсолнечника во всем мире.

Первый в мире высокоолеиновый сорт подсолнечника «Первенец» был создан в ВНИИ масличных культур (г. Краснодар) еще в 70-х гг. прошлого века. В дальнейшем, выращенные в ВНИИМЖе сорта высокоолеинового подсолнечника, использовались в качестве исходного материала зарубежными и отечественными селекционерами.

Посевные площади высокоолеинового подсолнечника за последнее десятилетие во всем мире увеличились практически в два раза, и составляют, по разным источникам от 10 до 15 % от суммы всех посевов подсолнечника. Во Франции данный показатель уже превышает 60 %, в Испании — 30 %. Основными производителями высокоолеинового подсолнечника являются США и страны Европы. При этом в США производство подсолнечника с традиционным жирно-кислотным составом ведется в ограниченных количествах, происходит их замещение высокоолеиновыми и высокостеариновыми сортами.

Если же рассматривать посе́вы высокоолеинового подсолнечника в России, то они составляют в настоящее время менее 1% от всех посевов подсолнечника (примерно 100 тыс. га), у наших ближайших соседей (Украина) около 2% (примерно 80 тыс. га). Прогнозируется, что к 2020г.

суммарные посевы высокоолеинового подсолнечника в России достигнут 20% от общего количества посевных площадей данной культуры.

Основными сдерживающими факторами в распространении высокоолеинового подсолнечника в нашей стране являются некоторые особенности технологии их возделывания и слабый, по сравнению со странами Европы и США, спрос на данное сырье со стороны пищевой, химической и топливной промышленности, а также отсутствие экспрессных способов контроля содержания олеиновой кислоты.

Следует отметить, что закупочная цена у высокоолеинового подсолнечника значительно выше, чем у традиционного и напрямую зависит от содержания олеиновой кислоты. В зависимости от содержания олеиновой кислоты сорта подсолнечника можно разделить на группы: традиционные (до 30%), с повышенным содержанием олеиновой кислоты (50-69%), с высоким (70-90%) и очень высоким (свыше 90%) содержанием олеиновой кислоты.

Содержание олеиновой кислоты в подсолнечнике зависит от разных природных факторов, условий выращивания и посевного материала. Так, понижение температуры окружающей среды в период маслообразования и нарушение условий возделывания приводят к резкому снижению содержания олеиновой кислоты.

Вследствие чего, контроль содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника необходим на всех этапах его производства, начиная от контроля качества семенного материала, заготовки, хранения и заканчивая переработкой на маслодобывающих предприятиях. Важное значение имеет контроль содержания олеиновой кислоты для предприятий, занимающихся селекцией и сортоиспытанием высокоолеиновых сортов и гибридов подсолнечника.

Применяемый в настоящее время способ определения содержания олеиновой кислоты в семенах подсолнечника (хроматографический) имеет ряд недостатков: длительность и сложность анализа, необходимость применения токсичных реактивов (метиловый спирт), высокая стоимость оборудования, необходимость проведения предварительной пробоподготовки, отсутствие автоматизации процесса анализа, определенные требования к квалификации персонала. Так же следует отметить тот факт, что содержание олеиновой кислоты может иметь широкий диапазон в пределах одной корзинки, а хроматографические методы анализов проводятся с небольшим количеством анализируемого вещества, следовательно, обладает низкой представительностью результатов анализа [1, с.3-4].

С увеличением посевных площадей высокоолеинового подсолнечника остро встает вопрос о разработке экспрессных способов оценки содержания олеиновой кислоты. Среди современных физико-химических методов оценки качества и идентификации наиболее эффективными и безопасными являются способы на основе метода ядерно-магнитной релаксации.

Таким образом, разработка и внедрение экспресс-способа оценки содержания олеиновой кислоты в семенах подсолнечника, на основе метода ядерно-магнитной релаксации является актуальной и необходимой задачей.

Учеными ГНУ ВНИИ масличных культур имени В.С. Пуставойта была разработана и запатентована методика экспресс-анализа содержания олеиновой кислоты в семенах подсолнечника, на основе метода ядерно-магнитной релаксации.

В настоящее время производятся лабораторные испытания разработанной методики определения содержания олеиновой кислоты в семенах подсолнечника, с целью ее усовершенствования.

Разработанная методика, в отличие от применяемого хроматографического метода, позволяет сократить время проведения анализа, не требует проведения специальной пробоподготовки, исключает применение токсичных химических веществ. Кроме того, простота анализа снижает требования к квалификации персонала. Немаловажным является тот факт, что данная методика относится к неразрушающим методам, что позволяет использовать проанализированные образцы в селекционной деятельности.

В заключение отметим тот факт, что определение содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника можно проводить одновременно с определением масличности и влажности на серийно выпускаемых анализаторах АМВ-1006М, после проведения их модернизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Масла растительные. Метод определения жирно-кислотного состава : ГОСТ 30418-96. — Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012 — 7с.

Рукопись поступила в редакцию 04.11.2013

**O.S. Agafonov, B.Y. Vityuk, I.A. Gorelikova,
S.G. Efimenko, L.V. Zverev, S.M. Prudnikov**

HIGH-OLEIC SUNFLOWER AND MODERN METHODS OF CONTROL OF THE CONTENT OF OLEIC ACID

One of the main sources of biological active components in the diet are the vegetable fats . In Russia, the most popular is the sunflower (vysokolinolevoe) vegetable oil . It has a number of technological shortcomings associated with features of the fatty acid composition . And there are varieties of sunflower hybrids with altered fatty acid composition of the oil.

Areas under high oleic sunflower increase year by year . High oleic acid sunflower oil consumption and improves its processing properties . Existing methods to control the content of oleic acid in seed oil and sunflower have significant drawbacks . The result is that sharply raises the question of the development of rapid methods of monitoring the content of oleic acid.

УДК 637.142.2

С помощью иерархического дерева приведены характеристики, которые используются для комплексной оценки качества сгущенных молочных консервов с сахаром и плодово-ягодными сиропами. Расчетным методом определены комплексные показатели для исследуемых образцов, имеющие оценку «отлично».

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ С САХАРОМ И ПЛОДОВО-ЯГОДНЫМИ СИРОПАМИ

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

О.В. Кочубей-Литвиненко, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов;

Т.Г. Осмак, кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии молока и молочных продуктов;

Н.В. Рябокоть, аспирант кафедры технологии молока и молочных продуктов

Вопрос об изучении качественных характеристик сгущенных молочных консервов с сахаром становится все более актуальным. Это обусловлено постоянно растущим спросом на использование в технологии нетрадиционного сырья: соевых концентратов, растительных жиров, наполнителей, современных вкусовых добавок, ароматизаторов, структурообразователей.

Но анализ современного рынка компонентов для сгущенных молочных консервов с сахаром показал, что становится необходимым жесткий контроль за их качеством, так как в результате производства потребительский рынок должен получить высококачественный продукт с заданным химическим составом, что соответствует действующей нормативной документации.

Учитывая большое количество факторов, которые влияют на качество сгущенных молочных консервов (СМК) с сахаром и плодово-ягодными сиропами, технология производства которых

разработана на кафедре технологии молока и молочных продуктов Национального университета пищевых технологий [1, С. 1 — 4], возникла необходимость в реализации комплексного подхода для определения их качества.

Определение рекомендуемого общего комплексного показателя базируется на принципах квалитметрии [2, С. 24 — 26; 3, с. 57]. Его можно представить как совокупность различных качественных характеристик: пищевой и энергетической ценности (К1); органолептической оценки (К2), физико-химических (К3) и микробиологических показателей (К4). Иерархическое дерево оценки СМК с сахаром и плодово-ягодными сиропами (ПЯС) представлено на рис. 1.

