

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

№2(36)
2017

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ



Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

ул. Козлова, 29, г. Минск,
220037, Республика Беларусь
Тел./факс: (375-17) 285-39-70,
285-39-71, 294-31-41 (редактор)
e-mail: aspirant@belproduct.com

Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 29.05.2017.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 12,80.

Тираж 200 экз. Заказ 238.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

Ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.

Учредитель

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной
академии наук Беларуси по продовольствию»

Зарегистрирован в Министерстве информации
Республики Беларусь (свидетельство
о регистрации № 590 от 30 июля 2009 г.)

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственный подписчиков 012412

СОДЕРЖАНИЕ

Слово от редактора	3
Ловкис З. В., Шилов В. В., Цыганков В. Г. Наука, питание и здоровье	4
Мойсеенок А. Г. Незаменимые факторы питания.....	12
Лаптенок Н. С., Севастей Л. И. Инновационные технологии в хлебопечении	20
Коляда Е. В., Гапеева М. Д. Производство добавки обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей	28
Кизеева Е. С., Павловская Л. М., Федорова-Гудзь Н. В. Производство овощных полуфабрикатов – перспективное направление развития консервирования	34
Почицкая И. М., Лобазова И. Е., Селезнева А. В. Потребительские предпочтения людей, ведущих активный образ жизни, как основа для создания функциональных продуктов отечественного производства	41
Кузык Т. П., Кигель Н. Ф. Влияние лекарственных растений на формирование биохимических характеристик функционального продукта.....	46
Усеня Ю. С., Филатова Л. В., Уложникова М. Ю. Использование биопотенциала семян льна для создания пищевых концентратов функционального назначения	53
Шадыро О. И., Сосновская А. А., Едемичева И. П. Химический состав и окислительная стабильность масел льна, расторопши пятнистой и их композиций	60
Ловкис З. В., Евтушевская Л. В. Технологические процессы переработки отходов картофелекрахмальных производств	69
Силич М. В., Почицкая И. М., Рослик В. Л. Исследование характеристик виноматериалов, изготовленных из винограда, выращенного в Республике Беларусь.....	74
Ловкис З. В., Бубырь И. В. Исследование рабочих характеристик дымогенератора.....	84
Мельникова Л. А., Рябова К. С. Исследование влияния компонентного состава на осмоляльность изотонических безалкогольных напитков	92
Ивашкевич Л. С., Ковшова Т. В., Вашкова О. Н. Определение 2,4-Д в питьевой и бутилированной воде	97

**УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ ЖУРНАЛА
«ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ»!**



8 и 9 июня 2017 года, объявленного в Беларуси Годом науки, под эгидой НАН Беларуси будет работать первый в истории отечественной науки конгресс «Наука, питание и здоровье», направленный на продвижение принципов здорового питания и поиск эффективных путей повышения качества пищевой продукции. Сегодня именно наука играет ключевую роль в реализации стратегии инновационного развития страны.

Одним из приоритетных направлений социально-экономической политики нашего государства является создание условий для повышения уровня жизни населения, включая и обеспечение безопасным и качественным здоровым питанием. Как свидетельствуют медицинские исследования, именно питание является значимым инструментом влияния на состояние здоровья человека, развитие заболеваний неинфекционной природы, увеличение продолжительности жизни, сохранение физического и психического здоровья.

«Здоровье нации в здоровом питании» – концептуальная позиция кластера «Республиканский центр технологий здорового питания», созданного на базе Научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию. В Центре по продовольствию, выступающем инициатором и организатором настоящего конгресса, на протяжении ряда лет ведутся активные научные исследования в области создания, внедрения и контроля качества и безопасности пищевых продуктов. Учеными Центра по продовольствию разработаны такие основополагающие документы, как «Концепция государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года», «Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года» и мероприятия по их реализации.

Надеюсь, что на конгрессе «Наука, питание и здоровье» будут обсуждены проблемы питания и здоровья, найдены эффективные пути обеспечения и повышения качества и безопасности пищевой продукции, обозначены приоритетные направления развития современных технологий производства продуктов питания.

Желаю участникам Конгресса плодотворной работы и творческого взаимодействия!

Генеральный директор Научно-практического центра
Национальной академии наук Беларуси по продовольствию,
заслуженный деятель науки Республики Беларусь,
член-корреспондент НАН Беларуси,
доктор технических наук, профессор

З. В. Ловкис

Рациональное питание является основой здоровья, главным фактором, определяющим долголетие и работоспособность человека, способствует сохранению естественной и приобретенной невосприимчивости человека к различным заболеваниям и стрессу. В статье изложены современные представления о здоровом питании, пищевой пирамиде и даны научно обоснованные рекомендации по потреблению основных групп пищевых продуктов.

НАУКА, ПИТАНИЕ И ЗДОРОВЬЕ

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

***З. В. Ловкис**, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, генеральный директор;*

***В. В. Шилов**, кандидат биологических наук, начальник отдела питания*

РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

***В. Г. Цыганков**, кандидат медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории комплексных проблем гигиены пищевых продуктов*

Пищевая промышленность оказывает прямое воздействие на развитие сельского хозяйства, являясь основным потребителем растениеводческой и животноводческой продукции. От эффективности работы пищевой промышленности зависит решение задачи обеспечения населения высококачественными продуктами питания в объемах и ассортименте, достаточных для формирования правильного сбалансированного рациона питания.

Развитию пищевой промышленности уделяется основное внимание на общереспубликанском, отраслевых и региональных уровнях. Государственная политика по приоритетным направлениям реализуется через целевые программы, разрабатываются и реализуются отраслевые программы развития отраслей пищевой промышленности.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 марта 2004 г. № 252 утверждена «Концепция национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь», в которой определены стратегия и модели развития отдельных отраслей агропромышленного комплекса. В состав базового набора, отвечающего современным требованиям науки о питании, включено 9 основных продуктовых групп: зерно и хлебопродукты, картофель и картофелепродукты, овощи, плоды, сахар, масло растительное, молоко и молокопродукты, мясо и мясопродукты, яйца [1, 2].

Среди факторов здорового образа жизни одним из важнейших для поддержания и сохранения здоровья является питание. В настоящее время все большее распространение среди населения приобретает термин «*здоровое питание*», который подразумевает научно обоснованное адекватное питание, способствующее оптимальной жизнедеятельности организма человека в зависимости от пола, возраста, состояния здоровья, характера деятельности, содействующее профилактике и лечению заболеваний, обеспеченное достаточным количеством макро- и микронутриентов.

Погрешности в питании повышают риск развития многих патологических изменений метаболизма организма, что приводит к увеличению частоты возникновения ряда основных неинфекционных заболеваний. По оценкам экспертов ВОЗ около 60 % из общего числа смертей в Европейском регионе приходится на неинфекционные заболевания: сердечно-сосудистые, онкологические, диабет 2 типа, ожирение и др.

По данным Белстата, количество потребляемых населением Республики Беларусь калорий больше физиологические нормы на 33,4 %, причем большая часть калорий приходится на простые сахара и крахмал (картофель). Потребление сахара превышает на 27,3 % физиологическую

потребность в нем. В то же время в республике до сих пор не достигнуты нормы потребления рыбы, особенно морской, и других морепродуктов. На 36,4 % меньше необходимой нормы жителями республики потребляется молока и кисломолочных продуктов (табл. 1) [3].

Таблица 1. Потребление пищевых продуктов на душу населения в Республике Беларусь, кг в год

Продукт	Медицинская норма потребления	Год					
		1990	1995	2000	2005	2010	2015
Мясо и мясопродукты в пересчете на мясо	80	76	58	59	61	84	89
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко	393	428	367	295	259	247	250
Яйца, шт.	294	325	297	224	256	292	300
Рыба и рыбопродукты	18,2	19,6	7,3	9,5	18,6	15,7	15,0
Сахар	33,0	49	32,0	34,9	38,7	41,4	42,0
Растительное масло	13,2	8,6	6,5	8,7	14,7	15,9	18,0
Овощи	124	78	83	93	128	149	145
Плоды и ягоды	78	38	38	25	47	65	77
Картофель	170	171	182	174	183	183	177
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, крупа, мука)	105	127	121	110	96	87	87
Энергетическая ценность рациона питания, ккал	3500	3688	3118	2946	3137	3280	3376

Здоровое питание – это, в первую очередь, рациональное, сбалансированное, адекватное питание (лат. *rationalis* – разумный, осмысленный). Это физиологически полноценное питание здоровых людей, которое соответствует энергетическим, пластическим, биохимическим потребностям организма, обеспечивает поддержание постоянства внутренней среды (гомеостаз) и функциональную активность органов и систем, сопротивляемость к воздействию неблагоприятных факторов среды обитания человека на оптимальном уровне в различных условиях его жизнедеятельности, на основе научно обоснованных норм поступления важнейших нутриентов в организм человека (табл. 2).

Таблица 2. Формула сбалансированного питания для здорового взрослого человека (А. А. Покровский, 1974)

Пищевые вещества	Дневная потребность
Вода (г)	1800–2200
в том числе питьевая (вода, чай, кофе)	800–1000
в супах	250–500
в продуктах питания	700
Белки (г)	80–100
в том числе: животные	50–60
Незаменимые аминокислоты (г)	
триптофан	1
лейцин	4-6
изолейцин	3-4
валин	3-4
треонин	2-3
лизин	3-5
метионин	2-4
фенилаланин	2-4

Пищевые вещества	Дневная потребность
Заменимые аминокислоты (г)	
гистидин	1–2
аргинин	5–6
цистин	2–3
тирозин	3–4
аланин	3
серин	3
глутаминовая кислота	16
аспарагиновая кислота	6
пролин	5
гликокол	3
Углеводы (г)	400–500
в том числе крахмал	400–450
сахар	50–100
Органические кислоты (лимонная, молочная) (г)	2
Балластные вещества (клетчатка) (г)	25
Минеральные вещества (мг)	
кальций	800–1000
фосфор	1000–1500
натрий	4000–6000
калий	2500–5000
хлориды	5000–7000
магний	300–500
железо	15
цинк	10–15
марганец	5–10
хром	0,02–0,5
медь	2
кобальт	0,1–0,2
молибден	0,5
селен	0,5
фториды	0,5
йодиды	0,1–0,2
Витамины (мг):	
аскорбиновая кислота С	100–200
тиаминовая кислота В ₁	2–4
рибофлавин В ₂	2–4
ниацин РР	15–25
пантотенат В ₃	5–10
пиридоксин В ₆	4–6
кобаламин В ₁₂	0,002–0,01
биотин	0,15–0,30
холин	500–1000
рутин Р	25
Д (суммарно)	0,0025–0,01 (100–400 МЕ)
А (суммарно)	1,5–2,5
токоферолы Е	30–50
К (суммарно)	1–3
липоевая кислота	0,5

В Научно-практическом центре Национальной академии наук Беларуси по продовольствию разработаны Концепция государственной политики в области здорового питания населения

Республики Беларусь на период до 2020 года и Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республики Беларусь до 2030 года.

Для комплексного обеспечения качества и конкурентоспособности отечественной и ввозимой пищевой продукции в Центре по продовольствию функционирует система контроля качества. Она включает в себя выработку показателей качества пищевых продуктов (Национальный технический комитет), механизм оценки показателей качества и безопасности (Республиканский контрольно-испытательный комплекс по качеству и безопасности продуктов питания), установление соответствия показателей качества и безопасности нормативным требованиям (орган по сертификации пищевой и парфюмерно-косметической продукции), системы центральных дегустационных комиссий, мониторинг рынка продуктов питания.

За 2006-2015 гг. разработано и внедрено более 130 проектов; более 1000 технических условий; 5209 технологических инструкций; 8055 новых видов продукции, рецептур. Проведено свыше 350 000 испытаний продукции и выдано около 26 000 сертификатов.

Необходимо подчеркнуть, что рациональное питание для каждого человека не является некой постоянной величиной. Напротив, рациональное питание – величина переменная, она изменяется с возрастом, зависит от пола, этнической принадлежности человека, уровня физической и психоэмоциональной активности, состояния здоровья, внешних факторов. Когда говорят о рациональном питании, всегда добавляют, что оно должно быть еще и сбалансированным, т. е. отличаться определенным количеством и соотношением нутриентов в составе питания, способствующим нормальному и устойчивому функционированию метаболических процессов в организме [4].

Одним из научно обоснованных современных принципов здорового питания является понятие о «Пищевой пирамиде», которая определяет приоритеты тех или иных пищевых продуктов и наглядно показывает, какие именно из них необходимо потреблять и в каком количестве (рис. 1).



Рис. 1. Пищевая пирамида

Первая группа — зерномучные продукты (хлебобулочные изделия, макаронные изделия, крупы).

Зерновые продукты составляют основу пирамиды питания. Они нормализуют деятельность желудочно-кишечного тракта, дают организму значительное количество энергии, снижают уровень холестерина в крови и риск развития сердечно-сосудистых и некоторых онкологических заболеваний. Продукты из цельного или обогащенного очищенного зерна являются хорошим источником негемового железа, усвояемость которого повышается при одновременном потреблении продуктов, богатых витамином С. В цельном зерне содержится значительное количество витаминов группы В (тиамин, рибофлавин, ниацин и фолат), магния и селена.

Рекомендации по потреблению продуктов первой группы:

В основном старайтесь употреблять хлеб из цельного зерна или муки грубого помола вместо белого хлеба из муки высшего сорта. Макароны лучше выбирать из муки твердых сортов пше-

ницы. Включайте блюда из зерновых в каждый прием пищи. При выпечке блинов, которые очень любят у нас в республике, половину обычной муки можно заменить на цельнозерновую или овсяную. Хлопья из цельного зерна без сахара можно добавлять в салаты или супы. При выборе продуктов в магазине обращайте внимание на этикетку, где указываются виды цельнозернового зерна (пшеничная мука грубого помола, овсяная мука, цельнозерновое зерно, ржаная мука, цельнозерновая пшеница). Необходимо выбирать зерновые продукты с меньшим количеством добавленных сахаров, жиров или масел, так как такие продукты содержат больше белка, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов.

Следует отметить, что продукты с маркировкой «со многими злаками», «размолотые», «100 % пшеница», «смесь злаков» или отруби обычно не являются продуктами из цельнозернового зерна.

Вторая группа — плодоовощные товары (овощи, фрукты, ягоды).

Рацион, богатый фруктами и овощами, имеет низкую калорийность, улучшает работу желудочно-кишечного тракта, состояние иммунной системы, нормализует обмен веществ, способствует удалению из организма продуктов метаболизма жиров, токсических веществ, канцерогенов, аллергенов, снижает уровень холестерина в сыворотке крови, риск развития ожирения, связанных с ним нарушений мозгового кровообращения и других сердечно-сосудистых заболеваний, диабета 2-го типа, некоторых видов онкологических заболеваний (рака полости рта, желудка, толстой кишки), образования камней в печени и почках [5]. Овощи являются важным источником многих питательных веществ: пищевых волокон, калия, фолатов, витаминов А, Е, С, минорных компонентов пищи (органических кислот, эфирных масел и т. д.). Благодаря большому содержанию калия овощи способствуют поддержанию нормального уровня артериального давления.

К овощам, богатым калием, относятся: батат, картофель, фасоль, томаты (паста, соус и сок), стебли свеклы, соевые бобы, тыква, шпинат, чечевица и лущеный горох.

Рекомендации по потреблению продуктов второй группы:

Покупайте свежие сезонные овощи. Употребляйте овощи в разнообразном виде: сырые, слегка тушеные или поджаренные. Выбирайте овощи, содержащие больше калия. Внимательно читайте этикетку о питательной ценности соусов и приправ, которые могут добавить к овощным блюдам дополнительные калории, жир и натрий. Чаще готовьте блюда из свежих овощей, чтобы снизить потребление натрия, который поступает в пищу из продуктов, подвергнутых технологической обработке или вакуумной упаковке. Покупайте консервированные овощи с этикеткой «Без добавления соли». Распределяйте 3-5 порций овощей не менее чем на два приема пищи, 1/3 суточной нормы овощей съедайте в свежем виде. Выбирайте фрукты, богатые калием (бананы, чернослив, сушеные персики и абрикосы, дыню, цитрусовые). Покупая консервированные фрукты, выбирайте фрукты, консервированные в 100 %-ном фруктовом соке или воде, а не в сиропе. Более половины дневной нормы фруктов и ягод желательно употреблять в свежем виде.

Третья группа — молоко и молочные продукты (молоко, кефир, простокваша, творог, йогурты).

Рационы с включением молока и молочных продуктов способствуют укреплению костей и зубов, красоте и здоровью кожи, ногтей, волос, поддержанию нормального уровня артериального давления, регулируют кишечную моторику и состав микрофлоры, уменьшают риск появления остеопороза [7]. В продуктах молочной группы содержатся питательные вещества, необходимые для поддержания здоровья и физической активности человека: кальций, фосфор, калий, витамины А, D, группы В и белок и др.

Молочные продукты — основной источник кальция, который содержится в благоприятных соотношениях с фосфором и магнием. Один стакан молока или жидких кисломолочных продуктов удовлетворяет потребность в кальции на 25 %, а в витамине В₂ — на 20 %. Укреплению костной ткани в любом возрасте способствуют рационы с включением не менее 3 порций молочных продуктов в день.

Рекомендации по потреблению продуктов третьей группы:

Покупайте нежирное молоко или молоко низкой жирности. Используйте молоко низкой жирности при приготовлении густых супов-пюре. Добавляйте молоко низкой жирности вместо воды к различным видам каш.

Четвертая группа — мясо, птица, рыба, яйца (источники животного белка).

Мясные продукты, птица, рыба и морепродукты способствуют повышению защитных сил и энергетического потенциала организма, снижению риска развития анемии и йододефицитных состояний. Жирные сорта морской рыбы нормализуют липидный обмен, улучшают мозговую деятельность, зрение, состояние кожи, работу сердца и сосудов, процессы свертывания крови. Продукты этой группы богаты полноценным белком, содержат витамины группы В (ниацин, тиамин, рибофлавин и В₆), витамин Е, железо, цинк. Эту группу также называют группой белковых продуктов. Многие орехи и семечки являются источниками жирных кислот и важным источником витамина Е.

Некоторые виды рыбы (скумбрия, сардины, лосось, сельдь) богаты ПНЖК омега-3. Морская рыба богаче минеральными солями. В ней содержатся йод, фосфор, железо, медь, цинк, бром. Омега-3 жирные кислоты (эйкозапентаеновая ЕРА и докозагексаеновая ДНА), содержащиеся в жирной рыбе, способны значительно улучшить работу сердца.

Проведенные масштабные исследования показали, что люди, которые употребляют рыбу регулярно, имеют более низкий риск сердечных приступов, инсультов и смерти от сердечно-сосудистых заболеваний [8].

К числу продуктов, входящих в состав этой группы, относятся говядина, свинина и баранина, говяжий фарш, хот-доги и бекон, некоторые виды мяса к завтраку, такие как копченая колбаса и салями, а также птица (утка). Потребление этих продуктов следует ограничить из-за большой калорийности, высокого содержания насыщенных жиров и холестерина (яичный желток, мясные субпродукты, такие как печень и гусиные потроха). Продукты, подвергшиеся технологической обработке, в первую очередь мясные полуфабрикаты, содержат патоген — ассоциированные молекулярные образы — молекулы (РАМР), продуцируемые патогенными бактериями. В свежем мясе, фруктах и овощах их практически нет. РАМР вызывают диабет 2-го типа, острый коронарный синдром, гиперлипидемию и атеросклероз [9].

Переработанные мясные продукты — колбаса, бекон, ветчина, копченое мясо и вяленая говядина — содержат большее количество конечных продуктов гликирования (AGEs), которые образуются при температуре выше 120 °С и вызывают развитие гиперлипидемии, атеросклероза, хронической почечной недостаточности, инсульта, диабета, рака желудка и толстой кишки, болезни Альцгеймера [10].

Рекомендации по потреблению продуктов четвертой группы:

Предпочтительно употреблять мясные продукты малой жирности. Выбирайте постную индейку, ветчину, нежирное мясо для приготовления сэндвичей вместо мясных изделий более высокой жирности (колбас, особенно твердого копчения).

Приготовьте мясо, рыбу или птицу так, чтобы они были как можно более постными (обрежьте жир с мяса и курицы до приготовления; приготовьте их на гриле, потушите, отварите мясо, курицу или рыбу вместо жарки, слейте жир, который появится при приготовлении пищи).

Рыбу, орехи, семечки, содержащие полезные масла, предпочтительно использовать вместо мяса и курицы. При жарке не употребляйте большое количество жира. Приготовьте пищу без соусов или подлив высокой жирности. Распределяйте порции продуктов этой группы как минимум на 2 приема пищи. Не ешьте либо снизьте потребление хлеба с мясом, курицей. Хлеб — это дополнительный источник жира и калорий. Отдавайте предпочтение рыбе во время обеда и ужина. Выбирайте рыбу, богатую жирными кислотами омега-3 (скумбрию, лосось, форель, сельдь). Выбирайте орехи в качестве легкой закуски, добавляйте к салатам или основным блюдам. Используйте орехи вместо сыра, мяса или курицы, а не в дополнение к ним.

Пятая группа — жиры (сливочное и растительное масло).

В 2011 г. исполнилось 100 лет с начала использования гидрогенизированных жиров в пищу. В процессе гидрогенизации жиров часть жирных кислот преобразуется в трансизомеры, которые в природе встречаются лишь в следовых количествах. Всемирная организация здравоохранения в 2003 г. признала вредность производимых пищевой промышленностью трансжиров и в 2009 г. рекомендовала полное их исключение из пищевых продуктов. В маргарине на трансжиры может приходиться свыше 50 % всех жиров. Однако основная часть трансжиров

попадает в пищу не с маргарином, а с пищевыми жирами специального назначения, которые широко используются в кондитерских изделиях, полуфабрикатах и в блюдах общепита.

Для организма человека трансжиры чужеродны. Они снижают уровень «хорошего» холестерина ЛПВП, ухудшают функцию эндотелиальных клеток, выстилающих артерии, увеличивают продукцию маркеров воспаления – интерлейкина 6 (IL-6), фактора некроза опухолей (TNF) и С-реактивного белка (CRP), повышают риск развития ишемической болезни сердца, острого коронарного и метаболического синдрома [11]. Одним словом, если вместо нормального строительного материала мы предлагаем своему организму бракованные трансизомеры, образуются дефектные биологические структуры, которые начинают давать сбой в самых разных ситуациях. Нездоровая пища играет основную роль в эпидемии ожирения. По данным исследователей из Гарвардского университета к 2050 году уровень ожирения в США, как ожидается, достигнет 42 процентов. Дети, которые регулярно едят фаст-фуд, потребляют больше жиров, углеводов и обработанного сахара и меньше клетчатки, чем те, кто не едят фаст-фуд регулярно. Нездоровая пища в этих детских рационах составляет 187 дополнительных калорий в день, что приводит к 2,5–3 дополнительным килограммам увеличения веса в год. Ожирение повышает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, диабета и многих других хронических заболеваний.

Рекомендации по потреблению продуктов пятой группы:

Насыщенные жиры (топленое сливочное масло, сало, свиной жир) и моносенасыщенные жиры (оливковое, рапсовое масло) довольно устойчивы к нагреванию, а растительные масла с высоким содержанием полиненасыщенных жиров (подсолнечное, кукурузное, соевое) быстро окисляются, с образованием токсических продуктов, таких, как акриламид, поэтому желательно их не использовать для жарки. Основными факторами окислительного повреждения пищевых растительных масел являются тепло, кислород и свет. Поэтому, хранить их следует в прохладном, сухом, защищенном от света месте и плотно закрывать крышку после использования.

Шестая группа — сладости (сахар, мед, кондитерские изделия).

Потребление продуктов этой группы следует ограничивать.

Сахар (сахароза) состоит из остатков глюкозы и фруктозы. Фруктоза увеличивает продукцию мочевой кислоты, которая управляет воспалением в эндотелиальных клетках, выстилающих кровеносные сосуды и увеличивает риск развития диабета 2-го типа, атеросклероз, ожирение, заболевания печени, рак и хроническую почечную недостаточность [12]. Рафинированные углеводы – это углеводы, не содержащие пищевых волокон. Такие углеводы стимулируют рост патогенных кишечных бактерий, которые увеличивают риск развития ожирения и воспалительных заболеваний кишечника. Они имеют более высокий гликемический индекс, чем необработанные углеводы и быстро повышают уровень сахара в крови, способствуют развитию метаболических нарушений [13].

Быстрое поступление сахара в кровь вызывает резкое увеличение количества инсулина, особенно когда человек употребляет обработанные сахара, такие как, в безалкогольных напитках, белой муке и других продуктах, лишенных клетчатки и питательных веществ, необходимых для правильного метаболизма углеводов. Употребление подобной пищи в течение дня вызывает постоянно высокий уровень инсулина, так что в конечном итоге клетки начинают игнорировать этот важный гормон, что приводит к состоянию, известному как резистентность к инсулину. В конечном счете, может возникнуть ожирение и сахарный диабет 2 типа.

Особенно необходимо подчеркнуть важность для здоровья контроль за потреблением поваренной соли. Высокие уровни хлористого натрия являются отличительной чертой многих пищевых продуктов, особенно промышленного изготовления (консервы, колбасные изделия, сыры, копчености, чипсы и др.)

По данным Гарвардского университета, чрезмерное потребление соли способствуют развитию артериальной гипертензии с последующим повреждением печени, почек сосудов и сердца. Ограничение потребления соли до 1,5–5 г в сутки, напротив, снижает уровень артериального давления и является профилактическим мероприятием для снижения заболеваемости вышеуказанных органов [14].

Дополнительно к вышеизложенному, современная нутрициология предлагает следующие эффективные мероприятия:

1. Пейте воду, когда вы испытываете жажду. Максимально уменьшите потребление сахаросодержащих безалкогольных, в том числе газированных и энергетических напитков, сладких соков.

2. По возможности включайте в ежедневные рационы, следующие пищевые продукты с доказанным полезным действием:

- ♦ ягоды (голубика, черника, земляника, малина, ежевика), богатые полифенольными соединениями, которые стимулируют продукцию клеток-киллеров иммунной системы человека, защищающих сердце и сосуды от воспаления [14];

- ♦ грибы, в состав которых входят незаменимые аминокислоты, витамины группы В и полифенолы;

- ♦ зеленый чай. Катехины зеленого чая, обладающие антиоксидантными свойствами, предотвращают повреждение клеточных мембран продуктами перекисного окисления липидов, снижают риск развития болезней сердца и сосудов, онкологических и нейродегенеративных заболеваний.

3. Читайте и анализируйте информацию, вынесенную на этикетки пищевых продуктов.

4. Питайтесь регулярно и занимайтесь физическими упражнениями (быстрая ходьба – 150 минут в неделю или бег – 75 минут в неделю).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ловкис, З. В. Концепция Государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2020 года / З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова, Е. З. Гарус // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2015. – № 4(30). – С. 42–46;
2. Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года: коллектив авторов: З. В. Ловкис, Е. М. Моргунова, Е. З. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2017. – № 1(35). – С.8–17.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. – дата доступа: 22.02.2017.
4. Теплов, В. И. Физиология питания [текст]: учеб. пособие / В. И. Теплов, В. Е. Боряев. – М: Дашков и Ко, 2006. – 452 с.
5. Dauchet, L. Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: a meta-analysis of cohort studies / L. Dauchet, P. Amouyel, S. Hercberg, J. Dallongeville // J. Nutr. – 2006. – Vol. 136, № 10. – P. 2588–2593.
6. Rizzoli, R. Dairy products, yogurts, and bone health. / R. Rizzoli // Am. J. Clin. Nutr. – 2014. – Vol. 99, Suppl. – P. 1256S–1262S.
7. Effect of omega-three polyunsaturated fatty acids on inflammation, oxidative stress, and recurrence of atrial fibrillation. / L. Darghosian [et. al.] // Am. J. Cardiol. – 2015. – Vol. 11, № 2. – P. 196–201.
8. MAMP (microbe-associated molecular pattern) triggered immunity in plants. / M. A. Newman [et. al.] // Front. Plant Sci. – 2013. – № 4. – P.139.
9. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes: A systematic review and meta-analysis / R. Micha [et. al.] // Circulation. – 2010. – Vol. 121, № 21. – P. 2271–2283.
10. Nestel, P. Trans fatty acids: are its cardiovascular risks fully appreciated? / P. Nestel // Clin. Ther. – 2014. – Vol. 36, № 3. – P. 315–321.
11. Fructose-induced inflammation, insulin resistance and oxidative stress: A liver pathological triad effectively disrupted by lipoic acid. / M. C. Castro [et. al.] // Life Sci. – 2015. – Vol. 137. – P. 1– 6.
12. Raatz, S. K. Consumption of honey, sucrose, and high-fructose corn syrup produces similar metabolic effects in glucose-tolerant and – intolerant individuals / S. K. Raatz, L. K. Johnson, M. J. Picklo // J. Nutr. – 2015. – Vol. 145, № 10. – P. 2265–2272.

13. Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP) / J. A. Cutler [et. al.] // BMJ. – 2007. – Vol. 334, № 7599. – P.885–889.
14. *Burton-Freeman, B. M.* Red raspberries and their bioactive polyphenols: cardiometabolic and neuronal health links/ B. M. Burton-Freeman, A. K. Sandhu, I. Edirisinghe // Adv. Nutr. – 2016. – Vol. 7, № 1. – P. 44–65.

Рукопись статьи поступила в редакцию 13.04.2017

Z. V. Lovkis, V. V. Shylau, V. G. Tsygankou

SCIENCE, NUTRITION AND HEALTH

A balanced diet is the Foundation of health, the main factor determining longevity and performance of a person, contributes to the preservation of natural and acquired immunity of man to disease and stress. The article presents modern ideas about healthy eating, food pyramid, and evidence-based recommendations on the consumption of major food groups.

УДК 642.5:796

В статье представлена обзорная информация, подготовленная по материалам научно-практической конференции «Обеспеченность микронутриентами и угроза их недостаточности в питании населения Гродненской области».

НЕЗАМЕНИМЫЕ ФАКТОРЫ ПИТАНИЯ

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

А. Г. Мойсёнок, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела питания

Научно-практическая конференция «Обеспеченность микронутриентами и угроза их недостаточности в питании населения Гродненской области» состоялась 19 апреля 2017 г. в ГП «Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси» (далее Институт биохимии) в г. Гродно. Проведение Года науки в нашей стране стало удобным поводом для дискуссии ученых НАН Беларуси и Гродненского государственного медицинского университета в присутствии аудитории заинтересованных работников практического здравоохранения, а также будущих медиков и биологов.

Следует отметить, что Гродненский регион (как и ряд других в Беларуси) является геохимической провинцией по микроэлементам (по йоду и селену), дефицит которых в почве и питьевой воде известен достаточно давно. Этот фактор, помимо иных, предопределяет дефицит незаменимых компонентов в пищевых цепях, сказывается на здоровье населения и усугубляет течение ряда алиментарно-зависимых заболеваний [1-5].

Доклад доктора биологических наук А. Ф. Макарчикова «Обеспеченность организма витамином В₁ и возраст» подтвердил актуальность проблемы изучения биохимии витаминов (рис. 1).

Как отметил докладчик, среди тканевых форм тиамин присутствует аденилированное производное тиаминтрифосфата, причастное к адаптации клеток к неблагоприятным условиям, а метаболизм витамина В₁ происходит с участием не менее 10 специфических белков. Их роль может быть значима при некоторых нейродегенеративных заболеваниях, т. к. выявлен дефицит тиамин у лиц пожилого возраста. Исследования на животных показывают, что тиамин



Рис. 1. Выступление д. б. н. А. Ф. Макаричкова

статус может быть повышен приемом высоких доз витамина В₁ с пищей.

Доклад директора Института биохимии, доктора биологических наук Л. И. Надольник «Биологическая роль йода: йодная обеспеченность жителей Гродненского региона» возвратил слушателей к традиционным представлениям образования йод-содержащих гормонов щитовидной железы и обозначил неблагоприятные факторы гормонообразования и нарушения ее функционирования (рис. 2).

Среди них – нерациональное питание с недостаточным содержанием белка, витамина А, микроэлементов цинка, железа, брома, селена, кобальта, меди), а также контаминации пищевых продуктов тиоцианатами, фенолами, нитратами/нитритами и др. Особую угрозу

представляют воздействия, приводящие к окислительному стрессу, что снижает секрецию тиреоидных гормонов. Подтверждены низкие уровни содержания йода в водных источниках Гродненского и Щучинского регионов, а также недостаточная йодная обеспеченность подростков в возрасте 11-14 лет. Разработан экспресс-тест для контроля йодной обеспеченности организма по его исследованию в моче и слюне, а также набор для анализа концентраций йода в биологическом материале.

Обращено внимание, что, несмотря на повсеместное использование йодированной соли в пищевых технологиях, существуют группы риска недостаточности микроэлемента. Дополнительной коррекции, например, путем потребления йодомарина, требуют подростки с эутиреоидным диффузным зобом. По мнению докладчика, следует сосредоточиться на конструировании тиреопротекторных технологий на основе композиций органифицированного йода, низкомолекулярных антиоксидантов, микроэлементов (селен) и разнообразных биологически активных веществ природного происхождения.

Заведующий кафедрой педиатрии Гродненского государственного медицинского университета (далее ГрГМУ), профессор, доктор медицинских наук Н. С. Парамонова (в соавторстве с М. Г. Мысливец) сделала доклад на тему «Дефицит витамина D – роль в развитии патологии детского возраста» (рис. 3).

Автором озвучены классические представления медиков и биологов об основной функции витамина (кальциферола), заключающейся в обеспечении нормального роста и развития костей, предупреждении рахита и остеопороза. Широко известен постулат, что 90 % витамина D синтезируется под влиянием УФ-облучения, тогда как поступление с пищей ограничено фактически только продуктами моря. В тоже время открыты новые, гормональные функции кальциферола и доказаны разнообразные неклассические его свойства, такие как иммуномодулирующий, противовоспалительный, антипролиферативный. Только в 2016 г опубликовано на эту тему 6500 статей в рецензируемых журналах, доказано, что не менее 1000 генов подвержены воздействию витамина D.



Рис. 2. Выступление д. б. н. Л. И. Надольник



Рис. 3. Доклад д. б. н. Л. И. Надольник

Докладчик обратила внимание, что новые представления позволяют оценивать рахит как D-гиповитаминозную хондродистрофию с характерными проявлениями не только костно-хрящевой, но и мышечной ткани. Широко распространен остеопороз у детей, в отдельных регионах СНГ достигающий 45-58 % популяции. Не менее грозны сопутствующие D-недостаточности нарушения иммунного ответа, что проявляется увеличением заболеваемости в холодные периоды года и повышенной инфицированностью гриппом. Убедительны и данные увеличения риска развития сахарного диабета и ревматоидного артрита в связи с низким потреблением кальциферолов. Последние зарубежные наблюдения однозначно свидетельствуют, что прием витамина D в дозе 1100 МЕ приводит к снижению возникновения раковой болезни на 60 %, указывается на эффективную профилактическую дозу в 2000 МЕ. Это требует пересмотра рекомендуемых норм потребления (РНП) витамина.

Что же с обеспеченностью витамином D у нашего населения? Определено, что гиповитаминоз D – тихая эпидемия, т. к. встречается от 30 до 50 % общей популяции населения, более распространен у пожилых людей, женщин детородного возраста и детей. К сожалению, он не всегда распознается врачом персоналом. Здесь существует проблема в ограниченности критериев обеспеченности – определении уровня биомаркера 25(ОН) D в плазме крови (норма, не менее 30-40 нг/мл), тогда как оптимальный уровень может достигать до 100 нг/мл. До 80 % детей (5-18 лет) в осенне-зимний период характеризуются гиповитаминозными состояниями и главной причиной является недостаточная солнечная инсоляция по причине географического положения нашей страны. Играют роль и экологические факторы, нарушение баланса других витаминов, сопутствующие заболевания, а также неблагоприятное течение беременности у матери, недостаточное потребление кальция.

К числу рекомендаций по предупреждению рахитоподобных состояний и дефицита витамина D, помимо УФ-облучения, следует отнести регулярное употребление рыбы и рыбных продуктов (тунец, лосось, палтус, треска, камбала, сельдь), вносящих существенный вклад в обеспеченность организма кальциферолами. Но при развитии глубокого дефицита витамина D речь о приеме значительных доз кальциферолов – не менее 1000 МЕ ежедневно и даже десятков тысяч МЕ еженедельно. Указывается, что неблагоприятных последствий приема витамина D (в частности, возникновения гиперкальциемии) не отмечено до контролируемой дозировки в 400000 МЕ ежедневно. В пределах Таможенного союза действуют РНП, близкие к 400 МЕ. Поэтому повышенное потребление витамина D рекомендуется детям в возрасте до 12 мес. в количестве 400-600 МЕ/сут (максимум 1000 МЕ/сут), а старше 1 года в дозе 600-1000 МЕ/сут. Из этих норм необходимо исходить при обогащении продуктов детского питания. Не следует забывать об одновременном потреблении кальция, потребность в котором для детей 6-12 мес. составляет 500-600 мг/сут, 1-3 лет – 800 мг/сут, 4-6 лет – 900 мг/сут, 7-10 лет – 1100 мг/сут, старше 11 лет – 1200 мг/сут. Важно сочетание потребления кальция в форме цитрата и карбоната с цинком, медью, марганцем и бором.

Доцент кафедры общей гигиены и экологии ГрГМУ, кандидат медицинских наук Е. А. Мойсеенок выступил с докладом на тему «Обеспеченность микронутриентами организма женщин репродуктивного возраста, проживающих в г. Гродно» (рис. 4).

По результатам обследования около 200 человек (женщин репродуктивного возраста, рожениц и новорожденных) дана оценка витаминной обеспеченности и статуса потребления селена в регионе на основании научного обоснования референтных величин. Исследования проводились в сотрудничестве с отделом питания научно-практического центра НАН Беларуси по продовольствию, а их результаты получили высокую оценку на Международном конгрессе по питанию и пищевым технологиям в г. Москве.



Рис. 4. Доклад к. м. н. Е. А. Мойсеенка

На основании полученных материалов докладчик сделал вывод об относительно низкой эффективности продуктов питания как потенциальных витаминосителей в фактическом питании женщин. Тем не менее, зависимости определены в отношении статуса α -токоферола при частом потреблении рыбы, α -каротина при частом потреблении томатов и сладкого перца. В целом выявлен низкий уровень потребления обогащенных, функциональных продуктов, нутрицевтиков. Наиболее важным итогом доложенной работы было разграничение степеней недостаточности микронутриентов у женщин детородного возраста, отраженное в табл. 1.

Таблица 1. Оценка степени риска развития микронутриентного дефицита у женщин репродуктивного возраста по показателям биомаркеров плазмы крови (группа резерва родов / родильницы), %

Микронутриент	Выраженный дефицит	Недостаточность	Субоптимальный статус	Нормальная обеспеченность
β -каротин	- / -	17,8 / 29,4	26,1 / 53,0	56,1 / 17,6
α -токоферол	4,5 / 0	25,2 / 11,8	37,0 / 23,5	33,3 / 64,7
витамин D	9,0 / 33,3	71,2 / 53,4	17,1 / 13,3	2,7 / 0
фолацин	18,3 / 26,7	17,5 / 10,6	36,7 / 22,7	27,5 / 60,0
кобаламин	0,9 / 17,6	3,8 / 41,2	15,9 / 29,4	79,4 / 11,8
селен	36,0 / 88,1	49,6 / 9,5	14,4 / 2,4	0 / 0

Авторами исследований сделано заключение о необходимости дифференцированного обогащения рациона в зависимости от выявленного статуса обеспеченности микроэлементом.

На примере коррекции статуса селена, продемонстрирована эффективность отечественного нутрицевтика, содержащего селенометионин. Проведенные исследования подтвердили также, что белые грибы (в отличие от других продуктов) содержат высокую концентрацию селена (до 95 мкг/100г сухого продукта), что превышает РНП при потреблении указанного количества продукта.

Отмечено, что УФ-инсоляция является действительным фактором улучшения D-витаминного статуса даже в условиях Беларуси, хотя значительно более эффективным является потребление жира печени трески.

В заключении докладчиком высказано предложение по расширенному внедрению ранней диагностики недостаточного витаминного статуса с использованием биохимических индикаторов.

В докладе заведующего кафедрой поликлинической терапии ГрГМУ, доцента Л. В. Янковской «D-гиповитаминоз – актуальный фактор риска развития ряда заболеваний взрослого населения» представлены расширенные данные по эпидемиологии D-гиповитаминоза и его выявляемости у лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями в г. Гродно (рис. 5).

Оказалось, что частота этого гиповитаминоза достигает 60 % среди пациентов и оказывает воздействие на течение заболевания и на эффективность гипотензивной терапии. Докладчик связывает этот факт со снижением концентрации рецепторов к витамину D с возрастом, снижением УФ-облучения, гиподинамией пациентов и ограниченностью природных пищевых источников витамина D. Ситуацию с поступлением витамина D с пищей у жителей г. Гродно и Гродненского района можно оценить как катастрофическую, т. к. уровень его поступления ниже минимума нормы и РНП в 4-20 раз. Это диктует острую необходимость производства продуктов, обогащенных витамином D.

В международном сообществе существуют убедительные доказательства, что недостаток



Рис. 5. Доклад к. м. н. Л. В. Янковской

витамина D является фактором риска развития артериальной гипертензии. Показано, что повышение уровня маркера 25(OH) D в крови на каждые 10 нг/мл снижает риск будущей гипертензии на 12 %. Во многом это относится к частоте заболеваний периферических сосудов, ассоциируется с риском возникновения фатальных осложнений, таких как инфаркт миокарда.

Менее известна роль витамина D в развитии заболеваний костно-мышечной системы. Между тем такие состояния, как снижение мышечной массы, развитие мышечной слабости и повышение риска падений и переломов тесно связаны со статусом витамина D. Установлено, что сила скелетных мышц возрастает прогрессивно с увеличением концентрации 25(OH) D в крови с 4 до 16 нг/мл и выше. При нормализации питания по уровню витамина D и (или) использованию эффективной УФ-инсоляции указанные проявления слабости мышечной системы могут быть устранены. Роль витамина D общеизвестна в развитии сенильного остеопороза, т. к. в возрасте старше 65 лет способность кожи к синтезу витамина D уменьшается в 4 раза. Следовательно, необходимы продукты с повышенным содержанием кальция и витамина D, потребление которых должно быть постоянным и обеспечивать поступление комплекса функциональных (к кальциферолам) витаминов, т. е. обладающих синергичным действием.

По мнению автора, безусловно необходим регулярный контроль уровня 25(OH) D в крови, о чем свидетельствуют разработанные рекомендации по Центральной Европе. Доказанный профилактический эффект нормализации оптимизации D-витаминного статуса касается любых переломов, падений, заболеваемости сахарным диабетом, гриппом, болезнью верхних дыхательных путей и онкопатологии. Последнее прослежено на уменьшении риска возникновения колоректального рака, меланомы и некоторых других форм раковых заболеваний.