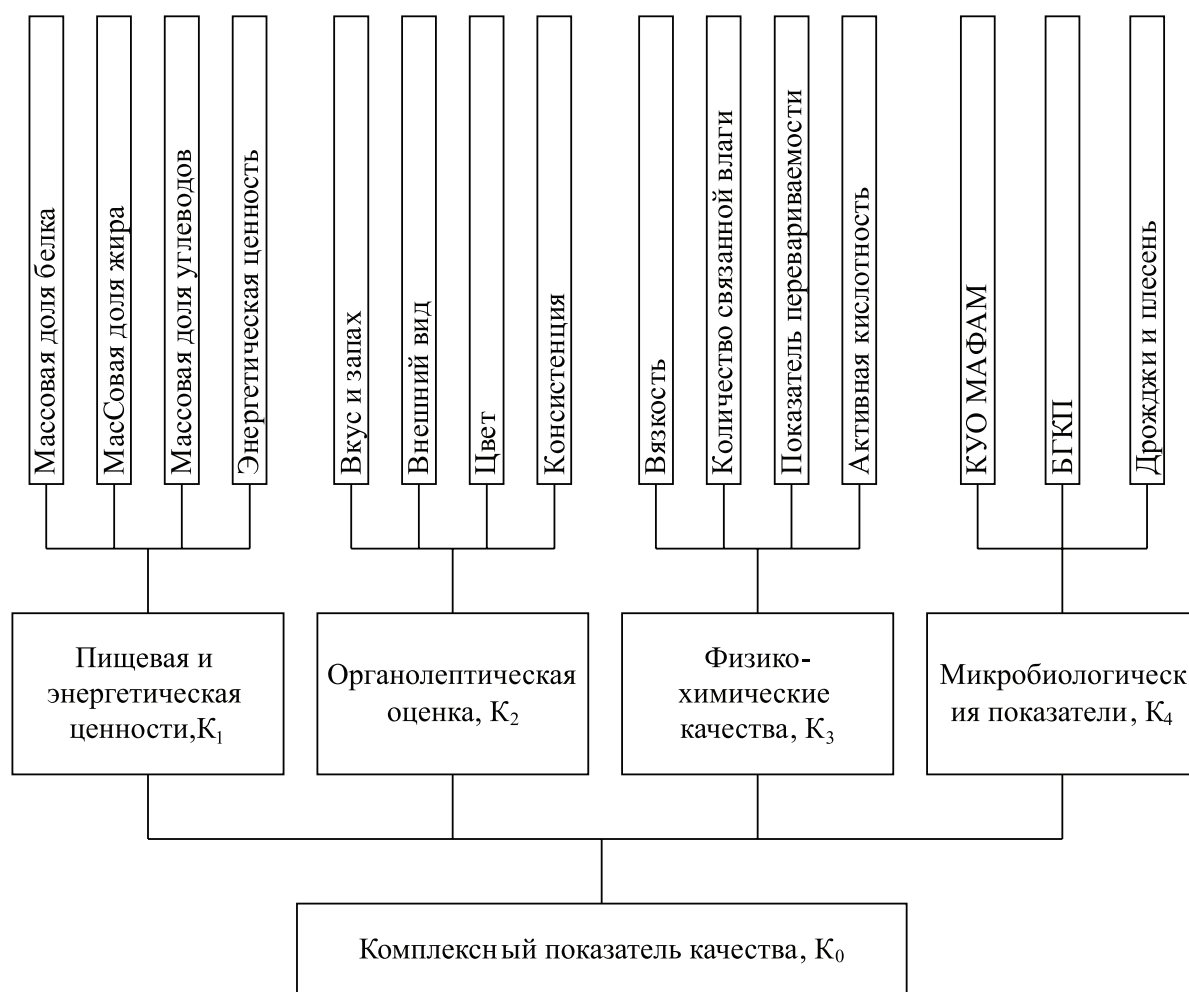


Рис. 1. Иерархическое дерево оценки качества сгущенных молочных консервов с сахаром и плодово-ягодными сиропами

Выбор указанных выше показателей обусловлен тем, что они являются незаменимыми в определении качества пищевых продуктов. Так, органолептические показатели имеют наибольшую значимость для потребителей на этапе выбора СМК. Пищевая и энергетическая ценности отражают соответствие продуктов современным тенденциям рационального, сбалансированного питания. А физико-химические и микробиологические показатели — это качественные характеристики, которые указывают на пригодность продуктов к потреблению.

Комплексная оценка качества проводилась для следующих образцов сгущенных молочных консервов: молока цельного сгущенного с сахаром (контроль) — № 1, молока сгущенного с сахаром и плодово-ягодным сиропом «клюква-черника» — № 2, молока сгущенного с сахаром и плодово-ягодным сиропом «шиповник-боярышник» — № 3, молока сгущенного с сахаром и плодово-ягодным сиропом «шиповник-эхинацея-мята» — № 4.

На первом этапе для установления пищевой ценности были экспериментально определены массовые доли белка, жира, углеводов с последующим расчетом энергетической ценности.

Органолептическая оценка характеризовалась комплексом таких показателей как вкус и запах, консистенция, цвет и внешний вид. Оценку СМК проводили по разработанной автором 10-балльной шкалой (табл. 1).

1.

№ п/п	Название критерия оценки	Требования к продукту согласно критерию	Оценка, бал
1	Вкус и запах	Сладкий, чистый, с выраженным привкусом наполнителя, без посторонних вкусов и запахов	0–5
2	Консистенция	Однородная по всей сгущенной массой, без ощутимых органолептически добавок	0–2
3	Цвет	Равномерный по всей сгущенной массой, соответствующей виду наполнителя, натуральные оттенки	0–1
4	Внешний вид	Глянцевая, ровная, чистая поверхность	0–2

Важнейшими параметрами формирования качественных физико-химических показателей СМК являются вязкость, активная кислотность, показатели переваримости и количество связанной влаги.

Микробиологическая оценка определялась по показателям согласно нормативной документации на сгущенные молочные консервы: количества колонией образующих единиц мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КОЕ МАФМ), бактерий группы кишечной палочки (БГКП), дрожжей и плесени.

Математическое уравнение нулевого уровня иерархического дерева комплексной оценки качества имеет вид:

$$K_0 = K_4 \cdot (M_1 \cdot K_{1и} + M_2 \cdot K_{2и} + M_3 \cdot K_{3и}), \quad (1)$$

где K_0 — общий комплексный показатель качества; $M_1=0,4$, $M_2=0,3$, $M_3=0,3$ — коэффициенты весомости соответствующей группы показателей качества первого уровня: K_1 ; K_2 ; K_3 .

После определения наиболее значимых показателей качества СМК с сахаром и ПЯС, авторам были рассчитаны их значения в соответствии с коэффициентами весомости.

Так, пищевую ценность продукта рассчитывали по содержанию белков, жиров и углеводов. Энергетическую ценность продукта определяли расчетным методом по формуле:

$$E = 4 \cdot B + 9 \cdot Ж + 4 \cdot В, \quad (2)$$

где B , $Ж$, $В$ — массовая доля соответственно белков, жиров и углеводов исследуемого продукта (г/100г) 4, 9, 4 — тепловая энергия, выделяемая при сжигании 1 г соответственно белков, жиров и углеводов (ккал) [4, с. 28].

Общий показатель пищевой и энергетической ценности для каждого образца рассчитывали по формуле:

$$K1_{и} = M_б \cdot \frac{B_{и}}{B_{баз}} + M_ж \cdot \frac{Ж_{и}}{Ж_{баз}} + M_у \cdot \frac{У_{и}}{У_{баз}} + M_э \cdot \frac{Э_{и}}{Э_{баз}}, \quad (3)$$

где $M_б = 0,4$; $M_ж = 0,2$; $M_у = 0,3$; $M_э = 0,1$ — коэффициенты весомости каждой из групп показателей, соответственно белков, жиров, углеводов и энергетической ценности; $B_{и}$, $Ж_{и}$, $У_{и}$, $Э_{и}$ — абсолютное значение и-го образца, а именно массовая доля белков, жиров, углеводов и энергетической ценности в соответствии; $B_{баз}$, $Ж_{баз}$, $У_{баз}$, $Э_{баз}$ — значение соответствующего базового образца (контроль).

Результаты расчета пищевой и энергетической ценности для различных образцов СМК приведены в табл. 2.

2.