Природа взаимосвязей нарушения D-витаминного статуса и иммунной системы организма раскрыта в докладе заведующего кафедрой клинической лабораторной диагностики и иммунологии ГрГМУ, профессора, доктора медицинских наук С. А. Ляликова на тему «Аутоиммунные заболевания и витамин D» (рис. 6).

Остановившись на патогенезе аутоиммунных заболеваний, докладчик обратил внимание на свойства синовиальных Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов и макрофагов, в большом количестве секретирующих интерлейкины – факторы локального и системного воспаления. Оказалось, что ревматоидный артрит может быть воспроизведен при имплантации в хрящевую ткань синовиальных фибробластов, полученных от больных. Возникающий ответ приводит к деструкции хрящевой и костной ткани и при различном инфицировании и дефиците витамина D провоцирует развитие ревматоидного артрита. Более чем у 54 % пациентов диагностирован дефицит витамина D, а у 37,6 % – его недостаточность. Сказывается и уровень солнечной инсоляции. Таким образом, по мнению докладчика, совершенно очевидна необходимость применения кальциферолов (включая диетологический подход) в комплексной терапии ревматоидных заболеваний.

Доклад сотрудника Института биохимии С. Н. Кирко (в соавторстве с профессором, доктором биологических наук В. У. Буко) «Полиненасыщенные жирные кислоты в питании. Возможные риски потребления пальмового масла?» представил существенное изменение парадигмы потребления жиров, характерное для последнего десятилетия (рис. 7).

По мнению авторов, наблюдаются следующие изменения:

- ♦ максимальное исключение потребления насыщенных жиров животного происхождения, применение низкожировых диет;
- ♦ замена животных жиров растительными;



Рис. 6. Доклад д. м. н. С. А. Ляликова

- ♦ модификация (гидрогенизация) растительных жиров в пищевой промышленности, использование транс-жиров;
- ♦ замена модифицированных растительных жиров;
- ♦ «реабилитация» жиров животного происхождения.

В отличие от известных результатов снижения фатальной сердечной патологии при уменьшении жирового компонента диеты, представлены статистические данные 1988–2012 гг. из Швеции, демонстрирующие (по частоте инфаркта миокарда) отсутствие такой зависимости. Это находится в соответствии с заключением экспертов Гарвардского университета социальной гигиены и организации здравоохранения о том, что



Рис. 7. Доклад С. Н. Кирко

общее количество жира в питании не приводит к ожирению и сопутствующим заболеваниям. Эта, далеко не однозначная точка зрения, не соответствует развернувшейся дискуссии о фактическом потреблении транс-жиров и пальмового масла. Приведены сведения о возможных неблагоприятных и положительных результатах потребления пальмового масла.

Моделирование авторами высокожировой диеты с рапсовым или пальмовым маслом в целом не выявило критических различий в состоянии липидного обмена у подопытных животных, но оставило в стороне негативный эффект пальмового масла на состояние в тканях омега-3 кислот, неопределенность транспорта жирорастворимых витаминов и других биологически активных соединений, а также стрессогенные последствия его потребления. Авторами показано, что снижение уровня незаменимой α -линоленовой кислоты является негативным эффектом потребления пальмового масла.

Заключительный доклад автора настоящей публикации «Рекомендуемые схемы предупреждения и коррекции поливитаминовой недостаточности и дефицита селена» (рис. 8) обобщил данные многолетних исследований ведущих витаминологических лабораторий СНГ по распространенным нарушениям полноты и сбалансированности питания, которые можно свести к следующему:

- ♦ превышение калорийности рациона над уровнем энергозатрат, что приводит к избыточной массе тела и ожирению среди детского (до 20 %) и взрослого (более 55 %) населения;
- ♦ избыточное потребление жира — более 35 % калорийности;
- ♦ избыточное потребление добавленного сахара и соли;
- ♦ недостаточное потребление большинства витаминов группы В, D, С, Е, каротиноидов;
- ♦ недостаточное потребление минеральных веществ, в том числе в условиях природного йоддефицита.



Рис. 8. Выступление д. б. н. А. Г. Мойсеенка

У большинства представителей различных групп населения, наблюдается полимикронутриентная и полисезонная недостаточность, независимо от возраста, профессии, места проживания, сопутствующего заболевания, или его риска.

Восполнение дефицита микронутриентов за счет натуральных пищевых продуктов невозможно, т. к. это приводит к избыточной массе тела, а в последующем, ожирению.

Особенно критическими, по данным изучения витаминного статуса жителей московского региона, является обеспеченность бета-каротином, фолиевой кислотой, рибофлавином, а так-

же (60-70 % случаев) витамином Д. Витаминный статус усугубляется сопутствующим развитием гипертонии (дефицит витамина В₆ у 52 % пациентов, а бета-каротина у 78,5 %). Данные гродненских ученых свидетельствуют о распространенном риске дефицита витаминов у женщин репродуктивного возраста.

Эти данные указывают, что современная витаминология, опираясь на результаты биохимических исследований биомаркеров витаминного статуса, четко разграничивает степень риска дефицита и таким образом обосновывает границу рекомендуемого потребления обогащенных и функциональных продуктов в поддержании здоровья человека.

Основные пути восполнения дефицита микронутриентов в питании следующие:

- ♦ Прием витаминных или витаминно-минеральных комплексов (биологически активных добавок к пище) (в дозе 50-100 % РНП).
- ♦ Внесение витаминно-минеральных комплексов (премиксов или белково-витаминно-минеральных композитных смесей) в готовые блюда или выпечку
- ♦ Включение в рацион обогащенных микронутриентами пищевых продуктов массового потребления промышленного производства,
 - ♦ одна порция которых содержит от 15 до 50 % от рекомендуемого суточного потребления витаминов и/или минеральных веществ:
 - хлебобулочные изделия;
 - соки, нектары, напитки;
 - молочные продукты (молоко, йогурты, творожки);
 - йодированная соль.
 - зерновые продукты (каши, мюсли, хлопья и др.);
- ♦ Включение в рацион обогащенных витаминами и минеральными веществами специализированных пищевых продуктов для пациентов с различными заболеваниями (набор витаминов и минеральных веществ в которых научно обоснован и подобран под конкретную патологию)

Дозовые ограничения профилактического применения (потребления) витаминов определены достаточно условно: в биологически активных добавках к пище (нутрицевтиках, биокорректорах) до 300 % рекомендуемого суточного потребления (в РБ до 200 %) и в обогащенных пищевых продуктах от 15 до 50 %. Соотношение различных способов обогащения рациона микронутриентами показывает рисунок, характеризующий потребление витаминов подростками в Германии.

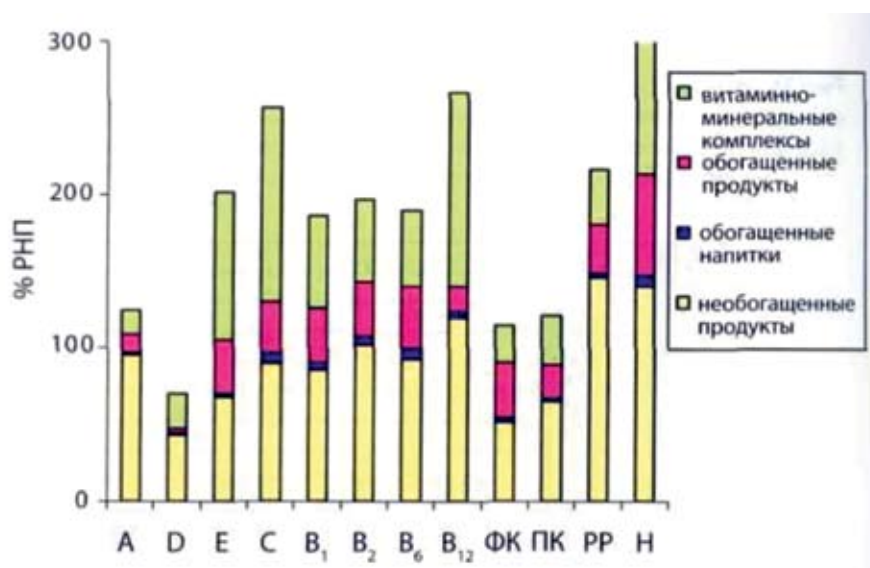


Рис. 1. Поступление витаминов с рационом подростков в возрасте 13–18 лет за счет различных групп пищевых продуктов и витаминно-минеральных комплексов

Примечание: за 100 % принята величина рекомендуемого потребления микронутриентов

Данные свидетельствуют о сниженном потреблении фолиевой и пантотеновой кислот, витамина Д и других витаминов с небогащенными продуктами и относительно низкой доли вклада в витаминный статус при потреблении обогащенных продуктов и напитков.

По мнению В. М. Коденцовой (г. Москва) прием витаминно-минеральных комплексов с дозировкой витаминов в 50 % РНП (т. е. предельная величина обогащенного продукта) обеспечивает нормализацию С-витаминного статуса в течение 20 дней, Е-витаминного статуса – 2 месяца, В₂-В₆- витаминного статуса 2-4 месяца. Эти сроки сокращаются до 1,5-6 недель если комплекс содержит 100 % РНП и до 2-3 недель – при 300 % РНП. Следовательно, прием комплексов и добавок с 50 % РНП только предотвращает ухудшение обеспеченности, а ликвидация дефицита или полное насыщение организма возможны при дополнительном приеме от 100 до 300 % РНП микронутриентов.

Получает развитие концепция В. Б. Спиричева, заключающаяся в обогащении пищевых продуктов витамином Д + 12 витаминов, что эффективно нормализует Д-витаминный статус. По результатам исследований в г. Гродно применение обогащенного сухого напитка, содержащего 400 МЕ холекальциферола и комплекс витаминов, через 1-3 месяца потребления у лиц с дефицитом витамина, привело к достижению оптимальной обеспеченности у 70 % пациентов и улучшению показателей гемодинамики.

Эффективность витаминизации рациона особенно ярко проявляется в развитии детского организма, в том числе на динамике становления когнитивных функций. По данным российских исследователей до 55 % детей разных возрастов вообще не принимают поливитамины, БАД или обогащенные продукты. У взрослых, этот процент достигает 66-83 %. Естественно, что значительная часть населения подвержена риску развития дефицита микронутриентов, повышенной заболеваемости, хронизации болезней, осложненного течения заболеваний, увеличению сроков госпитализации. Не существует альтернативы высказанной четверть века назад аксиоме:

«Даже идеально построенный сбалансированный рацион взрослых, рассчитанный на 2500 ккал в день, дефицитен по большинству витаминов, по крайней мере на 20 %».

Это открывает широкие возможности для специалистов пищевой промышленности в целенаправленном обогащении пищевого сырья и продуктов, разработке новых рецептур обогащения, комплексных пищевых добавок. Хорошим подспорьем, если не образцовым учебником для специалистов отрасли может стать книга В. М. Коденцовой «Витамины», в которой технология обогащения витаминами и минеральными веществами продуктов массового потребления уделено первостепенное значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Надольник, Л. И.* Биологическая роль йода: проблемы профилактики и коррекции йодного дефицита / Л. И. Надольник // Современные тенденции развития биогеохимии. Труды биогеохимической лаборатории. – Т. 25. – М.: Геоохии РАН, 2016. – С. 168–183.
2. Питание и обмен веществ: сб. науч. статей; редкол.: Мойсеёнок А. Г. (ред.). – Минск: Белорусская наука. – Вып. 3 (4). – 2008, 2016.
3. Практические рекомендации по поступлению витамина Д и лечение его дефицита в центральной Европе – рекомендуемое потребление витамина Д среди населения в целом и в группах риска по дефициту витамина Д / П. Плудовский [и др.] // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2014. – № 2. – С. 109-118.
4. Современные лечебно-профилактические технологии коррекции D-витаминного статуса: преодоление риска недостаточного и избыточного потребления кальциферолов / Е. А. Мойсеёнок [и др.] // Медицина. – 2016. – № 4(95). – С. 39-55.
5. *Коденцова, В. М.* Витамины / В. М. Коденцова. – Москва: МИА, 2015. – 402 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 26.04.2017

A. G. Moiseyovok

INDEPENDENT FACTORS OF NUTRITION

The article presents overview information prepared on the basis of the materials of the scientific and practical conference «Micronutrient supply and the threat of their insufficiency in feeding the population of the Grodno region».

УДК 664.66.03+664.659

В статье приведены сведения об инновационных технологиях производства хлебобулочных изделий, позволяющих удлинить сроки годности, при этом обеспечив качественные показатели продукции. Сформулированы их основы, а также аргументированы преимущества и роль данных технологий в безопасности выпускаемых хлебобулочных изделий.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Государственное предприятие «Белтехнохлеб», г. Минск, Республика Беларусь

*Н. С. Лаптенюк, заместитель директора;
Л. И. Севастей, главный технолог*

В современных условиях рыночной экономики один из самых актуальных вопросов – конкурентоспособность продукции.

Повышенным спросом у современного потребителя пользуются пищевые продукты с хорошими органолептическими, функциональными, питательными свойствами и традиционным, «здоровым» внешним видом. Потребитель ожидает, что наличие этих качеств у пищевых продуктов гарантирует их безопасность, минимальное количество используемых добавок и «технологических» нововведений. При этом продукты должны иметь длительный срок годности, быть удобными в употреблении. Достижение длительного срока годности, кроме того требует безопасности и сохранения качества продукта при хранении.

Все пищевые продукты состоят из первичных биоматериалов, которые со временем неизбежно портятся. Ухудшение качества и порчу пищевых продуктов предотвратить невозможно, однако можно замедлить процессы ухудшения качества, для чего необходим правильный подбор рецептур, способов технологической обработки, упаковки, хранения и транспортировки пищевых продуктов. Основная причина порчи пищевых продуктов – это деятельность микроорганизмов. Как известно, микробиологическая порча зачастую является первопричиной снижения качества продукта при переменных температурных и влажностных условиях окружающей среды.

Процессы консервирования увеличивают сроки годности пищевых продуктов, инактивируя микроорганизмы или изменяя состояние продукта и условия внешней среды таким образом, чтобы остановить или замедлить развитие микроорганизмов. Для удлинения сроков годности хлебобулочных изделий в упаковке с целью предотвращения плесневения используют физические, химические и биологические способы ингибирования спор плесневых грибов.

Государственным предприятием «Белтехнохлеб» впервые в республике разработаны технологии:

- ♦ тепловая стерилизация хлебобулочных изделий;
- ♦ заморозка тестовых заготовок высокой степени готовности и хлебобулочных изделий.

Стерилизация хлебобулочного изделия – консервирование хлебобулочного изделия путем подавления в нем жизнедеятельности микроорганизмов [1].

Тепловая стерилизация хлебобулочных изделий – это тепловая обработка упакованных хлебобулочных изделий. Высокие температуры губительно влияют на микроорганизмы, находящиеся на поверхности хлебобулочного изделия и в нем, что в свою очередь обеспечивает безопасность этого продукта за счет повышения его стойкости к развитию микроорганизмов на поверхности и в толще изделия и тем самым продлевает сроки его годности.

Специалистами Государственного предприятия разработано 2 технологии тепловой стерилизации хлебобулочных изделий (хлеба из муки ржаной хлебопекарной, муки пшеничной, смеси ржаной хлебопекарной и пшеничной муки, булочных и сдобных булочных изделий, в том числе диетических профилактического питания и обогащенных), вырабатываемых подовыми и формовыми массой 0,3 кг и более:

- ♦ тепловая одноступенчатая стерилизация;
- ♦ тепловая двухступенчатая стерилизация.

В ходе выполнения исследований проведена работа по изучению упаковочных материалов для хлебобулочных изделий, подвергаемых тепловой стерилизации.

При подборе упаковки для хлебобулочных изделий, подвергающихся тепловой стерилизации, следует учитывать тот факт, что во-первых, она должна быть устойчивой к действию высоких температур, не терять свой внешний вид и структуру, не деформироваться, а, наоборот, защищать хлеб от чрезмерного воздействия высоких температур на его поверхности, во-вторых в дальнейшем при хранении защищать хлеб от возможности обсемененности его неблагоприятной микрофлорой [2].

Основными направлениями в изучении упаковочных материалов являлись их безопасность, устойчивость к воздействию высоких температур и влияние толщины пленки на сохранение свежести и сроки годности стерилизованных хлебобулочных изделий при хранении. В ходе проведенных работ по стерилизации хлебобулочных изделий были использованы пленки пищевые толщиной от 25 до 72 мкм на основе различных полимерных материалов. Самыми распространенными полимерами при изготовлении пленок пищевых являются полиэтилен, полипропилен и полиэтилентерефталат. При изучении их температур плавления установили, что температура плавления полиэтилена высокого давления (ПЭНП) – 105-115 °С, полиэтилена низкого давления (ПЭВП) – 130-135 °С, полипропилена – 185,25 °С, температура плавления полиэтилентерефталата – 260 °С. По результатам исследований выявлено, что при укупоривании хлебобулочных изделий на горизонтальной упаковочной машине в пленку по толщине более плотную, швы получаются более прочными, что препятствует прохождению воздуха внутрь упаковки, и в свою очередь предотвращает развитие микробиологической порчи стерилизованных хлебобулочных изделий в течение более длительного периода хранения. Однако на процесс черствения, в процессе хранения, толщина пленки влияет незначительно. В процессе отработки параметров стерилизации хлебобулочных изделий в различных видах упаковки установили, что оптимальными температурами воздействия на упаковочные материалы, при которых не происходит нарушение целостности упаковки, были температуры в пределах от 100...130 °С.

Кроме того, были проведены исследования температуры в центре мякиша хлебобулочных изделий, подвергнутых тепловой стерилизации, при помощи электронного идентификатора – технохрон DS1922 (рис. 1).

Изменение температуры в центре мякиша электронный идентификатор фиксировал каждую секунду в течение 60 минут. Полученные данные были обработаны при помощи персональной ЭВМ. В результате установлено, что при проведении тепловой стерилизации хлебобулочных изделий при температурах 100 °С и 110 °С максимальные прогревы центра мякиша образцов достигают температуры 88 °С и 94 °С по истечении 60 минут соответственно.



Рис. 1. Электронный идентификатор – технохрон DS1922

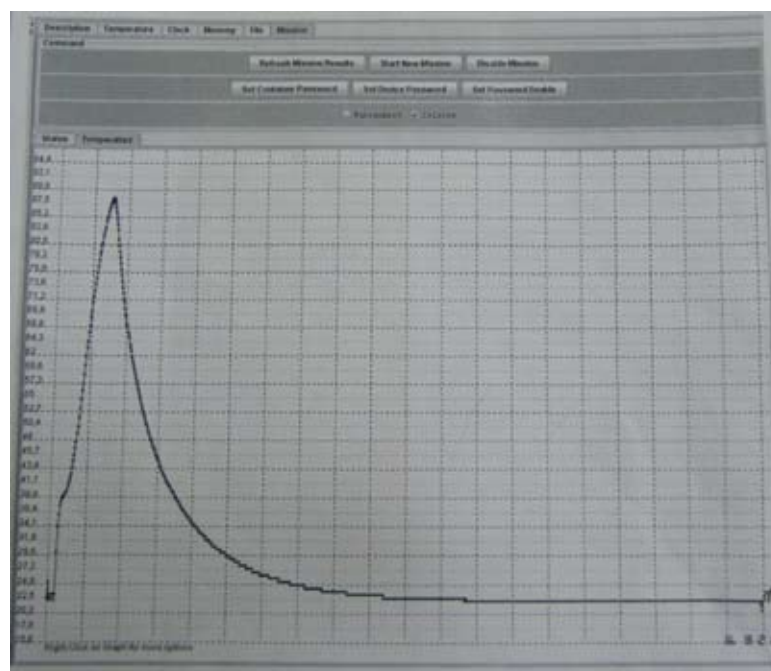


Рис. 2. График зависимости изменения температуры в центре мякиша хлебобулочных изделий при проведении тепловой стерилизации от времени

При таких температурных режимах происходит подавление жизнедеятельности микроорганизмов не только на поверхности изделий, но и внутри мякиша.

На основании многочисленных научно-исследовательских и опытно-технологических работ, проведенных на ОАО «Слуцкий хлебозавод» и хлебозаводе № 3 г. Минска, Государственным предприятием «Белтехнохлеб» разработаны технологии тепловой стерилизации хлебобулочных изделий.

Для проведения тепловой стерилизации охлажденные хлебобулочные изделия упаковываются в пленку и/или пакеты из полипропилена толщиной от 25 до 72 мкм, гарантирующие сохранность, качество и безопасность изделий в процессе транспортирования, хранения и реализации. Тепловая стерилизация упакованных хлебобулочных изделий осуществляется в хлебопекарных печах различных типов и конструкций при температурах достигающих 110 °С. После процесса тепловой стерилизации хлебобулочные изделия укладываются на лотки вагонеток или контейнеров, или в кулера для охлаждения в течение 2-4 часов при температуре 20±5°С и относительной влажности воздуха не более 75 %.

По результатам исследований в Государственном учреждении «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» и в РУП «Научно-практический центр гигиены» проведена санитарно-гигиеническая экспертиза и установлены следующие сроки годности стерилизованных хлебобулочных изделий, упакованных в пакеты и/или пленку полипропиленовую при температуре хранения не ниже +6 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %:

- ♦ хлеба белорусские (СТБ 639) – 60 суток;
- ♦ хлеб из пшеничной муки (СТБ 1009) – 24 дня;
- ♦ изделия булочные (СТБ 1045) – 24 дня;
- ♦ изделия сдобные булочные (СТБ 1045) – 60 суток;
- ♦ изделия хлебобулочные диетические и обогащенные (СТБ 1007):
- ♦ диетические: хлебобулочные изделия с повышенным содержание пищевых волокон – 4 суток;
- ♦ обогащенные хлебобулочные изделия – 4 суток;
- ♦ диабетические хлебобулочные изделия – 40 суток.

На основании проведенных научно-исследовательских и опытно-технологических работ разработан необходимый комплект технической и технологической документации:

- ♦ ТУ ВУ 101163237.238-2015 «Изделия хлебобулочные, консервированные методом тепловой стерилизации»;
- ♦ ТИ ВУ 101163237.1015-2015 «Технологическая инструкция по стерилизации хлебобулочных изделий».

Хочется рассказать еще об одной инновационной разработке нашего предприятия – технологии заморозки тестовых заготовок высокой степени готовности и хлебобулочных изделий.

На сегодняшний день рынок замороженных полуфабрикатов хлебобулочных изделий, а также готовых изделий – один из самых динамично развивающихся направлений. Заморозка хлебобулочных изделий позволяет предложить потребителю в любое время суток широкий ассортимент свежих изделий. Производство замороженных полуфабрикатов, изделий из теста и их последующее доведение до готовности в условиях пекарен или в домашних условиях становятся одним из ведущих направлений развития производства так называемой «удобной пищи».

В ходе проведения исследований были выявлены основные способы заморозки хлебобулочных изделий (*ржано-пшеничных заварных и незаварных хлебобулочных изделий, сдобных и булочных изделий*):

- ♦ заморозка тестовых заготовок высокой степени готовности;
- ♦ заморозка готовых хлебобулочных изделий.

Для замораживания изделий использовали камеры глубокой заморозки с температурой внутри минус 30-35°C, а хранение осуществляли при температуре минус 18°C.

В ходе проведения шоковой заморозки хлебобулочных изделий исследовано влияние рецептурного состава изделия, формы, массы изделий, технологии приготовления, вида упаковки, способов замораживания и размораживания на качество конечного продукта.

Хлебобулочные изделия из пшеничной муки замораживали с различным содержанием сахара и жира:

- ♦ без внесения сахара и жира;
- ♦ с внесением 2 % и 8 % сахара;
- ♦ с внесением 2 % и 8 % жировых продуктов (маргарина);
- ♦ с одновременным внесением сахара и маргарина в количестве: 4 % сахара и 6 % маргарина; 8 % сахара и 8 % маргарина.

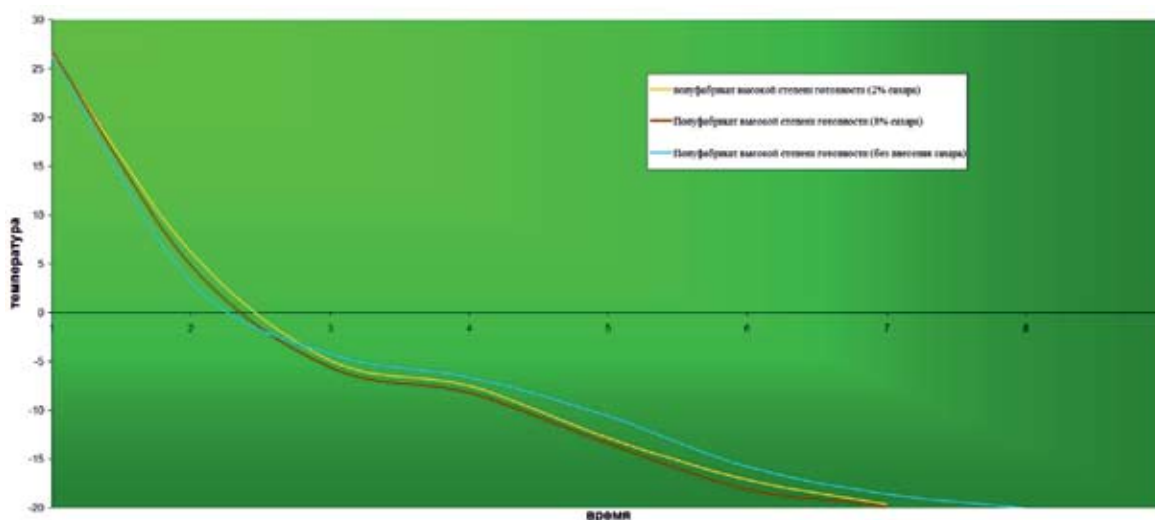


Рис. 3. Влияние сахара на процесс замораживания полуфабрикатов хлебобулочных изделий высокой степени готовности

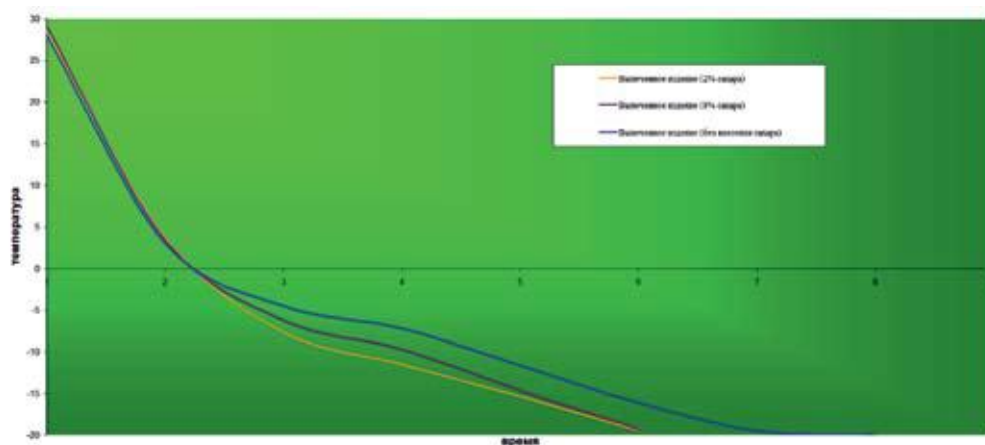


Рис. 4. Влияние сахара на процесс замораживания выпеченных хлебобулочных изделий

Изучение влияния сахара на процесс замораживания полуфабрикатов и готовых изделий, показало, что внесение сахара в рецептуру хлебобулочных изделий ускоряет процесс замораживания (разница между контрольным и исследуемыми образцами составляет от 0,5 ч до 1,0 ч) (рис. 3, 4).

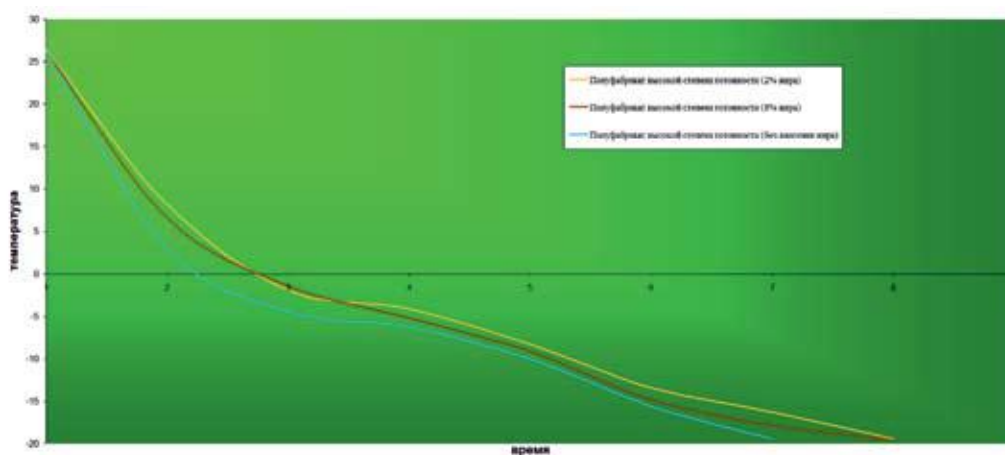


Рис. 5. Влияние жира на процесс замораживания полуфабрикатов хлебобулочных изделий высокой степени готовности

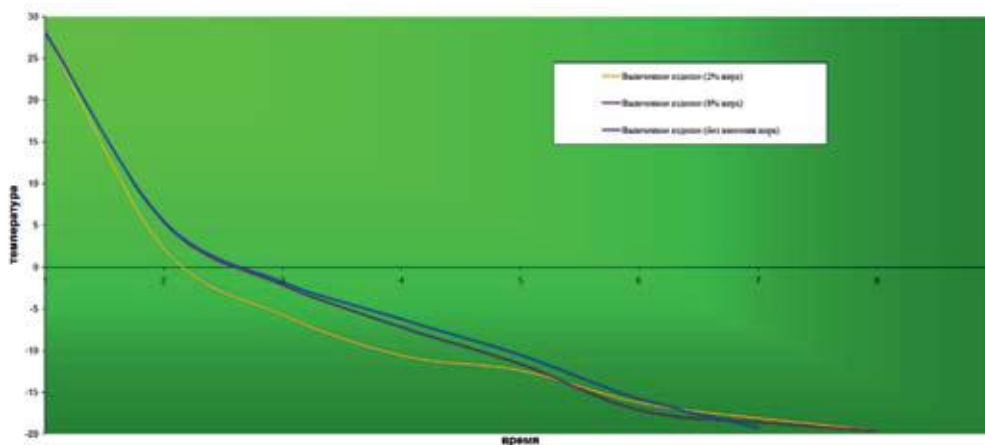


Рис. 6. Влияние жира на процесс замораживания выпеченных хлебобулочных изделий

Внесение в рецептуру хлебобулочных изделий жира слегка замедляет процесс замораживания (разница между контрольным и исследуемыми образцами составляет от 0,5 ч и выше) (рис. 5, 6).

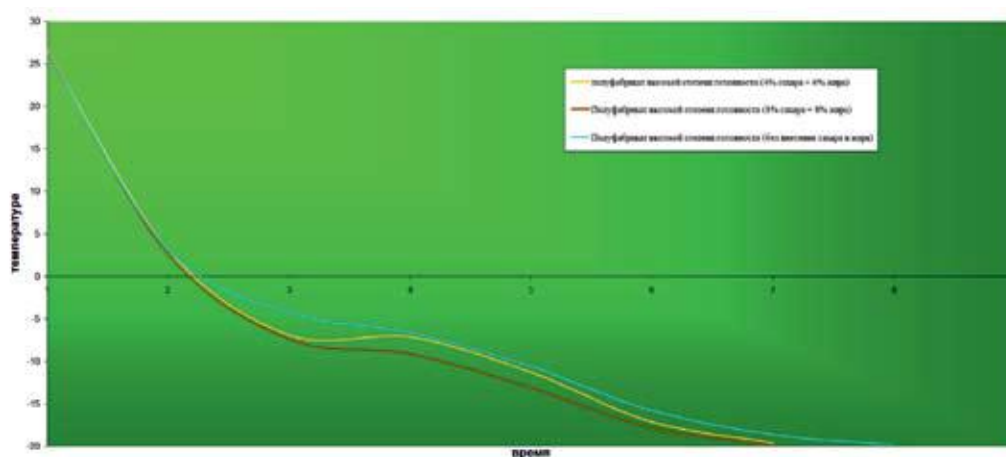


Рис. 7. Влияние сахара и жира на процесс замораживания полуфабрикатов хлебобулочных изделий высокой степени готовности

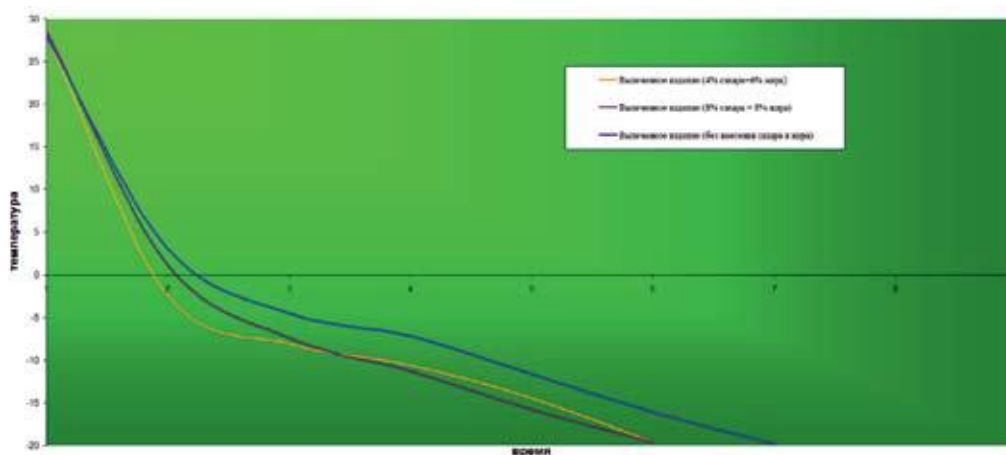


Рис. 8. Влияние сахара и жира на процесс замораживания выпеченных хлебобулочных изделий

Совместное внесение сахара и жира в рецептуру хлебобулочных изделий ускоряет процесс замораживания (разница между контрольным и исследуемыми образцами составляет 0,5 ч) (рис. 7, 8).

Также проведены исследования различных технологических приемов при производстве изделий из пшеничной муки с целью получения после размораживания изделий с хорошими потребительскими качествами.

Считается, что наиболее важным фактором стабильности замороженного теста является обратная зависимость между продолжительностью процесса брожения перед замораживанием и стабильностью дрожжей в дрожжевом тесте [3].

В результате проведения производственных выпечек установлено, что при производстве тестовых заготовок из пшеничной муки использование улучшителя совместно с увеличенной дозировкой дрожжей и применением «холодной» технологии (*сокращается продолжительность расстойки*) способствует сохранению и улучшению качества хлебобулочных изделий после размораживания (*объем выше, пористость, эластичность мякиша лучше, чем у контрольного*).

В производственных условиях отработаны технологические режимы производства частично выпеченных заготовок до и после замораживания. Сравнительная оценка органолептических

показателей выпеченных и частично выпеченных заготовок показала, что после допекания изделия имели такой же цвет и форму, как и у контрольного образца. Мякиш изделий после допекания – пропеченный, эластичный, не влажный на ощупь, пористость – равномерно развитая, без пустот и уплотнений. Физико-химические показатели (влажность, кислотность, пористость) после допекания практически не отличались от показателей выпеченных изделий. В результате проведенной работы установлено, что при производстве частично выпеченных заготовок не нарушается ход ведения технологического процесса и качество продукции. По органолептическим и физико-химическим показателям качества выпеченные изделия и частично выпеченные заготовки соответствуют требованиям ТНПА.

По результатам исследований влияния формы и массы замороженных хлебобулочных изделий на сохранность качественных характеристик выявлено: чем больше удельная поверхность (удлиненная форма – багет) и чем меньше масса, тем быстрее проходит процесс замораживания/размораживания.

Кроме того, установлена закономерность: чем больше увлажнение тестовой заготовки перед посадкой в печь, тем менее морщинистой и шелушащейся будет поверхность готового изделия после размораживания.

Проведенные исследования по замораживанию упакованного ржано-пшеничного хлеба (*заварные и незаварные*), булочных и сдобных булочных изделий, их полуфабрикатов (*тестовые заготовки высокой степени готовности*), в условиях шоковой заморозки показали, что вид упаковки практически не влияет на органолептические и физико-химические показатели качества готовой продукции. Органолептические показатели качества изделий, после размораживания имели хороший внешний вид: цвет поверхности остался прежним, состояние мякиша выпеченных образцов после размораживания не изменилось – пропеченный, эластичный, с равномерно развитой пористостью, без пустот. Физико-химические показатели: пористость изделий, полученных из замороженных выпеченных изделий, была на уровне образцов, которые не подвергались замораживанию; влажность изделий в процессе хранения в замороженном виде уменьшилась на 0,5–1,6 %.

Также проведены исследования по определению влияния процесса размораживания на качество хлебобулочных изделий в разных условиях (без упаковки в естественных условиях; в упаковке в естественных условиях; без упаковки в СВЧ). Установлено, что наиболее приемлемым способом размораживания изделий и п/ф из пшеничной муки является размораживание в естественных условиях (*при температуре помещения 22–24 °С и относительной влажности воздуха 70–74 %*).

Если хлебобулочные изделия качественные и безопасны в микробиологическом отношении, замораживание и последующее низкотемпературное хранение поддерживает и продлевает их микробиологическую безопасность. Быстрое замораживание (до -20 °C в течение 30 мин) меньше повреждает пищевые компоненты и микробные клетки по сравнению с медленным (до -20 °C в течение 3–72 ч) вследствие образования небольших кристаллов льда, которые менее деструктивно действуют на биологические мембраны, чем крупные кристаллы, образующиеся при медленном замораживании. С точки зрения качества хлебобулочных изделий быстрое размораживание также более благоприятно по сравнению с медленным [4].

Показателем, характеризующим свежесть хлеба, служит крошковатость мякиша. В процессе хранения крошковатость хлеба увеличивается. Поэтому данный показатель считается одним из важных факторов, характеризующих степень черствения изделий. В ходе исследований влияния процесса глубокой заморозки на качество частично выпеченных и выпеченных хлебобулочных изделий по истечении 7,2 месяца хранения при температуре минус $(18\pm 5)\text{ °C}$ выявлено, что в изделиях происходит процесс «старения» крахмала, о чем свидетельствует снижение показателя набухаемости мякиша и незначительное увеличение показателя крошковатости. Также незначительно изменяется влажность мякиша готовых изделий, полученных из замороженных выпеченных изделий, а влажность мякиша готовых изделий, полученных из замороженных частично выпеченных заготовок, практически не отличается от контрольного образца (*контрольный образец – готовое выпеченное изделие, не подвергавшееся заморозке*). Анализ данных показателей

крошковатости и набухаемости мякиша готовых изделий (рис. 9, 10) свидетельствуют о том, что гидрофильные свойства мякиша и способность его крошиться изменились незначительно.

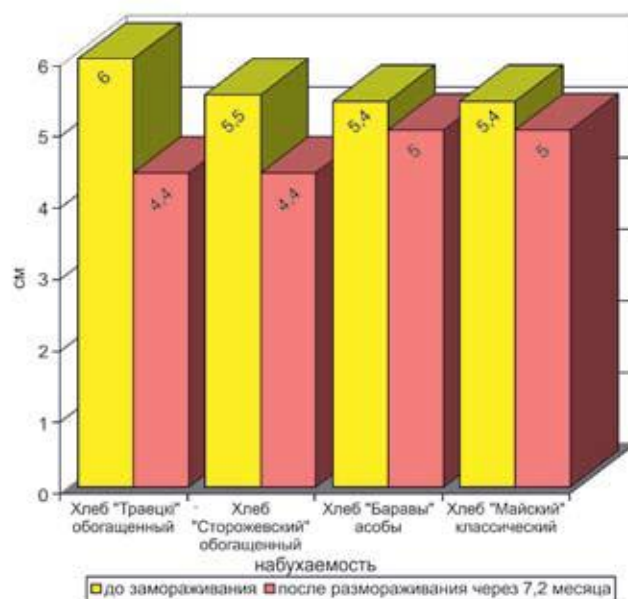


Рис. 9. Влияние процесса глубокой заморозки на показатель набухаемости мякиша хлеба

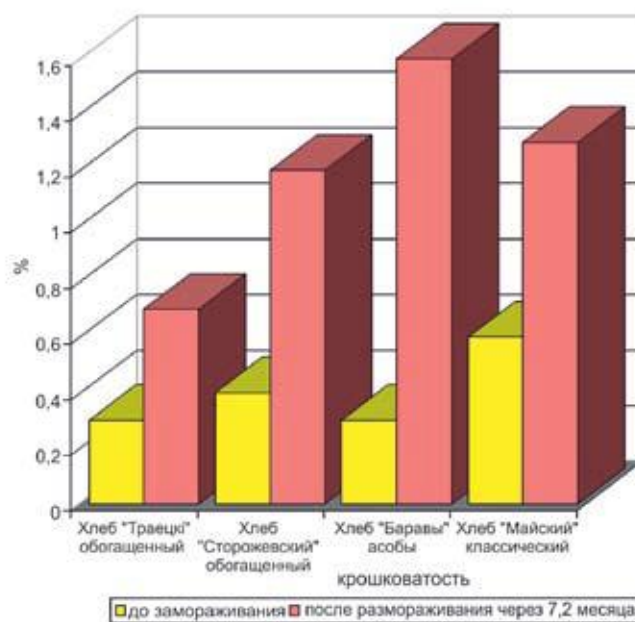


Рис. 10. Влияние процесса глубокой заморозки на показатель крошковатости мякиша хлеба

Технология глубокой заморозки предполагает более длительный срок годности замороженных хлебобулочных изделий.

С этой целью и на основании предварительных исследований хлебобулочных изделий в ГУ «Республиканский центр гигиены и общественного здоровья» были установлены сроки годности: для изделий сдобных и булочных глубокой заморозки 5 месяцев и 6 месяцев для хлебов белорусских заварных и незаварных, готовых и частично выпеченных на 90 %, упакованных в пакеты полипропиленовые, при температуре хранения минус $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

На основании исследований разработаны и утверждены технологические инструкции по глубокой заморозке хлебобулочных изделий и рекомендации по приготовлению хлебобулочных изделий из замороженных выпеченных хлебобулочных изделий, тестовых полуфабрикатов и изделий из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Поландова, Р. Д.* Повышение микробиологической устойчивости хлебобулочных изделий при хранении / Р. Д. Поландова, С. П. Полякова // Хлебопекарное и кондитерское производство. – 2003. – № 1 – С.17–18.
2. *Розанцев, Э. Г.* Потребительская упаковка / Э. Г. Розанцев // Тара и упаковка. – 1999. – № 2. – С. 88–90.
3. *Кульп, К.* Производство изделий из замороженного теста / К. Кульп, К. Лоренц, Ю. Брюмер; под ред. К. Кульп. – Санкт-Петербург: Профессия, 2005. – С. 45.
4. *Зельман, Г. С.* Технология замораживания хлебобулочных и мучных кондитерских изделий / Г. С. Зельман, Т. Н. Ильинская; под ред. Г. С. Зельман. – Москва: Пищевая промышленность, 1969. – С. 33.