Название показателя	Номер исследуемого образца			
	№1	№2	№3	№4
Массовая доля белка ($B_{и}$), %	7,2	7,5	7,7	7,7
Массовая доля жира ($Ж_{и}$), %	8,5	8,5	8,5	8,5
Массовая доля углеводов ($У_{и}$), %	56	55,1	52,5	53,9
Энергетическая ценность ($E_{и}$), ккал	329,3	326,7	317,3	322,9
Общий показатель пищевой и энергетической ценности ($K_{и}$)	1	1,002	1,005	1,015

Комплексный показатель органолептической оценки для и-го образца рассчитывали по следующим уравнениям:

$$K2_{и} = M_{в} \cdot \frac{K_{в_{и}}}{K_{в_{баз}}} + M_{кон} \cdot \frac{K_{он_{и}}}{K_{он_{баз}}} + M_{цв} \cdot \frac{K_{цв_{и}}}{K_{цв_{баз}}} + M_{вид} \cdot \frac{K_{вид_{и}}}{K_{вид_{баз}}}, \quad (4)$$

где $M_{в} = 0,5$; $M_{кон} = 0,2$; $M_{цв} = 0,1$; $M_{вид} = 0,2$ — коэффициенты весомости соответствующих категорий: вкуса и запаха, консистенции, цвета и внешнего вида; $K_{в_{и}}$, $K_{он_{и}}$, $K_{цв_{и}}$, $K_{вид_{и}}$ — абсолютные значения соответственно показателей вкуса, консистенции и цвета, внешнего вида и-го образца; $K_{в_{баз}}$, $K_{он_{баз}}$, $K_{цв_{баз}}$, $K_{вид_{баз}}$ — значение соответствующего базового показателя (контроля).

Значение комплексного показателя K2 каждого вида исследуемого образца, рассчитанного по формуле 4, приведены в табл. 3.

3.

Название показателя	Номер исследуемого образца			
	№1	№2	№3	№4
Органолептическая оценка ($K_{2и}$)	1	0,95	0,95	0,95

Физико-химические свойства исследованных проб стуженных молочных консервов с сахаром и плодово-ягодными сиропами определяли по совокупности таких показателей: динамическая вязкость, количество связанной влаги, показатель переваримости и активная кислотность, общий показатель которых рассчитывали по следующему уравнению:

$$K3_{и} = M_{вяз} \cdot \frac{K_{вяз_{и}}}{K_{вяз_{баз}}} + M_{вл} \cdot \frac{K_{вл_{и}}}{K_{вл_{баз}}} + M_{трав} \cdot \frac{K_{трав_{и}}}{K_{трав_{баз}}} + M_{рН} \cdot \frac{K_{рН_{и}}}{K_{рН_{баз}}}, \quad (5)$$

где $M_{вяз} = 0,3$, $M_{вл} = 0,2$, $M_{трав} = 0,2$, $M_{рН} = 0,3$, — коэффициенты весомости соответствия динамической вязкости, количества связанной влаги, показателей переваримости, активной кислотности; $K_{вяз_{и}}$, $K_{вл_{и}}$, $K_{трав_{и}}$, $K_{рН_{и}}$ — абсолютные значения и-го образца соответственно динамической вязкости, количества связанной влаги, показателей переваримости, активной кислотности; $K_{вяз_{баз}}$, $K_{вл_{баз}}$, $K_{трав_{баз}}$, $K_{рН_{баз}}$ — абсолютные значения и-го образца соответственно динамической вязкости, количества связанной влаги, показателей переваримости, активной кислотности.

Значение комплексного показателя K3 каждого вида исследуемого образца, рассчитанного по формуле 5, приведены в табл. 4.

4. -

Название показателя	Номер исследуемого образца			
	№1	№2	№3	№4
Динамическая вязкость, Па·с	3,1	2,9	2,8	2,8
Массовая доля связанной влаги, %	84,6	87,9	86,3	85,1

Название показателя	Номер исследуемого образца			
	№1	№2	№3	№4
Показатель перевариваемости, мг тирозину/1 г белка в продукте	41,4	41,4	41,2	41,3
Активная кислотность	6,3	5,6	5,8	5,9
Общий показатель физико-химических свойств (K_{Σ})	1,0	0,867	0,950	0,952

Общий показатель микробиологических характеристик может принимать два значения: $K4 = 1$ или $K4 = 0$. Если продукт по микробиологическим показателям соответствует требованиям действующей документации, то $K4 = 1$. В противном случае $K4 = 0$ и такой продукт не подлежит реализации и потреблению. Проведенный микробиологический анализ показал, что исследованные образцы соответствуют требованиям нормативной документации, предъявляемых к качеству СМК, поэтому $K4 = 1$.

Полученные общие показатели всех качественных характеристик первого уровня рассчитывались по формуле 1. Значение комплексной оценки качества СМК с сахаром и ПЯС приведены в табл. 5.

5.

Показатель	Коэффициент весомости	№1	№2	№3	№4
Пищевая и энергетическая ценность, K_{Σ}	0,3	1,0	1,002	1,005	1,015
Органолептическая оценка, K_{Σ}	0,4	1,0	0,950	0,950	0,950
Физико-химические показатели, K_{Σ}	0,3	1,0	0,867	0,950	0,952
Общий показатель качества, K_0	1,000	1,000	0,941	0,967	0,970

По комплексному показателю авторы руководствовались таким критериям оценки: 0,9...1 — оценка «отлично», 0,8...0,89 — оценка «хорошо», 0,7...0,79 — оценка «удовлетворительно».

После проведения всех расчетов установлено, что комплексная оценка качества, учитывающий все характеристики качества, дает возможность объективно оценить качество готового продукта и его пригодность к потреблению. А указанные в табл. 5 данные свидетельствуют о том, что все образцы сгущенных молочных консервов с сахаром и плодово-ягодными сиропами имеют комплексный показатель с оценкой «отлично».

ЛИТЕРАТУРА

1. Спосіб отримання згущених молочних консервів з плодово-ягідними наповнювачами: патент України на корисну модель № 56598, МПК А 23 С 9/00, / Т. А. Скорченко, А. Г. Пухляк, Н. В. Рябоконт. — и 2010 05993; заявл. 18.05.2010; опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2.
2. Гуць, В.С. Визначення загального комплексного показника якості молочних десертів / В. С. Гуць, Т. А. Скорченко, О. П. Гребельник // Молочна промисловість. — 2004. — № 2. — С. 24–26.
3. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия: первоначальные сведения. Справочное пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов»: Учеб. Пособие / Г. Г. Азгальдов, А.В. Костин, В.В. Садовов. — М.: Высш. шк., 2010. — 143 с.
4. Смоляр, В.И. Рациональное питание / В. И. Смоляр — К.: Наукова думка, 1991. — 368 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 30.07.2013

O.V. Kochubey-Lytvynenko, T.G. Os'mak, N.V. Ryabokon

COMPREHENSIVE EVALUATION THE QUALITY OF CONDENSED MILK WITH SUGAR AND FRUIT- BERRY SYRUPS

Using hierarchical tree was showing the characteristics that are used to a complex quality assessment of condensed canned milk with sugar and fruit — berry syrups. By the calculation method were determined the comprehensive evaluations for investigated samples. They are equal to the level of “excellent”.

УДК 665.345.4

В статье представлены данные по химическому составу пищевого льняного масла холодного отжима. Получены кинетические закономерности накопления первичных и вторичных продуктов окисления льняного масла в зависимости от условий хранения при комнатной температуре, изучено изменение содержания природных антиоксидантов в процессе хранения масла. Показано, что льняное масло обладает достаточной устойчивостью к окислительному «старению» за счет наличия природной композиции антиоксидантов и их синергистов. Идентифицированы летучие продукты окислительной деструкции липидов льняного масла.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ЛЬНЯНОГО МАСЛА

Учреждение БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», г. Минск, Беларусь

И.П. Едимечева, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии свободнорадикальных процессов;

А.А. Сосновская, кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории химии свободнорадикальных процессов;

О.И. Шадыро, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией химии свободнорадикальных процессов

В настоящее время на потребительском рынке пищевых растительных масел льняное масло уступает более дешевым подсолнечному, рапсовому, кукурузному маслам, которые проще произвести, хранить и транспортировать. Однако в последние годы новые научные разработки и открытия в медицине воскресили былой интерес к льняному маслу — этому действительно необыкновенному продукту. В развитых странах, население которых более озабочено проблемой сохранения здоровья и активного долголетия, потребление льняного масла постоянно увеличивается и переживает настоящий бум. Во всем мире медицина приходит к выводу: льняное масло — значительный шаг к оздоровлению нашего питания [1]. Ценность льняного масла определяется высоким содержанием в нем альфа-линоленовой кислоты (АЛК), которая относится к семейству полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3, присутствующих, главным образом, в морепродуктах и гораздо реже в растительных и животных продуктах наземного происхождения. Льняное масло — самый богатый растительный источник АЛК, на долю которой приходится 49-66 % от суммы жирных кислот. В нашей республике пищевое льняное масло выпускается с 2004 г. предприятием ООО «Клуб «Фарм-Эко», в настоящее время введены в эксплуатацию и другие предприятия по производству этого продукта, потребление пищевого льняного масла постоянно возрастает. Однако льняное масло склонно к процессам автоокисления, в результате которых в нем накапливаются продукты окисления ПНЖК, многие из которых токсичны и обладают мутагенными свойствами [2], изменяется вкус, запах и цвет

масла, снижается его качество и питательная ценность за короткое время хранения, что ограничивает широкое внедрение льняного масла на рынок пищевых и фармацевтических продуктов, а также биологически активных добавок к пище.