Рукопись статьи поступила в редакцию 05.04.2017

N. S. Laptsenak, L. I. Sevastsei

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE BAKERY PROLONGING THE LIFE OF FOOD

The article presents information on innovative technologies of production of bakery products, allowing to extend the shelf life, while ensuring the quality of the produce. Formulated their Foundation and argued the benefits and role of these technologies in the safety of bakery products produced.

УДК 664:76

В статье показан процесс производства пшеничных отрубей в ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов», проведен анализ их состава и качества, определена фракция с оптимальными качественными показателями для производства добавки обогатительной пищевой. Разработана технологическая схема ее производства. Определены качественные характеристики добавки обогатительной пищевой из пшеничных отрубей.

ПРОИЗВОДСТВО ДОБАВКИ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ПИЩЕВОЙ НА ОСНОВЕ ПШЕНИЧНЫХ ОТРУБЕЙ

**УО «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*Е. В. Коляда, кандидат технических наук,
доцент кафедры товароведения продовольственных товаров*

ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов», г. Минск, Республика Беларусь

*М. Д. Ганеева, заместитель директора по качеству —
начальник производственно-технической лаборатории*

Рациональное использование основного сырья, увеличение выходов готовой продукции и уменьшение количества вторичных продуктов являются важными и актуальными задачами

для пищевой, в том числе и для мукомольной, промышленности,. В настоящее время переработка зерна пшеницы проводится в соответствии с утвержденными Департаментом по хлебопродуктам видами помолов, ассортиментом и рекомендациями Правил организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах, а также промышленным технологическим регламентом (ПТР РБ 600013186.1.003-2006).

Производство муки пшеничной на ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов» осуществляется по технологической схеме трехсортного 75 % помола пшеницы по двум параллельно работающим секциям. Непосредственно размол зерна в сортовую муку происходит в размольном отделении мельницы.

В результате размола получают муку пшеничную высшего, первого и второго сортов, сорта «Экстра», сорта «Крупка», крупу манную, крупку пшеничную дробленую, муку крупитчатую «Минскую», хлопья пшеничные зародышевые и побочный продукт – отруби.

Технологическая схема размола включает в себя размольный и вымольный процесс. Размольный процесс предназначен для измельчения мелкой крупки, жесткого и мягкого дунстов полученных в драном, шлифовочном процессах и извлечения максимального количества муки и включает 10 систем. Каждая размольная система состоит из вальцового станка А1-БЗ-3Н и отсева РЗ-БРБ. Перед каждым вальцовым станком установлены магнитные сепараторы марки У1-БММ для выделения металломагнитных примесей из продуктов размола.

Вымольный процесс предназначен для максимального отделения частиц эндосперма, алейронового слоя от оболочек. Для вымола оболочек драных систем применяются бичевые вымольные машины А1-БВГ.

Сходовая фракция с сит диаметром 3,5 и 4 мм – пищевые отруби. Вымол оболочек размольных систем осуществляется на вальцовых станках 9-й и 10-й размольных систем. Отруби драных и размольных систем (кроме пищевых отрубей) контролируются в отсевае «Пересев отрубей».

Пшеничные отруби (ГОСТ 7169), которые образуются при переработке зерна пшеницы в сортовую муку, формируются из потоков сходовой фракции вымольных машин А1-БВГ III драной системы крупной, IV драной системы крупной и мелкой, V драной системы, первой и второй сходовых фракций отсеваа «Пересева отрубей», поступают в магнитный сепаратор У1-БММ, после взвешивания направляются в оперативный бункер для бестарного хранения отрубей. Пшеничные отруби, сформированные из потоков сходовой фракции бичевых вымольных машин А1-БВГ III драной системы крупной (по секции № 2), поступают в оперативный бункер для затаривания в мешки или в участок расфасовки продукции.

Однако использование пшеничных отрубей, выработанных IV драной системой крупной и мелкой, V драной системой, первой и второй сходовой фракции отсеваа «Пересева отрубей» в пищевых целях не предусматривается.

Нами проведен анализ состава всех потоков образующихся отрубей при переработке зерна, определена более подходящая фракция с необходимыми качественными показателями (влажность, гранулометрический состав) для получения нового продукта – добавки из пшеничных отрубей. Определена влажность и зольность всех фракций. В результате установлено, что отруби, сформированные из потоков разных фракций, имеют неодинаковый размер частиц, влажность, зольность (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика показателей качества исходных отрубей, вырабатываемых ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов»

Показатели	Сходовая фракция вымольных машин III драной системы	Верхний сход вымольных машин IV драной системы	Сходовые фракции V драной системы	Первая сходовая фракция отсеваа «Пересева отрубей»	Вторая сходовая фракция отсеваа «Пересева отрубей»
Гранулометрический состав	от 3,5 мм и выше	от 2,5 мм до 3,5 мм	от 2,0 мм до 2,5 мм	от 720 мкм до 630 мкм	от 630 мкм до 118 мкм
Влажность, %	12,9	12,4	11,8	11,8	9,8
Зольность, %	4,9	4,23	5,4	4,78	4,56

Анализ гранулометрического состава показал, что наименьшим размером частиц обладает вторая сходовая фракция отсева «Пересева отрубей». Данная фракция имеет также и более низкую влажность. Это объясняется тем, что примесь периферических частей зерна сказывается на крупности конечного продукта (клеточные стенки оболочек зерна достаточно эластичны и с трудом поддаются дроблению), зависит не только от интенсивности обработки на валках, но и от продолжительности помола, нажима валков. Выбор данной фракции обусловлен и тем, что в ее составе наибольшее количество составляют размольные частицы алейронового слоя и небольшое – центральной части зерновки. Алейроновый слой отличается клетками, имеющими оболочки большей толщины и хрупкости, которые могут быть раздроблены на достаточно мелкие группы клеток, проходящие через тонкие сита.

Крупность второй сходовой фракции отсева «Пересева отрубей» контролировали путем подбора сит – остаток на сите из проволочной сетки № 063 по ГОСТ 4403, не более 5 %; проход через ситовую ткань из шелковых нитей № 27 или полиамидных нитей № 27 ПА-120 по ГОСТ 4403, не менее 15 %. Такой состав пшеничных отрубей имеет высокую способность к перемешиванию с мукой, что позволило нам произвести выработку опытно-промышленной партии добавки из пшеничных отрубей.

Необходимо отметить, что в тесной связи с физическими особенностями изучаемых фракций отрубей находится химический состав отрубей различных фракций и размеров.

На основании результатов лабораторных исследований была разработана технологическая схема производства добавки обогатительной пищевой на основе отрубей пшеничных. Технология производства данной добавки, с целью получения нового продукта, принципиально не отличается от основного размольного процесса.

Усовершенствование провели на *вымольном этапе* размольного процесса – из общего потока выделены отруби (в технологическом процессе все отруби идут в общий поток), подобраны сита, проведен дополнительный контроль полученной продукции – добавки обогатительной пищевой.

Нами подобраны и установлены сита № 14 для отделения фракций отрубей размером больше 500 мкм, сита № 41/48 для отделения отрубей размером больше 160 мкм и сита № 51/60 для отделения отрубей размером больше 118 мкм. Такое последовательное отделение отрубей позволяет снизить нагрузку на нижние ситовые рамы, более тщательно отделить необходимую фракцию отрубей, а также максимально очистить и дополнительно извлечь муку 2 сорта до 0,5 % к массе перерабатываемого зерна. Технологический процесс производства добавки обогатительной пищевой из пшеничных отрубей представлен на рис. 1.

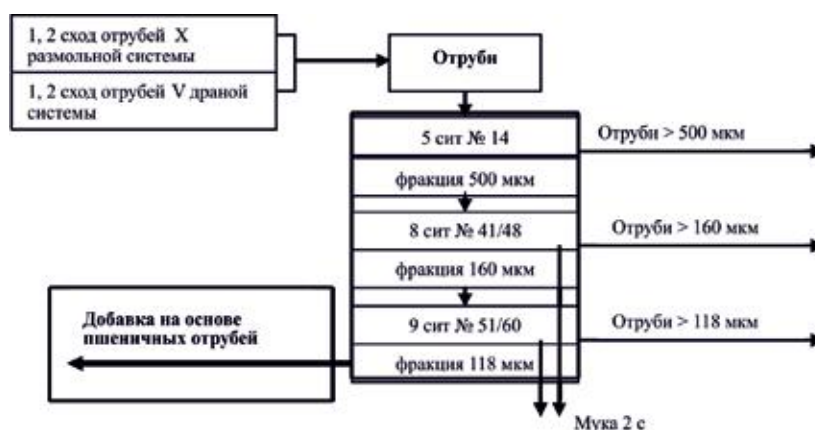


Рис. 1. Этапы производства добавки на основе пшеничных отрубей

Производственная партия добавки обогатительной пищевой выпущена на ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов» на 1 и 2 секциях (рис. 2).



а) вальцовый станок



б) сорбционные машины отсева



в) самотечный транспортер

Рис. 2. Размольное отделение мельницы (а, б, в)

Нами разработано производство добавки обогатительной пищевой из пшеничных отрубей, которая образуется при переработке зерна пшеницы в сортовую муку, формируется из потоков второй сходовой фракции отсева «Пересева отрубей».

На ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов» вырабатываются отруби пшеничные пищевые по ТУ РБ 00959441.018-95. Данные отруби используют в качестве добавок при производстве хлебобулочных, кондитерских, кулинарных изделий и других пищевых продуктов. Однако разработанная добавка обогатительная пищевая принципиально отличается от выпускаемых отрубей пшеничных пищевых по своим качественным характеристикам. Результаты сравнительных исследований качества отрубей пшеничных пищевых и полученной нами добавки обогатительной из пшеничных отрубей по органолептическим и физико-химическим показателям приведены в табл. 2 и 3.

Сравнительный анализ качественных характеристик отрубей пшеничных пищевых (производимых на ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов») и добавки обогатительной из пшеничных отрубей показал, что добавка обогатительная из пшеничных отрубей имеет светлый цвет (что является положительным фактором при производстве хлебобулочных изделий), более низкую влажность (что позволит увеличить срок хранения до 3 месяцев по сравнению с отрубями пищевыми – 15 дней), а также является порошкообразным продуктом и имеет однородный состав (размер частиц составляет от 60 до 118 мкм, отруби пищевые – неоднородную массу и крупный размер частиц – от 3,5 мм и выше).

На добавку обогатительную пищевую из пшеничных отрубей были разработаны и утверждены ТУ ВУ 600013186.007-2012. Добавка называется обогатительной, так как содержит повышенное количество минеральных веществ и витаминов. Добавка удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к пищевым натуральным добавкам, имеет инертный вкус, запах, цвет, микробиологически чиста, гигиенически безопасна.

Таблица 2. Качественные характеристики отрубей пшеничных пищевых, вырабатываемых ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов»

Наименование показателя	Характеристика и значение
Цвет	Красно-желтый с сероватым оттенком
Запах	Свойственный отрубям пшеничным, без посторонних запахов, не плесневый, не затхлый
Вкус	Свойственный отрубям пшеничным, без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Содержание минеральной примеси	При разжевывании отрубей не должно ощущаться хруста
Влажность, %, не более	15,0
Зольность, %, не менее	5,0
Крупность, %: проход через сито № 045 из провололочной сетки по ТУ 14-4-1373, не более	10,0
Металломагнитная примесь, мг в 1 кг отрубей: размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении не более 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, не более	3,0
размером и массой отдельных частиц более указанных выше значений	Не допускается
Зараженность и загрязненность вредителями хлебных запасов	Не допускается

Таблица 3. Качественные характеристики полученной добавки обогатительной из пшеничных отрубей

Наименование показателя	Характеристика и значение
Цвет	Светло-бежевый с сероватым оттенком
Запах	Свойственный отрубям пшеничным, без посторонних запахов, не плесневый, не затхлый
Вкус	Свойственный отрубям пшеничным, без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Хруст	При разжевывании добавки не должно ощущаться хруста
Влажность, %, не более	13,0
Зольность, %, не менее	4,5
Крупность, %: — остаток на сите из провололочной сетки № 063 по ГОСТ 4403, не более	5,0
проход через ситовую ткань из шелковых нитей № 27 или полиамидных нитей № 27 ПА-120 по ГОСТ 4403, не менее	15
Металломагнитная примесь в добавке	Не допускается
Зараженность и загрязненность вредителями хлебных запасов	Не допускается

Так как добавка обогатительная пищевая может употребляться непосредственно в пищу и в качестве добавки в рецептурные составы пищевых продуктов, провели дополнительные исследования по определению массовой доли токсичных элементов (мышьяка, свинца, кадмия и ртути) на соответствие требованиям Санитарных норм и правил, «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», Гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденным Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 52 от 21.06.2013г. результаты исследований отражены в табл. 4 и 5.

Таблица 4. Содержание токсичных элементов в добавке обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей

Наименование показателя	ПДК, мк/кг	Содержание токсичных элементов
Массовая доля мышьяка	0,2	не обнаружено
Массовая доля свинца	1,0	«»
Массовая доля кадмия	0,1	«»
Массовая доля ртути	0,03	«»

Таблица 5. Содержание загрязнителей химической природы в добавке обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей

Наименование пестицидов	Норма по ТНПА, мг/кг	Содержание пестицидов
ДДТ и метаболиты	0,020000	не обнаружено
Афлатоксин В ₁	0,005000	«»
ГХЦГ	0,500000	«»

Массовая концентрация токсичных элементов в растительном сырье не должна превышать указанных выше норм. В этой связи проведенный количественный химический анализ содержания токсичных элементов (мышьяка, свинца, кадмия, ртути) и загрязнителей химической природы (дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и метаболиты, Афлатоксин В₁, гексахлорциклогексан (ГХЦГ)) показал, что в добавке обогатительной пищевой из пшеничных отрубей их содержание не обнаружено.

Были определены показатели микробиологической чистоты в добавке обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей (табл. 6).

Таблица 6. Микробиологические показатели качества добавки обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей

Наименование компонента	Общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются		Плесени, КОЕ/г, не более
		бактерии группы кишечных палочек (БГКП) (колиформы)	патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	
Допустимые значения	$5,0 \times 10^4$	1,0	25	1×10^2
Добавка обогатительная из пшеничных отрубей	$<1 \times 10^1$	не обнаружены	не обнаружены	$<1 \times 10^1$

По микробиологическим показателям добавка обогатительная пищевая должна соответствовать требованиям Санитарных норм и правил «Требования к пищевым добавкам, ароматизаторам и технологическим вспомогательным средствам», утвержденных Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 195 от 12.12.2012 г. Установлено, что содержание общего количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, бактерий группы кишечных палочек (БГКП) (колиформы), патогенных микроорганизмов, сальмонелл и плесеней в добавке обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей не превышают допустимых значений.

Полученные результаты по проведенным исследованиям, по уровню содержания токсичных элементов в обогащающих компонентах, а также содержание загрязнителей химической природы, токсичных элементов в добавке обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей и микробиологические показатели качества позволяют считать исследуемый продукт безопасным для употребления непосредственно в пищу, создания с добавкой обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей комплексных обогащающих добавок и т. д.

Таким образом, было внесено изменение в режим отбора отрубей пшеничных, которые изначально использовались только на кормовые цели, путем подбора и последовательной установки подобранных экспериментальным путем сит. Процесс просеивания через установленные сита

проводился при влажности не более 10 % (принципиальное отличие от выпускаемых отрубей пищевых, влажность которых не более 15 %). Выполнение вышеуказанных мероприятий позволило производить добавку обогатительную из отрубей пшеничных, получить мелкоизмельченный порошок с размером 60-118 мкм и использовать добавку на основе отрубей пшеничных для получения обогащенных продуктов и как отдельный продукт. На основании проведенных исследований и опытно-промышленных апробаций технологии в производственных условиях разработаны и утверждены в установленном порядке Технические условия на «Добавку обогатительную пищевую». ТУ ВУ 600013186.007—2012, утверждены 07.09.2012 г. ОАО «Минский комбинат хлебопродуктов». Были получены промышленные образцы добавки обогатительной пищевой на основе пшеничных отрубей. В настоящее время полученный продукт внедрен в серийное производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 195 от 12.12.2012 г. Санитарные нормы и правила. Требования к пищевым добавкам, ароматизаторам и технологическим вспомогательным средствам.
2. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 52 от 21.06.2013 г. Санитарные нормы и правила. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам.

Рукопись статьи поступила в редакцию 14.02.2017

E. V. Kolyada, M. D. Gapeeva

FOOD ENRICHMENT ADDITIVE PRODUCTION ON THE BASIS OF WHEAT BRAN

The article presents the process of wheat bran production at «Minsk group of the bread products JSC», analyzes its composition and quality, determines fraction with optimal quality parameters for the production of food enrichment additive, develops its technological production scheme, defines quality characteristics of wheat bran food enrichment additive.

[635+664.843.626]:621.798-982]

В статье представлены результаты комплекса исследований пленочных материалов для вакуумной упаковки овощей и подбора консервирующих агентов для обработки подготовленных овощей. Представлены обобщенные выводы микробиологических, физико-химических и органолептических исследований очищенных овощей, обработанных пищевыми добавками, в процессе хранения.

ПРОИЗВОДСТВО ОВОЩНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

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

*Е. С. Кизеева, кандидат технических наук, начальник отдела информационной
и кадровой работы;*

Л. М. Павловская, начальник отдела технологий консервирования пищевых продуктов;

*Н. В. Фёдорова-Гудзь, младший научный сотрудник отдела технологий
консервирования пищевых продуктов*

Сбалансированное по своему составу питание предполагает обязательное регулярное использование свежих и кулинарно обработанных овощей, что обеспечивает устойчивое поступление

необходимых минеральных соединений, биологически активных веществ, пищевых волокон и способствует поддержанию жизнедеятельности внутренних органов и систем человека на высоком уровне.

Структура рынка пищевых продуктов динамично изменяется. С ростом потребительского сознания, информированности населения о свойствах продуктов, их роли в биохимических процессах поддержания и сохранения долголетия и здоровья на первый план выдвигаются вопросы правильного, полезного, сбалансированного по основным пищевым веществам питания. С развитием концепции здорового питания население все больше внимания уделяет употреблению полезной пищи: свежих овощей и фруктов, продуктов с минимальной обработкой, сохранивших нативную пищевую ценность сырьевых ингредиентов.

Немаловажным критерием при выборе пищевых продуктов является также удобство употребления или приготовления, упрощение процесса получения готовой продукции, что отражает высокий ритм жизни современного общества.

Анализ доступной информации позволяет сделать вывод о том, что в мире наблюдается тенденция увеличения удельного веса потребления группы продуктов быстрого питания [1].

В западноевропейских странах, США, Японии и Китае и др. весомый сегмент рынка принадлежит продуктам, расфасованным в условиях вакуума в упаковку из полимерных материалов. К таким изделиям относят в первую очередь свежее мясо, рыбу и изделия из них (деликатесная группа, полуфабрикаты, изделия, требующие минимальной кулинарной обработки), сыры, а также подготовленные овощи и фрукты (рис. 1).



Рис. 1. Подготовленные овощи в вакуумной упаковке

Причем очевиден не только рост объемов потребления упакованных продуктов, отмечается перераспределение удельного веса сегментов целевых потребителей (оптовая торговля, организованные коллективы и общественное питание, розничная торговля). Все более востребованными являются продукты, упакованные в вакуумной среде, в частном употреблении, приобретенные в розничной торговой сети.

Тем не менее, в государствах-членах Таможенного союза указанная ассортиментная группа на сегодняшний день не отличается широким разнообразием. В связи с чем, неоспоримым является необходимость расширения ассортимента и разработки современных технологических решений изготовления отечественной овощной продукции в упакованном виде. Причем, приоритетным направлением является использование упаковки из многослойных полимерных материалов, обладающей высокими барьерными свойствами, которая хорошо себя зарекомендовала на западном рынке в качестве лучшей упаковки данной ассортиментной группы товаров.

На основании вышеизложенного актуальным является проведение комплекса исследований для получения новых знаний в направлении создания в промышленных условиях полуфабрикатов подготовленных овощей для их дальнейшей реализации.

Исследования проводились по трем большим направлениям:

- ♦ определение подходов и оценочных критериев в выборе упаковочных материалов;
- ♦ изучение и выявление основных закономерностей обеспечения микробиологической стабильности овощей при воздействии на них различных консервирующих агентов без нанесения ущерба потребительским характеристикам и показателям безопасности;

♦ исследование влияния технологических факторов реального производства на качество продукции и создание технологических основ процесса.

Выбор упаковочных средств при производстве полуфабрикатов подготовленных овощей имеет большое значение во всей технологической цепочке.

Для упаковки пищевых продуктов используются различные пленочные материалы. Одно из основных общих требований касается санитарно-гигиенической характеристики упаковочных материалов, определяемой с помощью органолептических, санитарно-химических и токсикологических методов исследования. Для контакта с пищевыми продуктами разрешены только определенные пленочные материалы, которые сохраняют внешний вид продукта, его цвет, консистенцию, питательную ценность, не взаимодействуют с продуктом, не придают ему посторонний привкус и запах и не выделяют токсических веществ, остаются в неизменном виде под влиянием продукта.