Актуальность исследования процессов порчи растительных масел при хранении заключается в том, что степень окисления липидов определяет качество масел как продуктов функционального питания — их питательную ценность и безопасность. Окислительная стабильность растительных масел, а также состав продуктов окисления, в значительной степени зависят не только от условий производства и хранения масел, жирнокислотного состава их липидов, но и от содержания различных природных антиоксидантов — жирорастворимых витаминов и других биологически активных веществ [3].

Целью настоящей работы было исследование химического состава и окислительной стабильности пищевого льняного масла в реальных условиях хранения, идентификация основных продуктов окисления.

Экспериментальная часть. Для исследований использовали льняное масло, полученное на предприятии ООО «Клуб «Фарм-Эко» (г. Дрогичин Брестской обл.) путем холодного отжима из целых очищенных семян льна на шнековом прессе (температура масла на выходе из пресса не превышала 60 °С) с последующим отстаиванием в течение суток. Для отжима масла использовались семена льна-долгунца, возделываемого на территории Республики Беларусь. Для оценки скорости окисления льняного масла его хранили в плотно закрытых флаконах из темного стекла вместимостью 100 мл, заполненных на 97 %, при комнатной температуре (20 ± 5) °С без доступа света. Периодически с интервалом 1–2 месяца изымали три флакона и определяли в пробах масла количество гидропероксидов и вторичных продуктов окисления, другие необходимые показатели качества. При использовании ускоренного кинетического метода контрольные образцы льняного масла массой ($200 \pm 0,1$) г хранили при комнатной температуре и свободном доступе кислорода воздуха в склянках из темного стекла вместимостью 250 мл, отбирая периодически пробы для определения показателей качества масла. При этом соотношение площади поверхности контакта с воздухом к объему масла было $0,22 \text{ см}^{-1}$.

Для определения жирнокислотного состава глицеридов льняного масла проводили их переэтерификацию по стандартному методу (ГОСТ 30418-96) с последующим хроматографическим анализом полученных метиловых эфиров на газовом хроматографе «Shimadzu» GC-17A. Условия хроматографирования: колонка капиллярная Stabilwax-DA (Restek) длиной 30 м, внутренним диаметром 0,53 мм и толщиной слоя 1,0 мкм; газ-носитель — азот, расход 1,9 мл/мин, температурный режим хроматографирования: 120 °С → 5 °С/мин → 240 °С (20 мин); температура испарителя 230 °С; температура детектора (ДИП) 230 °С. Содержание жирных кислот рассчитывали методом внутренней нормализации.

Содержание индивидуальных токоферолов и фитостеролов в пробах определяли методом ГЖХ, как описано в [4]. Для определения каротиноидов использовали метод обращенно-фазовой ВЭЖХ с градиентным режимом элюирования, хроматографировали растворы масла в гексане. Условия анализа: колонка YMC-Pack YMC C30 длиной 150 мм, внутренним диаметром 4,6 мм; подвижная фаза (элюэнт): А — ацетон-вода (60:40 об./об.); В — ацетон; градиент: с 4 мин от 0 до 100 % В; скорость потока элюэнта 0,8 мл/мин; температура 25 °С; детектор UV-VIS, $\lambda = 446 \text{ нм}$; объем вводимой пробы 20 мкл. Метод позволяет разделить все индивидуальные каротиноиды, включая зеаксантин и лютеин. Содержание коэнзима Q_{10} определяли методом обращенно-фазовой ВЭЖХ в изократическом режиме, хроматографировали растворы масла в гексане. Условия хроматографирования: колонка LiChospher 100 RP-C18 длиной 250 мм, внутренним диаметром 4 мм, зернение 5 мкм (фирма «Merck»); подвижная фаза: 345 см³ метанола + 3,4 г ацетата натрия + 8 см³ уксусной кислоты + 8 см³ 2-пропанола + 80 см³ гексана; скорость потока элюэнта 1,0 мл/мин; температура колонки 25 °С; детектор UV-VIS, $\lambda = 270 \text{ нм}$; объем вводимой пробы 5 мкл. Пероксидное, кислотное и анизидиновое числа (ПЧ, КЧ, АЧ) в пробах определяли в соответствии со стандартными методами (СТБ ГОСТ Р 51487, ГОСТ Р 50457, СТБ 1869 (ISO 6885)). Для определения летучих вторичных продуктов окисления их отгоняли из масла под вакуумом 5–6 мм рт. ст. при температуре 40 °С, при этом ловушку помещали в жид-

кий азот. Идентификацию и количественный анализ индивидуальных продуктов окисления проводили на газовом хроматографе с масс-спектрометрическим детектором GCMS-QP-2010 Plus. Условия хроматографирования: колонка Equity™-5 длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной слоя 0,2 мкм, газ-носитель — гелий, расход 1 мл/мин; температурный режим: 40 °С → 5 °С/мин → 250 °С; температура испарителя 250 °С. Регистрацию спектров компонентов пробы проводили в положительных ионах в диапазоне масс от 35 до 300 при ионизации электронным ударом, энергия ионизации 70 эВ. Метод позволяет определять в маслах продукты окисления в концентрациях не менее $1 \cdot 10^{-7}$ моль/л.

Все измерения были выполнены трижды и результаты представлены как среднее арифметическое \pm стандартное отклонение (SD). Данные считали достоверными при $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. В данной работе для исследования окислительной устойчивости использовали 3 различных образца масла, отжатого из семян льна в разное время года с октября по май. Характеристика изученных образцов льняного масла приведена в табл.

Показатель	Образец масла		
	1	2	3
Жирные кислоты, % от суммы			
С 16:0	3,97 \pm 0,19	3,27 \pm 0,16	5,34 \pm 0,28
С 18:0	3,67 \pm 0,18	3,71 \pm 0,18	4,72 \pm 0,16
С 18:1 n-9	16,03 \pm 0,80	18,51 \pm 0,91	16,25 \pm 0,81
С 18:2 n-6	12,60 \pm 0,63	14,52 \pm 0,73	15,97 \pm 0,79
С 18:3 n-3	63,51 \pm 3,11	59,63 \pm 2,98	56,93 \pm 2,81
другие	0,24 \pm 0,01	0,36 \pm 0,02	0,80 \pm 0,04
Сумма ПНЖК	76,11 \pm 3,80	74,15 \pm 3,71	72,90 \pm 0,36
Токоферолы, мг %			
γ	46,55 \pm 2,23	58,79 \pm 2,82	65,71 \pm 3,15
α	2,27 \pm 0,11	2,44 \pm 0,12	1,13 \pm 0,55
Δ	1,56 \pm 0,08	1,07 \pm 0,05	0,98 \pm 0,05
сумма	50,38 \pm 2,41	62,30 \pm 2,99	67,82 \pm 3,26
Каротиноиды, мг %:			
β -каротин	0,28 \pm 0,02	0,52 \pm 0,03	0,40 \pm 0,02
лютеин	2,17 \pm 0,10	2,74 \pm 0,14	2,47 \pm 0,12
другие	0,57 \pm 0,03	0,84 \pm 0,04	0,54 \pm 0,03
сумма	3,02 \pm 0,15	4,10 \pm 0,21	3,41 \pm 0,17
Коэнзим Q ₁₀ , мг %	2,93 \pm 0,28	5,26 \pm 0,50	4,41 \pm 0,42
Фитостеролы, мг %			
β -ситостерол	159,62 \pm 14,37	204,39 \pm 18,39	185,43 \pm 16,60
кампестерол	102,45 \pm 9,22	130,90 \pm 11,70	117,73 \pm 10,59
циклоартенол	197,55 \pm 17,71	216,52 \pm 19,50	182,20 \pm 16,40
другие	67,78 \pm 6,09	86,87 \pm 7,82	81,28 \pm 7,31
сумма	527,40 \pm 47,46	638,71 \pm 57,48	566,64 \pm 50,99
ПЧ, мг-экв О ₂ /кг	1,04 \pm 0,05	1,81 \pm 0,09	0,76 \pm 0,04
КЧ, мг КОН/г	0,82 \pm 0,05	0,68 \pm 0,05	1,12 \pm 0,07
АЧ, у.е.	0,39 \pm 0,02	1,02 \pm 0,05	1,30 \pm 0,06