В настоящий момент на рынке представлено несколько базовых барьерных материалов, используемых для изготовления вакуумных пакетов:

♦ ПА/ПЭ (РА/РЕ) — соэкструзия неориентированного полиамида (ПА) и полиэтилена (ПЭ) высокого давления — самый распространенный материал для изготовления вакуумных пакетов;

♦ ПЭТ/ПЭ (РЕТ/РЕ) — ламинат полиэтилентерефталата (лавсан, полиэстер) и полиэтилена высокого давления. В деловом обороте вакуумные пакеты из (РЕТ/РЕ) получили название лавсановые вакуумные пакеты;

♦ ОПА/ПЭ (ОРА/РЕ) — ламинат ориентированного полиамида и полиэтилена высокого давления;

♦ ЕVОН — сополимер этилвинилового спирта (ЕVОН);

♦ термоусадочные вакуумные пакеты, которые делают из сложных композитных материалов, с использованием полиолефиновых, полиэтиленовых, возможно полиамидных слоев.

При всем многообразии вакуумных пакетов, предлагаемых на мировом рынке, наиболее популярны пакеты из соэкструзии полиамида и полиэтилена (ПА/ПЭ), которые применяются во многих отраслях промышленности: на мясо-, овоще-, рыбо-, молокоперерабатывающих производствах [2].

В тоже время следует отметить, что в Российской Федерации и Республике Беларусь производством материалов для вакуумной упаковки занимаются единичные предприятия, причем материальной базой являются, в основном, импортные сырьевые ингредиенты. Производственные компании специализируются, главным образом, на изготовлении вакуумных пакетов из готовой барьерной пленки заданного состава.

Для установления оценочных критериев упаковочного материала проведены исследования образцов пленки четырех отечественных фирм-изготовителей.

Для идентификации состава пленки применялся метод рентгено-структурного анализа (рис. 2) с экспертной оценкой результатов. Этот метод с высокой степенью точности позволяет оценить состав пленки и толщину отдельных слоев и тем самым дает возможность прогнозировать поведение упакованного продукта в процессе хранения.

Образцы пленки были проанализированы по 11 физическим, оптическим и механическим показателям, определяющими, из которых являются: толщина, кислородопроницаемость, паропроницаемость. Данные показатели используемых пленок представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики образцов полимерных пакетов

Показатель	Единицы измерения	№ образца			
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Толщина	μm	60	65	70	70
Кислородопроницаемость (t=23 °C, RH (O ₂) = 65 %), не более	cc/m ² day	38	50	30	32
Паропроницаемость, (t= 37,8 °C, RH (вод. пара) = 100 %), не более	gm/m ² day	10	10	9,5	7,0

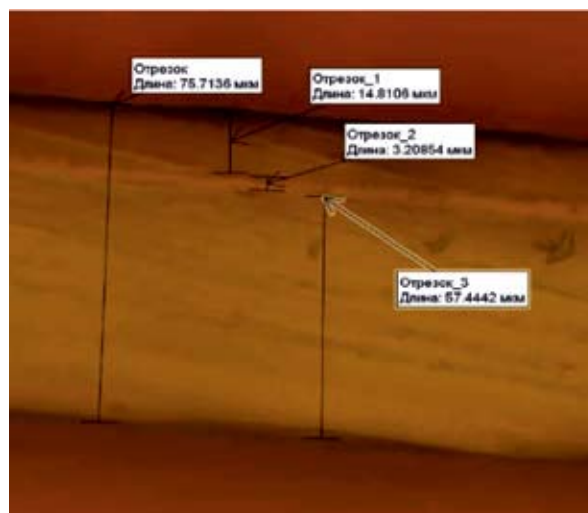


Рис. 2. Рентгенограмма образца пленки

Последние характеристики показывают скорость проникновения паров воды и газов через стенки упаковки. Они должны быть как можно меньше для полимерного материала, предназначенного для вакуумирования и хранения подготовленных овощей. Газопроницаемость, особенно кислорода, позволяет аэробным микробам дышать, обуславливает окисление и, как следствие, потерю аромата, окисление витаминов и двуокиси углерода. Паропроницаемость создает условия, которые могут способствовать развитию микробов, ухудшает эксплуатационные характеристики упаковки, делая ее более проницаемой для кислорода.

Возможность использования упаковочных материалов на современном упаковочном оборудовании, обеспечивающем скоростные методы изготовления упаковки, заполнения ее продуктом, герметизации, определяется технологическими свойствами материала. Упаковочный материал должен обладать высокой механической прочностью, жесткостью или, наоборот, эластичностью, способностью к термической сварке с образованием прочных швов. Большинство пленочных материалов должно обладать привлекательным внешним видом, прозрачностью, блеском. Пленки должны окрашиваться в разные цвета, а многие из них воспринимать красочную печать.

Определяющим маркером при установлении оценочных критериев выбраны микробиологические характеристики упакованного продукта в процессе хранения в виде логарифма количества микроорганизмов КОЕ/г. На рис. 3 представлены результаты тестового исследования хранения свежего очищенного картофеля в четырех образцах пакетов из полимерных материалов.

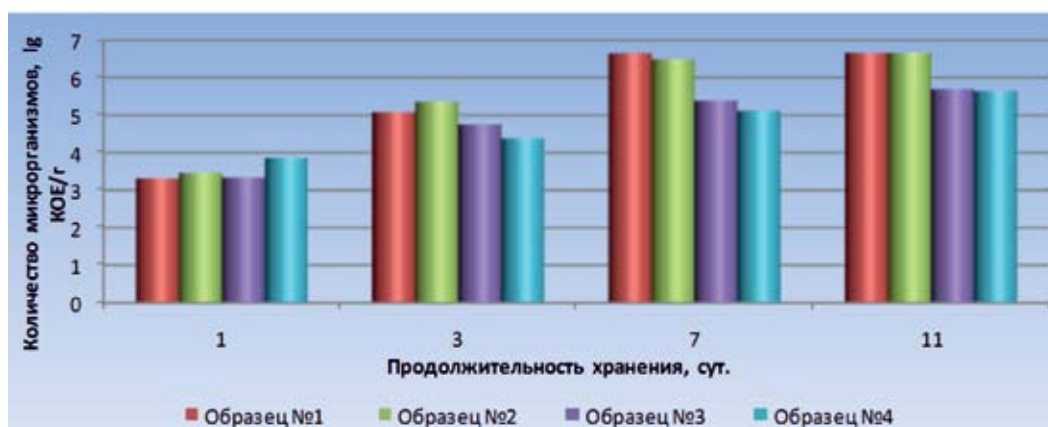


Рис. 3. Микробиологическая обсемененность МАФАНМ картофеля свежего очищенного в упаковке из полимерных материалов

Полученные результаты показали, что исследуемые образцы пленки в основном пригодны для упаковки подготовленных овощей. Наилучшие результаты показали образцы, упакованные в пленку с уровнем кислородопроницаемости ниже $50 \text{ cc/m}^2 \text{ day}$ и паропроницаемости менее $10 \text{ gm/m}^2 \text{ day}$.

Вторым большим направлением исследований стало изучение и выявление основных закономерностей обеспечения микробиологической стабильности овощей при воздействии на них различных консервирующих агентов.

Анализ информационного массива публикаций по теме показал, что для удлинения сроков годности подготовленных овощей за рубежом широко используются различные консервирующие вещества [3]. Консерванты позволяют сохранять скоропортящиеся пищевые продукты в течение более или менее продолжительного времени в условиях слабого охлаждения или без него. Антимикробное действие консерванта может быть основано на снижении активности воды, парциального давления, величины рН, то есть ухудшении условий жизни микроорганизмов, или оно может быть направлено непосредственно на клетку микроба.

При выборе консерванта прежде всего учитывается его безвредность для организма человека, эффективность его антимикробного действия. Одновременно требуется, чтобы он не изменял органолептических свойств продуктов питания. При одинаковой концентрации разные консерванты обладают различной антимикробной активностью. Поэтому для усиления антимикробного действия иногда используют сочетание нескольких таких веществ. Практически ни один консервант не является универсальным, пригодным для всех продуктов питания. Для определенной группы продуктов используются соответствующие им консерванты или их сочетание [4].

С целью разработки новой технологии, а также расширения ассортимента овощной продукции в вакуумной упаковке для целевого потребителя (система школьного и дошкольного питания, система питания в учреждениях здравоохранения) специалистами отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведен комплекс исследований по определению эффективности пищевых добавок для обработки овощей, их концентраций и времени воздействия на овощи. Объектами исследований являлись лабораторные образцы подготовленных овощей (картофеля, моркови, свеклы), обработанные растворами пищевых добавок (аскорбиновая кислота, лимонная кислота, яблочная кислота, низин, натамицин, пиросульфит натрия, хитозан).

Для оценки антимикробного действия пищевых добавок проводили микробиологические исследования подготовленных очищенных овощей. При постановке эксперимента концентрации пищевых добавок варьировали в пределах $0,5\% - 5\%$, изменяли время выдержки овощей в растворе от 1 минуты до 5 минут, исследовали процесс синергизма смесей отдельных пищевых органических кислот. Контролем служили подготовленные овощи без обработки.

Микробиологические показатели определяли в течение 11 дней с интервалом в несколько суток (1-е, 3-и, 7-е, 11-е сутки). Хранение образцов между исследованиями осуществляли в холодильнике при температуре $1 \text{ eC} - 5 \text{ eC}$.

Эффективность обработки овощей оценивали по основным микробиологическим показателям: КМАФАнМ по ГОСТ 10444.15 [5], дрожжи и плесневые грибы по ГОСТ 10444.12 [6], БГКП (колиформные бактерии) по ГОСТ 31747 [7]. Подготовку проб к анализу проводили по ГОСТ 26668 [8], ГОСТ 26669 [9].

Количественные уровни микроорганизмов в исследуемых образцах выражали в КОЕ/г продукта, полученные значения переводили в логарифмические единицы ($\lg \text{ КОЕ/г}$). Проведено более 550 экспериментов. Для сравнимости результатов применяли графический метод анализа.

По результатам проведенных исследований подобраны оптимальные концентрации пищевых добавок для обработки подготовленных овощей. На рис. 4 отражен уровень микробиальной обсемененности картофеля, обработанного выбранными концентрациями исследуемых пищевых добавок.

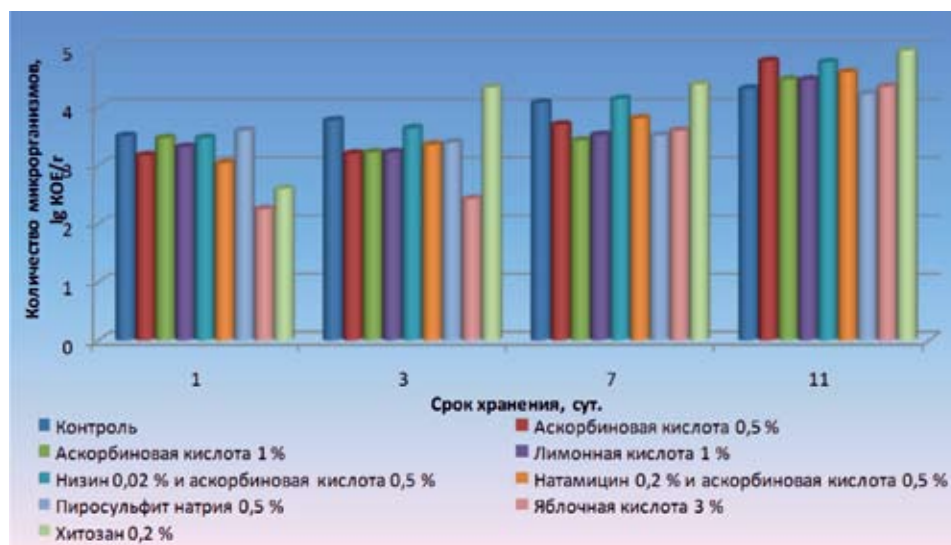


Рис. 4. Количество МАФАНМ в свежем подготовленном картофеле в упаковке из полимерных материалов

Анализируя данные рис. 4, можно отметить, в первой половине срока хранения свежего подготовленного картофеля в упаковке из полимерных материалов, активного роста микроорганизмов не наблюдалось. Однако с 7 по 11 сутки хранения количество микроорганизмов заметно увеличилось. К 11 суткам хранения количество микроорганизмов в свежем подготовленном картофеле, обработанном растворами пищевых добавок, не превышало заданный показатель – 1×10^5 КОЕ/см³ ($\lg 5,0$ КОЕ/см³). В целом, к концу хранения количество МАФАНМ во всех образцах находилось практически на одном уровне ($\lg 4,5$ КОЕ/см³ – $\lg 4,9$ КОЕ/см³), немного лучшими показателями отличались образцы, обработанные пиросульфитом натрия ($\lg 4,2$ КОЕ/см³) и яблочной кислотой ($\lg 4,3$ КОЕ/см³). Во всех образцах БГКП в 0,01 г не были обнаружены.

Результаты проведенных исследований позволили сделать следующие выводы:

- ♦ эффективность действия пищевых добавок коррелирует с их концентрациями;
- ♦ пищевые добавки следует применять на начальной стадии размножения микроорганизмов, что позволяет снизить дозы внесения;
- ♦ полученные данные позволяют отметить положительное действие обработки картофеля 0,5 % раствором пиросульфита натрия, 3 % раствором яблочной кислоты. Перечисленные добавки заслуживают внимания для дальнейшего проведения исследований на предмет их включения в нормативно-технологические документы по производству свежих подготовленных овощей в упаковке из полимерных материалов для использования при приготовлении продуктов детского питания;
- ♦ применение пищевых добавок неэффективно при нарушении производственной гигиены, изготовлении продуктов в антисанитарных условиях.

Технологические нюансы серийного выпуска подготовленных овощей обрабатывались с учетом технических возможностей производственной базы ОАО «Комбинат «Восток» через выпуск опытных партий и оценки результатов органолептических исследований продукции. Органолептический анализ проводили с использованием профильного метода. Результаты исследований анализировали при помощи графического метода построения профилограмм, иллюстрацией метода служит рис. 5.

По результатам проведенного органолептического анализа сделаны следующие выводы:

- ♦ в начале хранения все образцы подготовленных овощей обладали хорошими характеристиками практически по всем показателям, в частности, цвет и текстура находились на одинаково высоком уровне;
- ♦ незначительный посторонний вкус как в начале, так и в конце хранения ощущался в образцах моркови и свеклы;

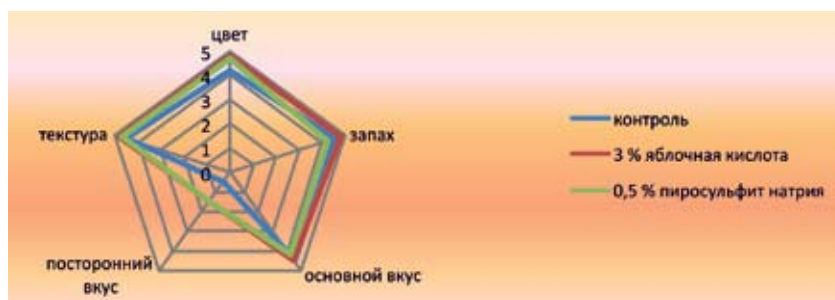


Рис. 5. Профилограмма органолептических показателей свежей подготовленной моркови, обработанной растворами пищевых добавок, в конце хранения

- ♦ при обработке свежих подготовленных овощей раствором пиросульфита натрия ощущался нехарактерный запах как в начале, так и в конце хранения, однако при освобождении продукта от упаковки и хранении его на воздухе около 30 минут запах исчезает;
- ♦ отмечено незначительное размягчение структуры образцов свежего подготовленного картофеля и выделение влаги не зависимо от способа обработки. В образцах свежих подготовленных свеклы и моркови текстура практически не изменилась;
- ♦ основной вкус образцов свежих подготовленных овощей в течение хранения изменился незначительно.

На основании установленных закономерностей в ходе проведенных исследований создана и внедрена на производстве ОАО «Комбинат «Восток» Гомельского района технология производства подготовленных овощей в полимерной упаковке, упакованных под вакуумом (рис. 6). Предприятие приступило к серийному выпуску продукции.



Рис. 6. Подготовленный картофель в вакуумной упаковке

В течение 2016 года выпущено 31,85 т овощей-полуфабрикатов, за 1 квартал 2017 года выпуск составил 32 т.

Возрастающие объемы производства и потребления подготовленных овощей в полимерной вакуумной упаковке, свидетельствует о востребованности данной группы продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крылова, В. Консервированные продукты в полимерной таре / В. Крылова // Тара и упаковка. – 2008. – № 1. – С. 48–50.
2. Вакуумная упаковка (упаковка под вакуумом) // Пакінторг. Упаковочные материалы и технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://packintorg.com/stati/vakuumnaa-urakovka-urakovka-pod-vakuumom-/index.php>. – Дата доступа: 05.12.2014.
3. Синха, Н. К. Настольная книга производителя и переработчика плодоовощной продукции / Н. К. Синха, И. Г. Хью (ред.); пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2013. – 896 с.
4. Исупов, В. П. Пищевые добавки и пряности. История, состав и применение / В. П. Исупов. – СПб: ГИОРД, 2000. – 176 с.

5. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов: ГОСТ 10444.15-94. – Введ. 01.07.1996. – Минск: Межгосуд. комитет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 8 с.
6. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов: ГОСТ 10444.12-88. – Введ 01.01.91. – Минск: Гос. комитет СССР по стандартам: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 8 с.
7. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий): ГОСТ 31747-2012. – взамен ГОСТ 30518-97. – Введ. 01.02.2015. – М.: Госстандарт РБ: Стандартинформ, 2013. – 20 с.
8. Продукты пищевые и вкусовые. Методы отбора проб для микробиологических анализов: ГОСТ 26668-85. – Введ 01.07.1986. – Минск: Гос. комитет СССР по стандартам: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. – 6 с.
9. Продукты пищевые и вкусовые. Подготовка проб для микробиологических анализов: ГОСТ 26669-85. – Введ 01.07.1986. – Минск: Гос. комитет СССР по стандартам: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2008. – 11 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 10.04.2017

E. S. Kizeyeva, L. M. Paulouskaya, N. V. Fedorova-Hudz

PRODUCTION OF VEGETABLE SEMIS – A PROMISING DIRECTION IN THE DEVELOPMENT OF CANNING

The article presents the results of a complex of studies of film materials for vacuum packaging of vegetables, the selection of preserving agents for processing prepared vegetables. The generalized conclusions of microbiological, physicochemical and organoleptic studies of purified vegetables, processed with food additives, are presented in the course of storage.

УДК 664.2

В статье представлены результаты оценки потребительских предпочтений при выборе функциональных продуктов, предназначенных для питания людей, ведущих активный образ жизни. Обоснована возможность применения витаминных комплексов и адаптогенов при создании новых функциональных продуктов.

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ ЛЮДЕЙ, ВЕДУЩИХ АКТИВНЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ, КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

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, заведующий лабораторией микробиологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания;

А. В. Селезнёва, инженер-химик 2 категории Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания

Сегодня многие из наших соотечественников, стремясь поддерживать себя в отличной физической и психологической форме, ведут активный образ жизни, занимаясь игровыми (футбол,

баскетбол и пр.) и силовыми (кроссфит, пауэрлифтинг, фитнес и пр.) видами спорта, наряду с интеллектуальными тренировками (брэйн-ринг, мозговой штурм и пр.).

Для повышения эффективности как тренировочного процесса, так и процессов жизнедеятельности рацион активных людей должен удовлетворять энергетическим запросам физической деятельности и обеспечивать организм всеми необходимыми нутриентами.

Включение в пищевой рацион функциональных продуктов, обладающих небольшим объемом, высокой удельной калорийностью и легкой усвояемостью, позволяет, благодаря определенной направленности их химического состава, оперативно вносить корректировки в питание любителей физической активности, обеспечивать организм энергией и пищевыми веществами адекватно энергозатратам, способствуя, таким образом, сохранению высокой работоспособности.

В соответствии с особенностями обменных процессов при различных тренировочных режимах требуется изменение количественной и качественной характеристик питания. Величины энергозатрат людей, ведущих активный образ жизни, являются крайне разнообразными и зависят, в основном, не только от вида физических нагрузок, но и от объема выполняемой работы, и могут колебаться в очень больших пределах.

Соотношение белков, жиров и углеводов в рационе людей, любителей спорта, непосредственно зависит от типа тренировочной деятельности. Данная зависимость проиллюстрирована на рис. 1.

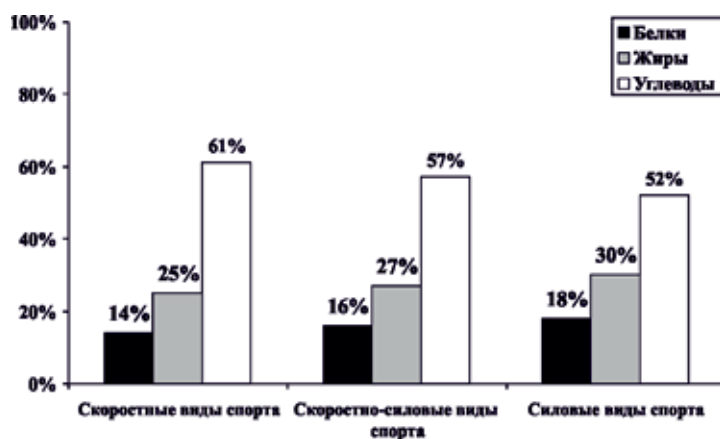


Рис. 1. Влияние типа тренировочной деятельности на соотношение основных компонентов пищи (% от общего количества потребляемых калорий)

Как видно из рис. 1, людям, занимающимся скоростными видами спорта, рекомендуется рацион, большую часть которого составляют углеводы (до 61%), для любителей скоростно-силовых видов спорта – несколько увеличена белковая часть и уменьшена углеводная, для занимающихся силовыми видами спорта – увеличена белковая (до 18%) и жировая (до 30%) составляющая часть пищи и снижена углеводная [2,3,4].

Специфика тренировочной деятельности также обуславливает и повышенную потребность любителей физической активности в витаминах. [5,6]

При физических нагрузках в анаэробном режиме необходимо сохранение в рационе оптимального количества белка и увеличение количества углеводов за счет снижения количества жира и дополнительного приема витамина группы В (B_1 , B_2 , B_6 , B_{12} , РР) и аскорбиновой кислоты (витамина С). Динамические или статические мышечные усилия, увеличивающие мышечную массу и развивающие силу, требуют повышения содержания в рационе белка, а также витаминов B_6 , B_{12} , РР, P_1 [2].

В случае физических нагрузок, проходящих в аэробном режиме, весьма существенным является увеличение калорийности рациона, а также количества углеводов, полиненасыщенных жирных кислот, липидов, витаминов А, Е, С, B_1 , B_2 , B_{12} , биотина, фолиевой кислоты и др. [2].

Все биохимические изменения, которые происходят в организме людей, в процессе тренировочной деятельности, находятся в тесной зависимости от полноценного обеспечения организма основными пищевыми веществами и эссенциальными компонентами питания.

Таким образом, специфика питания, в том числе для любителей спорта связана также с повышенными потребностями организма в основных макро- и микронутриентах.

Следовательно, для достижения полноценной биологической активности питания необходимо введение в состав рациона не отдельно взятых витаминов и минералов, а правильно подобранных комбинаций – витаминных и минеральных премиксов в определенном количественном соотношении между собой и с другими пищевыми веществами. Это связано еще и с тем, что многие химические процессы катализируются одновременно несколькими взаимодействующими витаминами, макро- и микроэлементами.

В рамках проводимого нами научно-исследовательского проекта, ведется разработка новых функциональных продуктов, предназначенных для питания людей ведущих активный образ жизни, на основе потребительских предпочтений целевой группы.

Для этого нами были проведены потребительская и экспертная дегустация имеющихся на рынке аналогов разрабатываемых функциональных продуктов – протеиновых и энергетических батончиков, с целью выделения профиля «идеального продукта».

В торговой сети г. Минска были приобретены следующие наименования функциональных батончиков:

1. Энергетический батончик Energy Balance со вкусом карамели, масса 35 г, изготовитель: VPLAB NutrititonVP, Великобритания (далее образец № 1);
2. Энергетический батончик Energy Balance со вкусом шоколада, масса 35 г, изготовитель: VPLAB NutrititonVP, Великобритания (далее образец № 2);
3. Протеиновый батончик HIGH PROTEIN, 40g protein с какао-ванильным вкусом, масса 100 г, изготовитель: WEIDER, Германия, (далее образец № 3);
4. Протеиновый батончик LOW CARB HIGH PROTEIN 40 % protein со вкусом красных фруктов, масса 50 г, изготовитель: WEIDER, Германия (далее образец № 4);
5. Протеиновый батончик HIGH PROTEIN 20g со вкусом шоколада, масса 50 г, изготовитель: WILD, Россия (далее образец № 5).

Все вынесенные на потребительскую дегустацию продукты были обезличены и кодировались трехзначным номером, по правилам проведения дегустационного анализа. В потребительской дегустации участвовало 36 человек – целевая потребительская группа (люди, ведущие активный образ жизни). Дегустаторам предлагалось оценить внешний вид продукта, его аромат и вкус, и определить общее впечатление от употребленного продукта. Свои впечатления дегустаторы фиксировали в анкетах.

Результаты анализа анкет представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Результаты сравнительной дегустации показателей качества имеющихся на рынке функциональных батончиков (суммарная оценка)

Наименование образца	Оценка критерия					
	Цвет	Запах	Вкус	Внешний вид	Общее впечатление	Сумма
Образец № 1	148	149	148	153	151	749
Образец № 2	157	147	156	160	150	770
Образец № 3	154	153	154	157	141	759
Образец № 4	157	152	162	158	161	790
Образец № 5	140	126	107	138	119	630

Жирным шрифтом в таблице выделены максимальные значения оцениваемых признаков. Максимальные баллы по всем оцениваемым критериям получил образец № 4. Высокие баллы данного образца можно объяснить радикальным отличием от остальных образцов по таким критериям как внешний вид и цвет. Так при производстве данного образца используется белая глазурь, а не шоколадная, как в остальных случаях. Также вкус красных фруктов лидирующего

образца обеспечивает розовый цвет батончика, что также отличается от стальных образцов, имеющих цвет от светло-коричневого до темно-коричневого.

Таблица 2. Результаты сравнительной дегустации показателей качества имеющихся на рынке функциональных батончиков (средняя оценка)

Наименование образца	Оценка критерия				
	Цвет	Запах	Вкус	Внешний вид	Общее впечатление
Образец № 1	4,11±0,1	4,14±0,1	4,11±0,1	4,25±0,1	4,19±0,1
Образец № 2	4,36±0,2	4,08±0,1	4,33±0,1	4,44±0,2	4,17±0,1
Образец № 3	4,25±0,1	4,25±0,1	4,28±0,1	4,36±0,2	3,92±0,2
Образец № 4	4,36±0,2	4,22±0,1	4,50±0,2	4,39±0,2	4,47±0,2
Образец № 5	3,89±0,2	3,50±0,1	2,97±0,05	3,83±0,1	3,31±0,1

Также можно выделить образец № 2, который получил высокие баллы по таким критериям как цвет, вкус и внешний вид.

Самые низкие значения в результате потребительской дегустации, как видно из табл. 2, получил образец № 5. Оценка дегустаторов по всем критериям данного функционального батончика оказалась значительно ниже, по сравнению с остальными образцами.

Поэтому было принято решение не выносить образец № 5 на экспертную дегустацию.

При разработке профилей функциональных батончиков, предназначенных для питания людей, ведущих активный образ жизни, экспертами была проведена идентификация характерных ощущаемых составляющих запаха и вкуса. Эксперты выражали ощущаемые признаки запаха и вкуса в описательных или ассоциативных определениях, т. е. представили данный показатель в сенсорных терминах.

В дегустации участвовало 9 человек. Из них 3 человека – имеющие квалификацию экспертов-испытателей, 2 – отобранные испыталители, 4 – без категории, но имеющие необходимую чувствительность. В результате анализа данных экспертной дегустации были построены профилограммы для каждого из дегустируемых продуктов, ведущих активный образ жизни (рис. 2, 3).



Рис. 2. Профилограмма для энергетических батончиков



Рис. 3. Профилограмма для протеиновых батончиков

Проанализировав полученные диаграммы, можно отметить, что для экспертов предпочтительными являются функциональные батончики с шоколадным и какао-ванильным вкусом.

Совместная оценка результатов потребительской и экспертной дегустаций позволила определить, что для целевой потребительской группы образец энергетического батончика со вкусом шоколада является предпочтительным или «идеальным продуктом».

Таким образом, для создания отечественных функциональных продуктов, нами разрабатываются рецептуры энергетических и протеиновых батончиков, с учетом потребительских предпочтений. Кроме того, проанализировав мировой опыт использования функциональных ингредиентов в функциональных продуктах питания, предназначенных для питания спортсменов [4,5,6], было принято решение о введении в разрабатываемые нами продукты витаминного премикса и адаптогенов.

Наиболее предпочтительными добавками в энергетические и протеиновые витаминизированные батончики является введение адаптогенов растительного происхождения, форсирующих энергетический обмен, в рамках резервных возможностей организма, обеспечивающих достижение высоких результатов и предупреждение травматизма, которые не относятся к допинговым (запрещенным) препаратам, и потому в настоящее время имеет исключительное значение. Бесценным качеством адаптогенов является их способность значительно ускорять процессы восстановления после различных повреждений и травм. Относительным их недостатком является то, что ощутимый эффект появляется после 15-30 дней ежедневного их употребления.

Следовательно, разрабатываемые нами рецептуры функциональных продуктов, предназначенных для питания людей, ведущих активный образ жизни, будут учитывать не только потребность организма в основных пищевых компонентах, а также последствия метаболических изменений, происходящих в организме при интенсивных физических нагрузках силовой и силовоскоростной направленности, и поддерживающих его нутритивный статус.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенблюм, А. Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми / А. Розенблюм. – Киев: Олимпийская литература, 2005. – 535 с.

2. *Полиевский, С. А.* Основы индивидуального и коллективного питания спортсменов / С. А. Полиевский. – М.: Физкультура и Спорт, 2005. – 384 с.
3. *Борисова, О. О.* Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации / О. О. Борисова. – М.: Советский спорт, 2007. – 132 с.
4. Спортивная фармакология и диетология / С. А. Олейник [и др.]. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2008. – 256 с.
5. *Колеман, Э.* Питание для выносливости; пер. с англ. / Э. Колеман. – Мурманск: «Тулома», 2005. – 192 с.
6. *Calder, P. C.* Under nutrition, infection and immune function / P. C. Calder, A. A. Jackson // Nutr. Res. Rev. – 2000. – № 13. – P. 3–29.

Рукопись статьи поступила в редакцию 26.04.2017

I. M. Pochitskaja, I. J. Lobazova, A. V. Seliazniova

THE PREFERENCES OF THE PEOPLE LEADING ACTIVE LIFESTYLE AS THE BASIS FOR CREATION OF NATIONAL FUNCTIONAL PRODUCTS

There are results of an assessment of the choice of the functional products by people leading active lifestyle. The possibility of application of vitamin complexes and adaptogens is proved during creation of new functional products.

УДК 637.136.3/5:637.14+636.087.3

Статья посвящена научному обоснованию технологических решений, заключающихся в обогащении молочной основы бактериальным концентратом кефирных грибков и функциональными ингредиентами лекарственных растений для создания оригинального по составу продукта, в который введены лекарственные растения, имеющие разные терапевтические направления. Полученные данные свидетельствуют, что новый продукт имеет особенный более насыщенный вкус и аромат, значительное количество полезной микрофлоры, широкий спектр ароматических веществ и низкое кислотообразование. На основании полученных результатов разработана нормативная документация. Оригинальность продукта и новизна технологических решений подтверждена патентом Украины на изобретение.

ВЛИЯНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА

Опытная станция лекарственных растений Института агроэкологии и природопользования НААН, с. Березоточа, Полтавская область, Украина

Т. П. Куцык, научный сотрудник отдела экологии и фармакогнозии, аспирант Института продовольственных ресурсов НААН

Институт продовольственных ресурсов НААН, г. Киев, Украина

Н. Ф. Кигель, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологии

В настоящее время одной из основных тенденций развития молочной промышленности является увеличение производства продуктов функционального назначения. Именно их можно

рассматривать в качестве оптимальной формы пищевого продукта, которую следует использовать для обогащения рациона питания человека всеми эссенциальными нутриентами, а также биологически активными веществами, благоприятно влияющими на функции организма. Параллельно с традиционными функциональными кисломолочными продуктами, все большую популярность приобретают функциональные кисломолочные продукты, которые содержат различные субстанции из лекарственного растительного сырья. Развитие рынка функциональных продуктов требует поиска новых биологически активных растительных ингредиентов для их производства [1,2]. Использование как новых, так и давно известных кисломолочных продуктов, таких как кефир, в качестве объекта обогащения позволит повысить его пищевую ценность и полезность для здоровья [3,4].

В качестве обогащающих добавок использовали сухие экстракты (*Extractum siccum*) корневищ с корнями девясила высокого (*Rhizomata et radices Inulae helenium*), корней алтея лекарственного (*Radices Altheae officinalis*) и эфирное масло (*Olea aetherea*) мяты перечной (*Folia Menthae piperitae*), содержащие комплекс биологически активных веществ, оказывающих положительное влияние не только на иммунитет, но и на различные органы и системы человека [5,6].

Методы и объекты исследований. Для экспериментальных исследований использовали следующие объекты: корни алтея лекарственного, корневища и корни девясила высокого, листья мяты перечной, молоко, бактериальный концентрат прямого внесения, функциональный кисломолочный продукт, сухие экстракты корней алтея и корней девясила, эфирное масло мяты перечной.

Для экспериментальных исследований использовали следующее сырье: молоко цельное коровье не ниже первого сорта, плотностью не меньше 1027 кг/м³, согласно ДСТУ 3662; молоко обезжиренное кислотностью не больше 20°Т и плотностью не меньше 1,030 кг/м³, которое соответствует требованиям ДСТУ 3662; концентрат грибковой кефирной закваски прямого внесения отечественного производства (ТУ У 15.5-00419880-100:2010); сухой экстракт корней алтея лекарственного (ФС 42-2756); сухой экстракт корневищ и корней девясила высокого; эфирное масло мяты перечной (ФС 42-2804).

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

Подлинность сухих экстрактов девясила высокого и алтея лекарственного определяли по содержанию в них полисахаридов и эфирного масла мяты перечной согласно ДФУ [7].

В качестве контрольных образцов использовали кисломолочный продукт без добавления лекарственных растений, в качестве опытных – продукты с дополнительным внесением функциональных ингредиентов.

Качество готовых образцов оценивали по комплексу показателей качества кисломолочных продуктов, который учитывает органолептические и физико-химические показатели качества.

Показатели определяли на протяжении 12 суток хранения. Критериями оценки качества функционального кисломолочного продукта служили кислотность и органолептическая оценка, которые определяли общепризнанными методами. Органолептическую оценку проводили согласно ГОСТу 7616-85. Титрованную кислотность измеряли по ГОСТу 3624-92.

Исследования биотехнологических характеристик продукта проводили по следующим методикам: содержание летучих органических кислот определяли по микро методом [8]; характеристику качественного и количественного состава летучих органических кислот продукта осуществляли методом ВЖХ водных дистиллятов продукта водяным паром [9]. Подготовка образцов для микробиологических исследований осуществлялась согласно ДСТУ IDF 122В. Общее количество молочнокислых бактерий определяли стандартным методом в соответствии с ГОСТом 10444.11-89. Определение дрожжей осуществляли согласно ГОСТу 10444.12-88.

Обсуждение результатов. Свободные аминокислоты, как и другие метаболиты связаны с жизнедеятельностью микроорганизмов и играют большую роль в формировании вкуса и аромата ферментированных продуктов. В результате исследований наблюдались существенные изменения белковых компонентов при хранении, которые обусловлены деятельностью мо-

лочнокислой микрофлоры под влиянием функциональных ингредиентов лекарственных растений.

Так как в ходе эксперимента использовали только культуру кефирных грибков, можем предположить, что именно она обуславливала специфическое направление биотрансформации белков сырья и формирование вкусо-ароматической гаммы готового продукта. Кроме того, стоит учитывать присутствие функциональных ингредиентов, которые также принимали активное участие и существенно изменяли биохимические показатели исследуемых образцов.

На первом этапе проводили экспериментальные выработки нового функционального кисломолочного продукта «Дивосил» и контрольного образца.

Предварительно установлено, что девясил высокий и алтей лекарственный положительно влияют на все культуры, входящие в состав грибковой кефирной закваски, стимулируя накопление биомассы культур. Обнаруженный стимулирующий эффект этих растительных ингредиентов позволяет их вносить в молочную основу до ферментации. Эфирное масло мяты перечной необходимо использовать в самом конце технологического процесса в связи с негативным его влиянием на рост микроорганизмов в продукте [10].

Залогом производства качественного кисломолочного продукта, является правильно установленные параметры технологического процесса, прежде всего оптимальные температуры сквашивания и ферментации, правильная доза закваски для нового продукта.

Сухие экстракты вносили из расчета: $(1,6 \pm 0,01)$ кг – сухого экстракта корневищ и корней девясила высокого на 1000 кг готового продукта и $(1,2 \pm 0,01)$ кг сухого экстракта корней алтея лекарственного растворяли в молоке и пастеризовали при температуре $(92 \pm 2)^\circ\text{C}$ на протяжении (15 ± 2) минут. Полученную молочно-растительную смесь при перемешивании прибавляли к нормализованной смеси и проводили пастеризацию при температуре $(92 \pm 2)^\circ\text{C}$ – (2ч8) минут или при температуре $(87 \pm 2)^\circ\text{C}$ – 10 ч 15 минут. Далее охлаждали до температуры сквашивания $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ и вносили концентрат грибковой кефирной закваски прямого внесения в количестве 5–10 г на 1000 кг готового продукта. Смесь тщательно перемешивали (5–10) минут. Образование сгустка происходило на протяжении 8–9 часов и его окончанием считали нарастание кислотности до $(85 \pm 5)^\circ\text{T}$. Сгусток осторожно перемешивали и охлаждали до температуры вызревания $(15 \pm 5)^\circ\text{C}$. Далее проводили вызревание 6–24 часа. После его окончания в продукт вносили эфирное масло мяты перечной в количестве (25 ± 1) г на 1000 кг.

После окончания технологического процесса продукты сохраняли при температуре $(2–6)^\circ\text{C}$ 12 суток. Оценку проводили сразу после изготовления и на протяжении всего срока хранения.

Изучали динамику титрованной кислотности в кисломолочном продукте «Дивосил» (П2) и контроле (П1). В П2 в течении 12 суток резкого изменения кислотности не наблюдали. В контрольном варианте П1 на 8–12 сутки хранения значение титрованной кислотности было больше от исследуемого П2 на 17 % и составляло $(130–132)^\circ\text{T}$. Предполагаем, что благодаря содержанию функциональных ингредиентов продукт может сохраняться значительно дольше чем продукт П1 (рис.1).

Органолептическая оценка готовых продуктов показала определенную разницу между исследуемыми вариантами (табл.1).

Органолептические показатели образцов кисломолочного продукта «Дивосил» типичные для сгустков, образованных штаммами микроорганизмов, входящих в состав грибковой кефирной закваски. Наличие добавок не ухудшало органолептических показателей. Вкус – насыщенный, кисломолочный, острый, ароматный, с легким привкусом добавок, что состоит из микса вкусов, среди которых ощущается едва уловимый растительный специфический от алтея, слегка ореховый от девясила и прохладный от мяты. Цвет – кремовый. Консистенция в меру густая, без отстоя сыворотки, более плотная в сравнении с контролем.

Благодаря биохимической активности микрофлоры, окислению углеводов и карбонильных соединений в исследуемых образцах накапливается значительное количество летучих жирных кислот (ЛЖК). Анализ накопления этих соединений за время хранения показал, что в образцах П2 их уровень был выше, чем у контрольных П1 (рис 2.).

Таблица 1. Органолептические показатели кисломолочного продукта «Дивосил» (П2) и контроля (П1) в процессе хранения (12 суток)

Варианты	Органолептические показатели				Общая оценка, баллы
	Вкус	Запах	Цвет	Консистенция	
П1	Чистый кисломолочный, острый, кислый на 12 сутки хранения	Аромат чистый молочный	Белый	В меру густая без отделения сыворотки, на 8 сутки хранения отделяется сыворотка	4,0
П2	Чистый кисломолочный с легким орехово-мятным привкусом, прохладный	Аромат чистый молочный слегка мятный, хорошо выражен	Белый кремовый	Очень густая, вязкая тягучая без отделения сыворотки, на 10-12 сутки хранения без отделения сыворотки	4,8

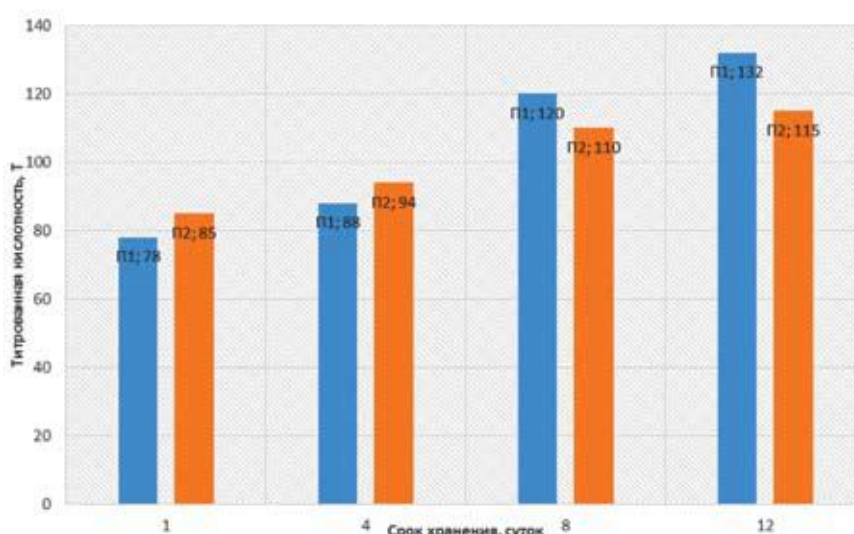


Рис. 1. Динамика титрованной кислотности во время хранения кисломолочного продукта «Дивосил» (П2) и контроля (П1)

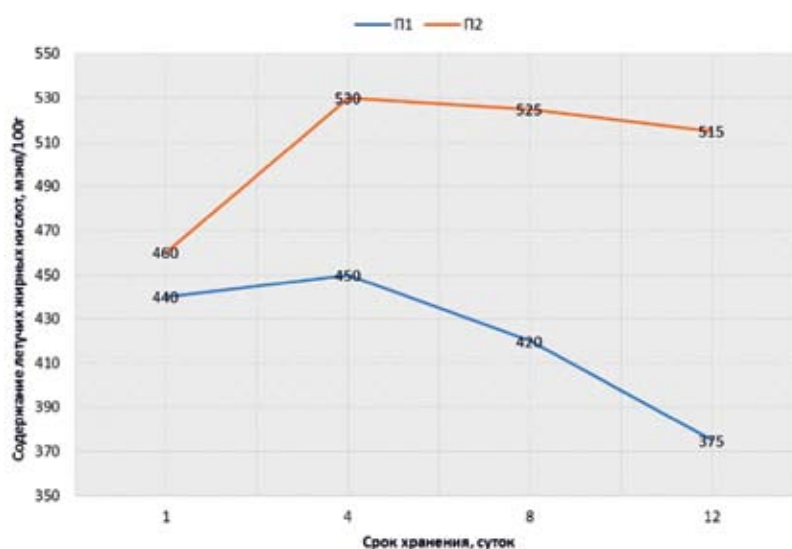


Рис. 2. Накопление летучих жирных кислот (ЛЖК) во время хранения образцов функционального кисломолочного продукта «Дивосил» (П2) и контроля (П1) на протяжении 12 суток

Образование ЛЖК происходило интенсивнее в первые 8 суток хранения в обоих категориях образцов, особенно в образцах продукта П2 с содержанием добавок лекарственных растений. Суммарное содержание ЛЖК к концу хранения у образцов П2 выше на 27,2 % чем у П1.