Согласно полученным данным масло содержит, % от суммы жирных кислот: 6,98-10,06 — насыщенных жирных кислот, 3,67-4,72 — мононенасыщенной олеиновой кислоты, 72,90-76,11 ПНЖК, при этом на долю АЛК (омега-3) и линолевой кислоты (омега-6) приходится 56,93-63,51 % и 12,60-15,97 % соответственно. Суммарное содержание токоферолов в исследованных образцах масла находится в интервале 50,38-67,82 мг %. На долю γ -токоферола, который является основной формой витамина Е в пищевых продуктах, приходится 92,4-96,9 % от общего количества

токоферолов, на долю Δ -токоферола — 1,5-3,1 %, α -токоферола — 1,7-4,5 %. Содержание каротиноидов в изученных образцах льняного масла изменялось в диапазоне 3,02-4,10 мг/100 г масла. Основным каротиноидом льняного масла является лютеин, содержание которого составляет 66,8-72,4 % от общего количества каротиноидов, на долю β -каротина приходится 9,3-12,8 % от суммы каротиноидов. Масло содержит также 2,93-5,26 мг % коэнзима Q_{10} (убихинона). Суммарное содержание фитостеролов в масле составляет от 440,5 до 638,7 мг %. Для всех изученных образцов масла из семян льна-долгунца основными стеролами являются β -ситостерол, кампестерол и циклоартенол, на долю которых приходится 30,3-32,7, 19,4-20,8, и 32,2-37,5 % соответственно от суммарного содержания фитостеролов. Остальные растительные стеролы (брассикастерол, стигмастерол, Δ^5 -авенастерол, Δ^7 -авенастерол и др.) содержатся в льняном масле в значительно меньших количествах.

Гидропероксиды — это основные первичные продукты окисления ненасыщенных жирных кислот. Пероксидное число, характеризующее содержание в масле органических гидропероксидов, является одним из наиболее важных индикаторов качества масла при контроле степени его окисления. Известно, что первичные продукты окисления растительных и животных жиров нестабильны и легко распадаются, трансформируясь во вторичные продукты окисления, которые представляют собой сложную группу соединений, включающую различные альдегиды и кетоны, углеводороды, эпоксисоединения, сравнительно устойчивые спирты, кислоты, оксикислоты и др. [5]. Альдегиды и кетоны придают жирам неприятный вкус и/или запах и обладают высокой токсичностью. Показателем, характеризующим степень окислительной деструкции липидов пищевых продуктов и суммарное содержание вторичных карбонильных продуктов окисления, является анизидиновое число. Для изученных образцов льняного масла значения ПЧ и АЧ изменялись в интервале 0,76-1,81 мг-экв O_2 /кг и 0,39-1,30 у.е. соответственно. Нами получены кинетические закономерности накопления в льняном масле пероксидных соединений, а также карбонильных вторичных продуктов окисления и свободных жирных кислот при хранении масла без доступа света при комнатной температуре в закрытых и открытых флаконах. На рис. 1 приведены данные по изменению пероксидных и анизидиновых чисел в процессе хранения двух образцов льняного масла в закрытых флаконах.

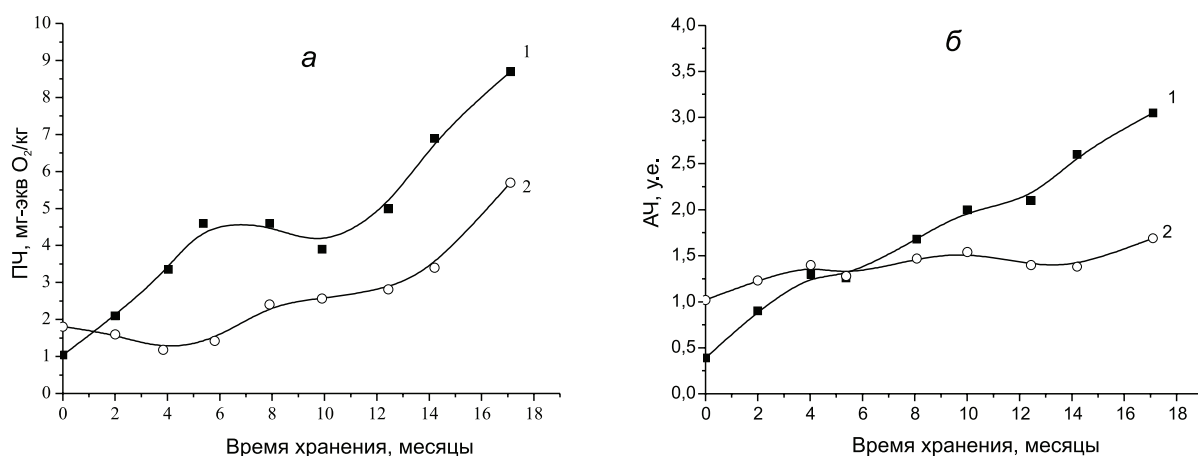


Рис. 1. Накопление гидропероксидов (а) и вторичных продуктов окисления (б) при хранении различных образцов льняного масла при комнатной температуре в закрытых флаконах. 1 — образец 1; 2 — образец 2

Согласно полученным данным при хранении в закрытых флаконах льняное масло обладает достаточной устойчивостью к окислению: значения ПЧ не превышают 5 и 10 мг-экв O_2 /кг в течение 12 и 17 месяцев соответственно. Значения АЧ для изученных образцов масла не превышают 3,0 при хранении в течение 17 месяцев.

Использование ускоренного метода (при свободном доступе кислорода воздуха) позволяет в какой-то мере моделировать процесс окислительного «старения» льняного масла, протекаю-

щий после вскрытия потребительской тары и поступления кислорода воздуха. Данные по изменению концентрации гидропероксидов и карбонильных вторичных продуктов окисления в зависимости от времени хранения в условиях свободного доступа кислорода воздуха для трех изученных образцов льняного масла приведены на рис.2.

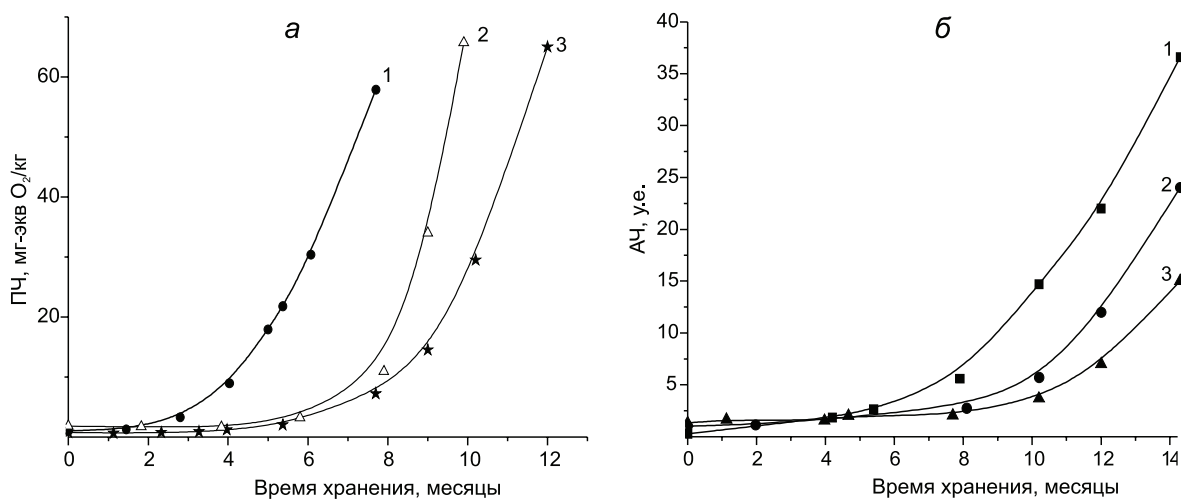


Рис. 2. Накопление гидропероксидов (а) и вторичных продуктов окисления (б) при хранении льняного масла при комнатной температуре и свободном доступе кислорода воздуха. 1 — образец 1; 2 — образец 2; 3 — образец 3

Согласно этим данным накопление гидропероксидов и вторичных продуктов окисления существенно интенсифицируется при свободном доступе кислорода воздуха: значения ПЧ достигают нормируемого значения 10 мг экв O₂/кг за 4-8 месяцев хранения, значения АЧ достигают 5 за 7-11 месяцев. Наименьшая устойчивость к окислению наблюдалась для образца масла, полученного в мае из семян, хранившихся до отжима в течение 9 месяцев (образец 1).

Следует отметить, что хотя обычно для пищевых растительных масел допустимой считается величина ПЧ, не превышающая 10 мг-экв O₂/кг, изменение вкуса (прогоркание) и запаха высоконасыщенного льняного масла начинается обычно при значениях ПЧ > 3-5 мг-экв O₂/кг масла. Поэтому идентификация и количественный анализ вторичных продуктов окисления льняного масла, отвечающих за эти изменения, является очень важной задачей.

С использованием метода хромато-масс-спектрометрии в окисленном льняном масле идентифицированы следующие альдегиды и кетоны: гексаналь, 2,4-*транс-транс*-гексадиеналь, 2,4-*транс-транс*-гептадиеналь, нонаналь, дигидро-2(3Н)-фуранон, 1-гидрокси-2-бутанон, *транс-транс*-3,5-октадиен-2-он. Идентифицированы также карбоновые кислоты — уксусная и пропионовая, спирты — бутандиол-2,3, 3-метил-бутанол-1, гексанол-1, 1-пентен-3-ол, 1-гексен-3-ол, а также различные насыщенные и ненасыщенные углеводороды и их метокси-производные, метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК). На рис.3 представлена хроматограмма летучих продуктов окисления льняного масла, хранившегося в темноте в течение 12 месяцев при свободном доступе кислорода воздуха.

Из полученных данных следует, что 2,4-гептадиеналь и 3,5-октадиен-2-он являются основными летучими карбонильными продуктами, накапливающимися в льняном масле при хранении, их концентрации в 10-50 раз превышают концентрации других альдегидов и кетонов и составляют 8,2 и 17,7 мкмоль/л масла соответственно при хранении в течение года в темноте. В свежее отжатом масле эти соединения содержатся в концентрациях, меньших 0,2 мкмоль/л. Образование 2,4-гептадиенала при пероксидном окислении липидов льняного масла может происходить за счет превращений 12-ООН гидропероксида линоленовой кислоты [5], образование 3,5-октадиен-2-она — за счет реакций образования эндопероксидов линоленовой кислоты с последующим их распадом с разрывом О-О и С-С-связей. Альдегиды, особенно диенали, обладают высо-

кой реакционной способностью по отношению к биомолекулам (аминокислотам, белкам, основаниям нуклеиновых кислот), и являются цитотоксическими веществами [6].

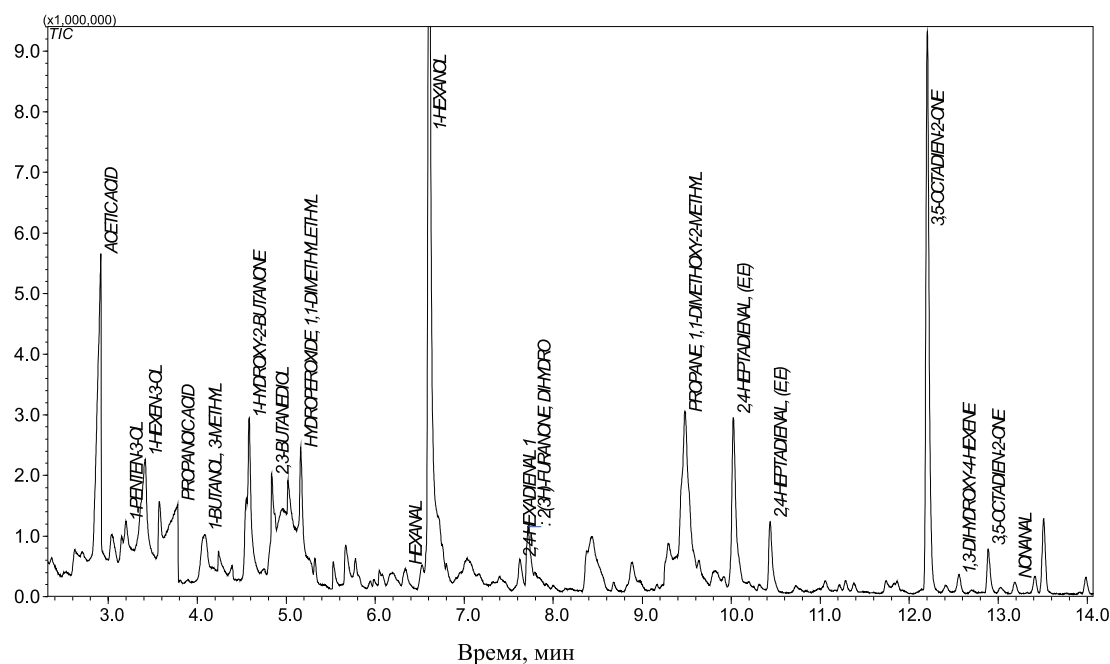


Рис. 3. Хроматограмма продуктов окисления льняного масла

Величины кислотного числа, характеризующего содержание свободных жирных кислот, для изученных образцов льняного масла при хранении в закрытых флаконах в течение 12 месяцев увеличивались не более, чем на 10 %, а в условиях свободного доступа кислорода воздуха — не более, чем на 30-35 %, и не превышали 1,5 мг КОН/100 г масла.

Окислительная стабильность льняного масла обеспечивается за счет целого комплекса присутствующих в масле минорных компонентов, включающего токоферолы, каротиноиды, коэнзимы Q, фитостеролы, фосфолипиды. При этом антиокислительная активность γ -токоферола, который является превалирующей формой витамина E в льняном масле, значительно превышает активность α -токоферола [3]. Коэнзим Q₁₀ в восстановленной форме (убихинол) участвует в регенерации токоферола, и между ними установлено проявление синергизма [7]. Фосфолипиды, содержание которых в льняном масле составляет 0,04-0,07 % [3,8], выступая в роли синергистов, усиливают и пролонгируют ингибирующую способность присутствующих природных антиоксидантов (в частности, токоферолов и каротиноидов), причем, с увеличением ненасыщенности субстрата окисления величина синергизма возрастает [3]. Фитостеролы, такие как авенастеролы и др., также способны проявлять антиоксидантные свойства [9]. Содержание жирорастворимых витаминов-антиоксидантов, в значительной степени обеспечивающих окислительную стабильность растительных масел, изменяется в процессе окислительного «старения» льняного масла. Зависимость суммарного содержания токоферолов для одного из изученных образцов льняного масла от времени хранения в различных условиях приведена на рис. 4.

Согласно полученным данным содержание токоферолов в льняном масле при хранении в течение 12 месяцев существенно снижается: на 18,9 и 58,3 % в закрытых и открытых флаконах соответственно. Потери каротиноидов — лютеина и β -каротина — при хранении льняного масла 12 месяцев в закрытых флаконах составили 23,4 и 15,2 %, а при свободном доступе кислорода воздуха — 64,8 и 40,5 % соответственно.

Заключение. Таким образом, льняное масло холодного отжима содержит 72,90-76,11 % полиненасыщенных жирных кислот, в том числе 56,93-63,51 % α -линоленовой (омега-3) и 12,60-15,97 % линолевой (омега-6) кислот, а также сбалансированный природой комплекс минорных биологически активных веществ — токоферолов, каротиноидов, коэнзимов, фитостеролов.

Определены их суммарное содержание и состав композиций индивидуальных соединений. Полученные данные о закономерностях накопления в льняном масле первичных и вторичных продуктов окисления в процессе хранения при комнатной температуре свидетельствуют о достаточной устойчивости льняного масла к окислительному «старению»: значения перекисного и анизидинового чисел не превышают 10 мг-экв O_2 /кг и 3 у.е. соответственно при хранении масла без доступа света в закрытых флаконах в течение 17 месяцев. Окислительная стабильность льняного масла обеспечивается за счет комплекса присутствующих в нем антиоксидантов и их синергистов. С использованием метода хромато-масс-спектрометрии идентифицированы летучие продукты окислительной деструкции липидов льняного масла при комнатной температуре, среди которых основными являются 2,4-гептадиеналь и 3,5-октадиен-2-он.

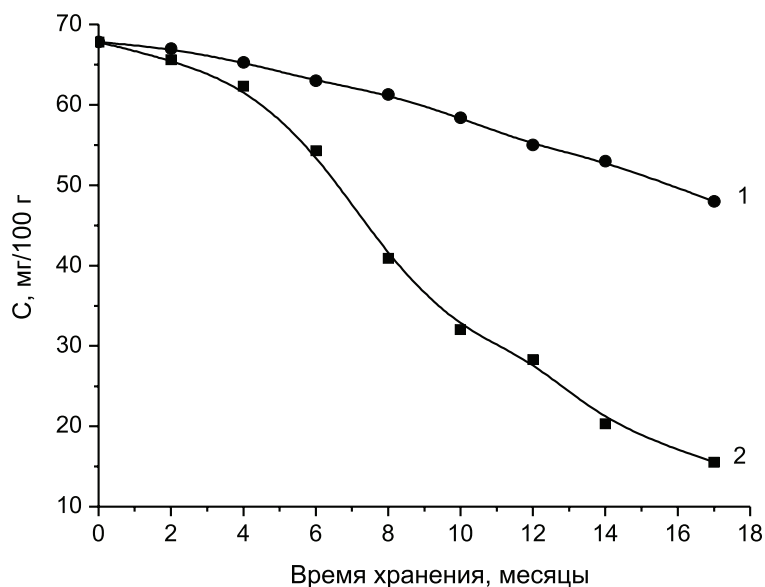


Рис. 4. Зависимость содержания токоферолов в льняном масле от времени хранения при комнатной температуре: 1 — в закрытых флаконах, 2 — в открытых флаконах

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ипатова, О.М.* Биологическая активность льняного масла как источника омега-3-альфа-линоленовой кислоты / О.М. Ипатова, Н.Н. Прозоровская, В.С. Баранова, Д.А. Гусева // Биомедицинская химия. — 2004. — Т. 50. — № 1. — С. 25-43.
2. *Забезинский, М.А.* Продукты окисления жирных кислот пищи и опухолевый рост / М.А. Забезинский, В.Н. Анисимов // Вопросы онкологии. — 1998. Т. 44. — № 1. — С. 23-25.
3. *Прозоровская, Н.Н.* Антиоксидантная активность льняного масла / Н.Н. Прозоровская, И.Ф. Русина, В.Л. Лупинович, Н.А. Бекетова, И.В. Сорокин, О.М. Ипатова, М.М. Левачев // Вопросы питания. — 2003. — Т. 72 (2). — С. 13-18.
4. *Шадыро, О.И.* Влияние физической рафинации на содержание токоферолов и фитостеринов в рапсовом масле / О.И. Шадыро, А.А. Сосновская, И.П. Едимечева // Масложировая промышленность. — 2008. — № 6. С. 20-22.
5. *Porter, N.A.* Mechanisms of free radical oxidation of unsaturated lipids / N.A. Porter, S.E. Caldwell, K.A. Mills // Lipids. — 1995. — V. 30. — Nr. 4. — P. 277-290.
6. *Schultz, T.W.* Trends in structure-toxicity relationships for carbonyl-containing, β -unsaturated compounds / T.W. Schultz; J.W. Yarbrough // SAR and QSAR in Environmental Research. — 2004. — V. 15. — Nr. 2. — P. 139-146.
7. *Quinn, P.J.* Expansion of antioxidant function of vitamin E by coenzyme Q / P.J. Quinn, J.P. Fabisiak, V.E. Kagan // Biofactors. — 1999. — V. 9. — Nr 2-4. P. 149-154.

8. *Lazarenko, T.* Research of physical and chemical characteristics of phospholipids water solution / T. Lazarenko, V. Mank // Modern Technologies, in the Food Industry, 1–3 november 2012, Chsinau, Republic of Moldova: proceeding of international conference / Chsinau: Technical university of Moldova, 2012. — P. 400-401.
9. *Wang, T.* Antioxidant activity of phytosterols, oryzanol, and other phytosterol conjugates / T. Wang, K.B. Hicks., R. Moreau // JAOCS. — 2002. — V. 79. — Nr 12. — P. 1201-1206.

Рукопись поступила в редакцию 18.10.2013

I.P. Edimecheva, A.A. Sosnovskaya, O.I. Shadyro

CHEMICAL COMPOSITION AND RESISTANCE OF LINSEED OIL TOWARDS OXIDATION

The content of fatty acids, fat-soluble vitamins and other minor biologically active substances in various samples of linseed oil of cold expression was determined. Kinetic relationships have been obtained reflecting accumulation of primary and secondary oxidation products and free fatty acids in the linseed oil, as well as depletion in tocopherol and carotinoid contents during storage at room temperature in the absence and in the presence of atmospheric oxygen. The linseed oil has been shown to be sufficiently resistant towards oxidative aging, provided that the recommended storage conditions are met, owing to a complex of antioxidants and their synergic agents present in the oil. Using chromato-mass spectrometry, volatile products of oxidative destruction of linseed oil lipids have been identified.

УДК 601.2:602.3

*Для длительного хранения дрожжей, представителей рода *Zygosaccharomyces*, в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов применяются методы субкультивирования, лиофилизации и криоконсервации. Культуры сохраняют при этом жизнеспособность и морфолого-культуральные свойства.*

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ХРАНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННО-ЦЕННЫХ ДРОЖЖЕЙ РОДА *ZYGOSACCHAROMYCES*

Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

А.В. Кантерова, научный сотрудник лаборатории «Коллекция микроорганизмов»;

*И.С. Важинская, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
лаборатории «Коллекция микроорганизмов»;*

*Г.И. Новик, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией
«Коллекция микроорганизмов»*

**УО Могилевский государственный университет продовольствия,
г. Могилёв, Республика Беларусь**

*Е.А. Цед, кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии пищевых производств*

Несмотря на конкуренцию безалкогольных напитков на рынке сбыта, хлебный квас — напиток, приготовленный на натуральной основе, с каждым годом приобретает все большую популярность у потребителей. Обладая отличными вкусовыми качествами, квас содержит также целый ряд биологически ценных веществ, положительно влияющих на обменные процессы организма человека.

В Могилевском государственном университете продовольствия на кафедре «Технология пищевых производств» из природных консорциумов микроорганизмов-симбионтов была выделена новая раса дрожжей, изучены их культурально-морфологические и физиолого-биохимические свойства. В результате идентификации дрожжи отнесены к виду *Zygosaccharomyces fermentati* Naganishi 1928. Авторы предложили использовать их в качестве источника брожения при сбраживании квасного суслу, поскольку дрожжи утилизируют широкий спектр углеводов. В результате, применение дрожжей *Z. fermentati* расы CD в качестве монозакваски для сбраживания квасного суслу в процессе производства хлебного кваса, позволило получить продукт высокого качества. Таким образом, авторы вносят вклад в решение проблемы импортозамещения сбраживающих компонентов, закупаемых в настоящее время в Российской Федерации [1, 2].

Культура *Z. fermentati* CD депонирована в Белорусской коллекции непатогенных микроорганизмов (БКМ). Основной задачей БКМ является обеспечение длительного хранения промышленно-ценных штаммов без потери присущих им свойств. Хранятся дрожжи *Z. fermentati* CD тремя методами — субкультивирования (пересевы через 3 месяца на агаровое пивное сусло), лиофилизации и криоконсервации.

Культуру дрожжей перед лиофилизацией выращивали 72 часа на суловом агаре и смывали таким объемом протекторной среды, который обеспечивал максимально возможную концентрацию микроорганизмов в суспензии (1-2 мл протекторной среды для достижения КОЕ $1 \cdot 10^9$ в мл). В стеклянные ампулы объемом 2 мл вносили по 0,1 мл суспензии. Дрожжи высушивали на установке Modulyo 4K фирмы Edwards в два этапа: при температуре -55°C и глубине вакуума $8 \cdot 10^{-2}$ mbar — 4 часа, затем при комнатной температуре и глубине вакуума $8 \cdot 10^{-2}$ mbar — 18 ч. Ампулы с лиофилизированной культурой хранили при $+4^\circ\text{C}$.

Репарацию дрожжей проводили в течение 1 ч стерильной водопроводной водой при комнатной температуре [3].

Перед криоконсервацией дрожжи выращивали на суловом агаре до стационарной фазы роста (70–72 ч). Клетки смывали криопротектором (глицерин, 10% об.; сахароза, 10%), помещали в криопробирки марки Эппендорф по 1,0 мл и выдерживали при температуре $+4^\circ\text{C}$ в течение 45 мин. Затем пробирки вставляли в специальные контейнеры и замораживали в морозильной камере для длительного хранения при -70°C . Отогрев дрожжей после криоконсервации проводили на водяной бане при 37°C , не допуская их перегрева [4].

Количество жизнеспособных клеток определяли до лиофилизации и криоконсервации, через 1 сутки и через 2 года хранения по общепринятым методикам [5]. Результаты определения жизнеспособности дрожжей представлены в табл. 1.

1.

***Z. fermentati* CD**
-70°

Метод хранения	Протекторная среда	КОЕ/мл, перед помещением на хранение	КОЕ/мл, после 1 суток хранения	КОЕ/мл, после 2 лет хранения
Криоконсервация	глицерол, 10% об.	$7,8 \cdot 10^8$	$5,5 \cdot 10^8$	$5,2 \cdot 10^8$
	сахароза, 10%	$1,3 \cdot 10^9$	$8,6 \cdot 10^8$	$7,9 \cdot 10^8$
Лиофилизация	сахарозо-желатиновый агар	$8,9 \cdot 10^8$	$6,8 \cdot 10^8$	$6,6 \cdot 10^8$

Из результатов, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что показатели жизнеспособности дрожжей после 2 лет хранения в лиофилизированном состоянии и при -70°C лишь незначительно ниже исходных (перед помещением на хранение), что свидетельствует о достаточно высокой устойчивости штамма *Z. fermentati* CD к стрессовым ситуациям, связанным с лиофилизацией и глубоким замораживанием. Данные методы будут использованы в БКМ для длительной консервации дрожжей рода *Zygosaccharomyces*.

Морфологию клеток дрожжей штамма *Z. fermentati* CD, восстановленных после хранения культуры в лиофилизированном и замороженном состоянии в течение 2-х лет, изучали после

репарации культуры через 3 суток культивирования на суловом агаре. Результаты представлены в табл. 2.

2.

Z. fermentati CD

2-

Характеристика дрожжей	Метод хранения			
	Субкультивирование на суловом агаре	Криоконсервация с глицеролом (10% об.)	Криоконсервация с сахарозой (10%)	Лиофилизация с сахарозо-желатиновым агаром
Цвет штрих-культуры	белый	белый	белый	белый
Наличие псевдомицелия	псевдомицелий образуется	псевдомицелий образуется	псевдомицелий образуется	псевдомицелий образуется
Форма клеток через 3 суток роста	круглые, реже овальные, изредка — цилиндрические	круглые или слегка овальные, значительно реже — цилиндрические	круглые или слегка овальные, изредка — цилиндрические	круглые или овальные, изредка — цилиндрические
Средний размер клеток (мкм)	(2,0-7,0)×(3,0-8,0)	(2,5-7,0)×(3,0-7,5)	(2,2-7,0)×(3,2-7,5)	(2,0-6,5)×(3,5-7,5)
Количество аскоспор в асках	от 1 до 4	от 1 до 4	от 1 до 4	от 1 до 4

Результаты, представленные в табл. 2, показывают, что морфология дрожжей практически не изменяется в зависимости от метода длительного хранения, несмотря на условия стрессового воздействия при лиофилизации и криоконсервации.

Для физиолого-биохимической характеристики проверялась способность дрожжей штамма *Z. fermentati* CD сбраживать и ассимилировать ряд сахаров, что является наиболее важным показателем для данного таксона микроорганизма. Результаты представлены в табл. 3.

3.

Z. fermentati CD

2-

*

Способность сбраживать	Субстрат	Метод хранения			
		Субкультивирование	Криоконсервация с глицеролом (10% об.)	Криоконсервация с сахарозой (10%)	Лиофилизация с сахарозо-желатиновым агаром
Способность сбраживать	Глюкоза	++++	++++	++++	++++
	Сахароза	++++	++++	++++	++++
	Мальтоза	+++	+++	+++	+++
	Раффиноза	+++	+++	+++	+++
Способность ассимилировать	Глюкоза	++++	++++	++++	++++
	Галактоза	++++	++++	++++	++++
	L-сорбоза	++++	++++	++++	++++
	Мальтоза	++++	++++	++++	++++
	Целлобиоза	+++	+++	+++	+++
	Трегалоза	++++	++++	++++	++++
	Раффиноза	++++	++++	++++	++++
	Мелцитоза	+++	+++	+++	+++
	Инулин	+++	+++	+++	+++
	Этанол	++++	++++	++++	++++
	Сахароза	++++	++++	++++	++++
	Маннит	++++	++++	++++	++++

*«++++» — максимальная степень сбраживания и ассимиляции, «+++» — высокая степень сбраживания и ассимиляции.

Результаты тестов показали, что после хранения в лиофилизированном состоянии и при -70°C в течение 2-х лет по способности сбраживать и ассимилировать сахара дрожжи практически не отличались от поддерживаемых методом периодических пересевов, все образцы имели сходные характеристики.

Методы лиофилизации и криоконсервации чаще всего используются в большинстве коллекций микроорганизмов для длительного хранения фондов культур. Эти методы достаточно надежны и просты в реализации, однако наряду со специальным оборудованием для них требуется предварительно провести длительную и трудоемкую работу по оптимизации возраста культур перед консервацией, подбора протекторных сред, установления параметров проведения замораживания и репарации и т. д. Вся эта работа в БКМ проводится, учитывая таксономическую принадлежность культур. Таким образом, по результатам, представленным в данной работе, можно сделать вывод, что режимы долгосрочного хранения дрожжей *Z. fermentati* CD в лиофилизированном состоянии и при -70°C подобраны корректно, и это дает гарантию длительного сохранения этой промышленно-ценной культуры с целью использования в качестве монозакваски для сбраживания квасного сусла при производстве кваса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Королева, Л.М. Идентификация микробного состава поликультуры рисового гриба как основы получения ферментированных безалкогольных напитков / Л.М. Королева и др. // Пиво и напитки. — 2007. № 2. — С. 40-42.
2. Цед, Е.А. Применение нового вида дрожжей *Zygosaccharomyces fermentati* Naganishi в квасном производстве / Е.А. Цед и др. // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2010. — № 4(10) — С. 52-58.
3. Кантерова, А.В. Сохранение жизнеспособности и свойств дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* методом лиофилизации / А.В. Кантерова, И.И.Алешкевич, Г.И.Новик // «Актуальные аспекты современной микробиологии». VI Молодежная школа-конференция с международным участием (Москва, 25 — 27 октября 2010 г.). С. 30-32.
4. Кантерова, А.В. Жизнеспособность дрожжей рода *Saccharomyces* после криоконсервации / А.В. Кантерова, Г.И.Новик // «Актуальные аспекты современной микробиологии». V Молодежная школа-конференция с международным участием (Москва, 26 — 27 октября 2009 г.). С. 29-30.
5. Луста, К.А. Методы определения жизнеспособности микроорганизмов / К.А. Луста, Б.А. Фихте // Научный центр биологических исследований АН СССР в Пущине, 1990. 186 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 23.10.2013

A.V. Kanterova, I.S. Vazhynskaya, E.A. Tsed, G.I. Novik

OPTIMIZATION OF MAINTENANCE METHODS FOR INDUSTRIALS VALUABLE YEAST OF GENUS ZYGOSACCHAROMYCES

Sub culturing, freeze-drying and cryoconservation techniques are practiced at Belarussian collection of non-pathogenic microorganisms for long-term preservation of yeast belonging to genus *Zygosaccharomyces*. The cultures retain viability and inherent morphological-cultural characteristics.