Количественный и качественный состав летучих жирных кислот у П1 и П2 на конец срока хранения представлен в табл. 2.

Таблица 2. Качественный и количественный состав летучих органических кислот в функциональном продукте «Девясил» и контроле на 12 сутки хранения

№ п/п	ЛЖК	Образец	Количество ЛЖК, мэкв\100г	
			П1	П2
1.	Уксусная		283,44	339,85
2.	Пропионовая		2,96	77,96
3.	Изомасляная		0,24	0,41
4.	Масляная		6,11	6,21
5.	Изовалериановая		75,21	78,89
6.	Валериановая		2,39	8,56
7.	Капроновая		4,28	2,89
8.	Гептановая		0,38	0,25

Ошибка измерений не превышает 1,0 %

К концу срока хранения в спектрах низкомолекулярных жирных кислот функциональных продуктов, изготовленных с использованием функциональных ингредиентов, преобладали уксусная, пропионовая и валериановая кислоты, что отразилось на органолептических показателях продукта П2, добавив ему более острый и насыщенный вкус и аромат.

Количество уксусной кислоты у П2 было большим на 19,9 %, изовалериановой на 4,9 %, пропионовой на 96,2 % в сравнении с контролем П1.

С момента окончания технологического процесса во всех исследуемых образцах непрерывно происходили количественные и качественные изменения состава микрофлоры (рис. 3 и 4). Следует отметить, что в контрольных образцах изменения происходили менее интенсивно, чем в исследуемых.

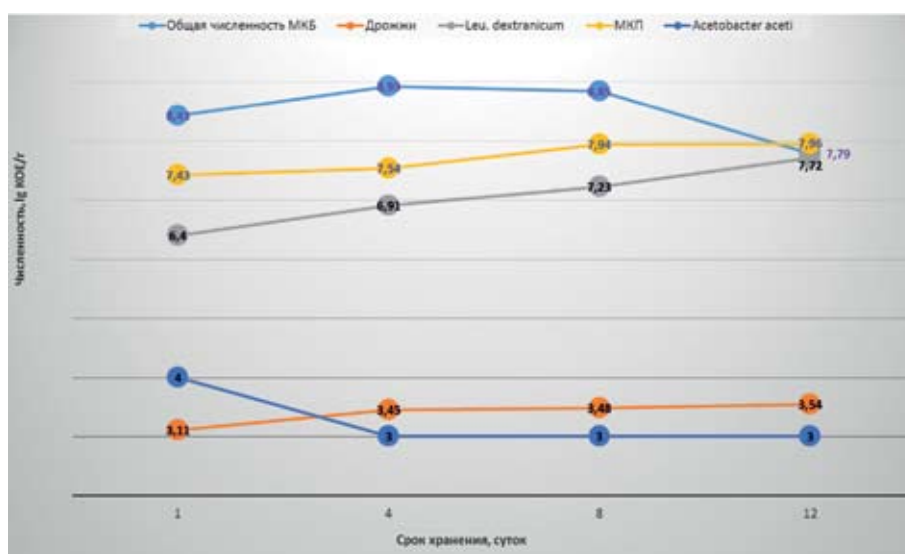


Рис. 3. Данные количества микрофлоры в контрольных образцах кисломолочного продукта (П1) в процессе хранения

Количество молочнокислых палочек (МКП) на первые сутки хранения в образцах с функциональными ингредиентами было на порядок выше нежели в контрольных и составляло в пределах — 8,0 lg КУО/г, для П1 — 7,54 lg КУО/г. У П2 наблюдали такую динамику численности МКП: незначительное увеличение с 1 по 5 сутки хранения (8,0 -8,48) lg КУО/г и на 12 сутки — снижение до 7,62 lg КУО/г, что обусловлено содержанием в образцах эфирного масла мяты перечной.

Одновременно у контрольных образцов возрастание количества МКП было менее значительным на протяжении первых 4 суток хранения. Максимальная концентрация зафиксирована на 8 сутки — 7,94 lg КУО/г.

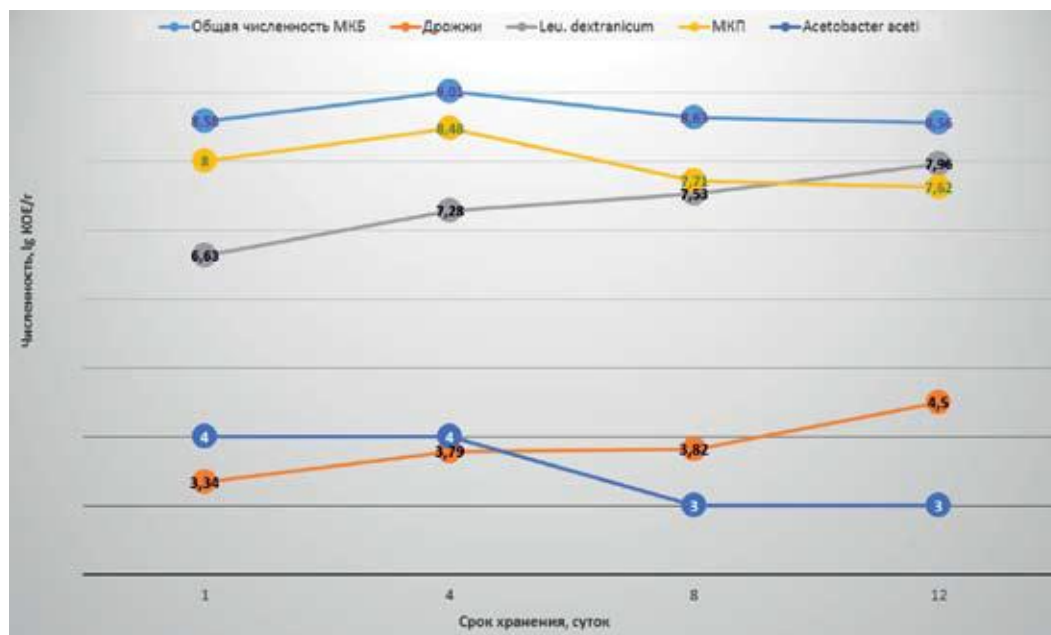


Рис. 4. Изменение количества микрофлоры в образцах функционального кисломолочного продукта «Дивосил» (П2) в процессе хранения

Содержание дрожжей в начале хранения у образцов П2 в среднем составлял 3,34 lg КУО/г. На 12 сутки их количество возросло на порядок у образцов П2 чем у П1 и составило соответственно: 4,9 lg КУО/г та 3,54 lg КУО/г.

Динамика общего количества молочнокислых бактерий (МКБ) на первые сутки хранения у образцов с функциональными ингредиентами подобна к контрольным и составляла: 8,58 lg КУО/г для П2 та 8,43 lg КУО/г для П1. На 8 сутки хранения зафиксировали максимальное накопление МКБ у П2 на уровне 9,01 lg КУО/г. На конец срока хранения количество МКБ у продукта «Дивосил» на порядок выше чем у контрольного: 8,56 lg КУО/г и 7,79 lg КУО/г соответственно.

Полученные данные свидетельствуют что исследуемые образцы имеют характерные отличия, вызванные добавлением функциональных ингредиентов и позволяют сделать вывод что новый продукт имеет особенный, более насыщенный вкус и аромат, широкий спектр ароматических веществ и при этом в течении всего срока хранения не имеет значительного кислотообразования, что делает его полезным и уникальным функциональным продуктом в питании населения. Таким образом, доказана целесообразность использования разных субстанций, изготовленных из лекарственных растений в рецептурах кисломолочных продуктов функционального назначения.

Готовый функциональный кисломолочный продукт имеет однородный сгусток и плотную консистенцию благодаря способности бактериального концентрата грибковой кефирной закваски продуцировать вязкие полимеры, а также присутствующих в сухих экстрактах корней

алтея и девясила высокого слизей, пектинов, инулина, которые являются природными стабилизаторами структуры. Вкус и запах продукта чистый кисломолочный, острый, с легким привкусом растительных ингредиентов, слегка прохладный мятный, цвет чуть кремовый, с умеренной кислотностью (80 ± 5)°Т. Свойства продукта стабильны к концу срока хранения. Гарантированный срок хранения продукта 12 суток.

Разработана нормативная документация – ТУ У 15.5-00419880 – 106 – 2011 «Продукт кисломолочный функциональный пищевой «Дивосил». Оригинальность продукта и новизну технологических решений подтверждено патентом Украины на изобретение «Способ производства функционального кисломолочного продукта «Дивосил» (Пат. №97772 Украина, МПК А23С 9/13(2006.01), А23С9/127 (2006.01), опубл. 12.03.2012., Бюл. №5).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Пилат, Т. Л.* Функциональные продукты питания: своевременная необходимость или общее заблуждение / Т. Л. Пилат, О. Л. Белых, Л. Ю. Волкова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 2. – С. 71–73.
2. *Пилат, Т. Л.* Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т. Л. Пилат, А. А. Иванов. – М.: Авваллон, 2002. – 710 с.: ил.
3. *Powell, J. E.* Bacteriocins and bacteriocin producers present in kefir and kefir grains/ J. E. Powell // Thesis for the degree of master of science in food science: AgriSciences Stellenbosch University. – 2006. – 115 p.
4. *Шульга, Н. М.* Склад мікрофлори кефірних грибків, грибової кефірної закваски та кефіру/ Н. М. Шульга, О. В. Боднарчук, Н. Ф. Кігель // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 8. – С. 71–73.
5. Лекарственные растения: самая полная энциклопедия / А. Ф. Лебеда [и др.]. – М.: АСТ–ПРЕСС КНИГА, 2004. – 912 с.
6. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия / под ред. Г. П. Яковлева, К. Ф. Блиновой. – СПб., 2004. – 765с.
7. Державна фармакопея України / Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр». – 1-е вид. – Доповнення 2. – Харків: Державне підприємство «Науково-експертний центр», 2008. – С. 347.
8. Manual for microbiological control of production at the enterprises of the dairy industry. – М., 1987.
9. Rachev, R. // Food industry. – 1975. – Vol. 8–9. – P. 24–27.
10. *Куцик, Т. П.* Дослідження впливу лікарських рослинних інгредієнтів на показники кисломолочного продукту / Т. П. Куцик, Н. Ф. Кігель // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 1. – С. 50–53.

Рукопись статьи поступила в редакцию 23.03.2017

T. P. Kutsyk, N. F. Kigal

INFLUENCE OF MEDICINAL PLANTS ON THE FORMATION OF THE BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF FUNCTIONAL PRODUCT

The article is devoted to the scientific substantiation of technological solutions, which consists in the enrichment of dairy basis of bacterial concentrate of kefir grains and functional ingredients of medicinal plants to create the original composition of the product introduced medicinal plant with diverse therapeutic areas.

The data obtained indicate that the new product has special more intense taste and aroma, a wide range of aromatic substances and low titrated acidity.

Product originality and novelty of technological solutions of production of the product is confirm by the patent of Ukraine for invention «Method of production of functional fermented milk product «Devosil».

УДК 633.854.54:664.87

В статье приведены результаты исследований по разработке новых видов функциональных пищевых продуктов — пищевых концентратов: сухих завтраков, супов и каш быстрого приготовления, инстантных напитков (кисели и какао-напитки), обогащенных клетчаткой семян льна. Обоснована целесообразность использования клетчатки семян льна в качестве физиологически функционального ингредиента.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИПОТЕНЦИАЛА СЕМЯН ЛЬНА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

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

*Ю. С. Усеня, кандидат технических наук, старший научный сотрудник — заместитель
начальника отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов;*

*Л. В. Филатова, старший научный сотрудник отдела технологий продукции
из корнеклубнеплодов;*

М. Ю. Уложнинова, аспирант

Проблема питания включена в число важнейших глобальных проблем, выдвинутых ООН, Всемирной организацией здравоохранения и продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО).

Питание каждого человека является одним из самых важных факторов, которые определяют здоровье нации. На данный момент проблема питания в Республике Беларусь перешла из личных для каждого человека в общегосударственную. Для многих групп населения Республики Беларусь характерно нерациональное питание, связанное с несоответствием в фактическом потреблении и реальной потребностью в пищевых веществах и микронутриентах.

Рациональное питание современного человека подразумевает под собой употребление в пищу широкого разнообразия продуктов питания для полноценного восполнения его суточной потребности в важнейших пищевых веществах (белках, пищевых волокнах, витаминах, минеральных веществах, полиненасыщенных жирных кислотах (ПНЖК)). Проведенные исследования по фактическому питанию взрослого и детского населения Республики Беларусь выявили снижение потребления макро — и микронутриентов в их питании, о чем свидетельствует официальная статистика Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

Наиболее эффективным путем восполнения выявленных дефицитов необходимых пищевых веществ в рационе питания населения и повышения сопротивляемости организма вредным факторам является разработка нового ассортимента пищевой продукции, обогащенной микронутриентами, способствующей улучшению состояния здоровья, укреплению нервной системы, повышению умственной работоспособности и т. д.

При выборе вида пищевой продукции для обогащения необходимыми нутриентами, необходимо учитывать современные тенденции развития пищевой промышленности, ориентированные на производство продукции повышенной пищевой ценности массового потребления, в том

числе по содержанию физиологически активных ингредиентов, продуктов быстрого приготовления, с длительными сроками хранения и др. Кроме того, продукция должна быть легка в приготовлении, не занимать много времени.

В разработке обогащенных продуктов питания важная роль принадлежит натуральному отечественному растительному сырью, которое, благодаря многообразию входящих в его состав макро — и микронутриентов (растительные белки, витамины, минеральные вещества, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, биофлавоноиды и др.), является ценной сырьевой базой для получения полезной высококачественной продукции.

Целью работы является изучение потребностей населения Республики Беларусь в важнейших пищевых веществах и разработка новых видов функциональных пищевых продуктов — пищевых концентратов (сухих завтраков, супов и каш быстрого приготовления, инстантных напитков (кисели и какао-напитки), обогащенных клетчаткой семян льна, для питания населения Республики Беларусь, восполняющих дефицит эссенциальных нутриентов в их рационе и способствующих сохранению здоровья.

Результаты исследований. Для полноценного учета потребности населения Республики Беларусь в пищевых веществах и микроэлементах в соответствии с санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Требования к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения Республики Беларусь» выделяют 3 половозрастные группы: мужчины, женщины и детское население, которые также еще дифференцированы на 21 подгруппу в соответствии с возрастными критериями. Для каждой подгруппы разработаны свои требования к необходимому количеству пищевых веществ.

Потребность в энергии и пищевых веществах зависит от физической активности, характеризуемой коэффициентом физической активности (КФА), равным отношению энергозатрат на выполнение конкретной работы. В Республике Беларусь трудоспособное население дифференцировано с учетом КФА в зависимости от размеров энергозатрат на 5 групп соответственно [1, 2].

Таким образом, кроме половозрастного деления населения, дополнительно выделяют пять групп в зависимости от физической активности.

Нехватка в пищевых веществах и микронутриентах ведет изначально к незначительному ухудшению состояния здоровья, а в дальнейшем приводит к серьезным заболеваниям. Как известно, большинство заболеваний связано именно с неполноценным питанием.

Учитывая существующую потребность в создании обогащенных продуктов питания для населения Республики Беларусь, использование имеющейся информации о численности населения, имеющего конкретные зарегистрированные виды заболевания, позволит создать новые продукты питания, способные обеспечивать оптимальную реализацию физиолого-биохимических процессов, происходящих в организме человека.

Результаты анализа литературных данных показали, что обогащенные продукты питания могут быть разработаны на основе широкого спектра пищевых концентратов [3-5]. С учетом современных тенденции развития пищевой промышленности, ориентированных на производство продукции повышенной пищевой ценности массового потребления, быстрого приготовления, с длительными сроками хранения в качестве обогащаемой определены 3 группы пищевых концентратной продукции: 1) зерновые сухие завтраки, 2) 1-е и 2-е обеденные блюда — супы и каши быстрого приготовления, 3) инстантные напитки — кисели и какао-напитки.

В состав данных видов пищевых концентратов входят различные виды предварительно подготовленного сырья: гречневая крупа, кукурузная крупа, хлопья гороховые; овощи сушеные, специи, сок концентрированный, сухие молочные продукты, какао и др. Данные виды сырья получили широкое распространение на территории Республики Беларусь, что свидетельствует о большой продовольственной базе, на основе которой возможно создание новой пищевых концентратной продукции функционального назначения с заданными свойствами и структурой.

Дополнительным сырьем, выступающим в качестве физиологически активного ингредиента при создании обогащенных пищевых концентратов, может быть отечественный растительный

продукт — клетчатка из семян льна. Это побочный продукт получения льняного масла. В результате выжимки масла остаются волокна — не перевариваемая часть продуктов растительного происхождения, которая тонко измельчается и может употребляться в пищу. Употребление клетчатки нормализует работу желудочно-кишечного тракта, способствует снижению уровня холестерина в крови, уменьшению вероятности образования тромбов, улучшению функционирования печени, улучшает состояние иммунной системы, используется для профилактики заболеваний щитовидной железы, как обязательный элемент в рационе беременных женщин, при сахарном диабете.

Однако наиболее важными компонентами клетчатки из семян льна являются незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты: омега-3, омега-6, омега-9. Полиненасыщенные жирные кислоты, в особенности, омега-3 класса, являются важным незаменимым фактором питания, так как оказывают выраженное влияние на организм человека, в особенности детей. Они входят в состав структурных компонентов клеточных мембран, влияя на их проницаемость, текучесть, активность встроенных ферментов; играют особую роль в функционировании ЦНС; обеспечивают нормальное развитие сенсорных, моторных, поведенческих и др. функций за счет концентрации в синаптических мембранах и модуляции нейротрансмиттерной передачи; участвуют в образовании биологически активных веществ — эйкозаноидов.

Проведен анализ физико-химического и витаминно-минерального состава, пищевой ценности порошка клетчатки семян льна. Установлено, что клетчатка семян льна является растительным продуктом с высокой пищевой ценностью, имеет высокие органолептические показатели. В 100 г клетчатки содержится: белка — 37,1 г, жиров — 8,8 г, углеводов — 41,4 г, клетчатки 10,6 г.

Определено значительное содержание в клетчатке незаменимых полиненасыщенных жирных кислот: омега-3 — 48,0 %, омега-6—18,1 % от общей массовой доли жирных кислот (рис. 1).

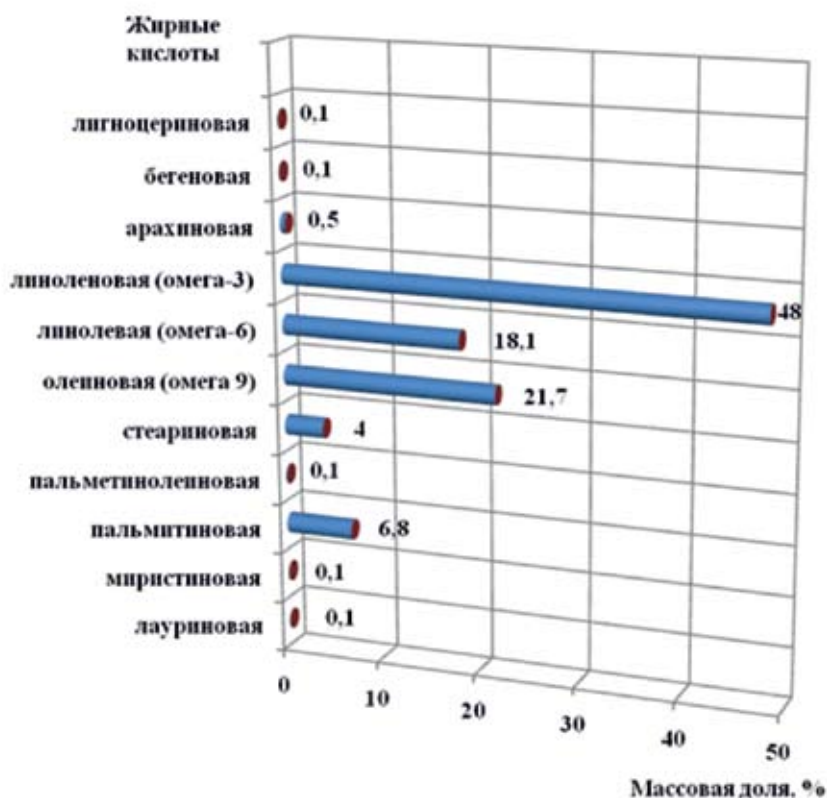


Рис. 1. Содержание жирных кислот в клетчатке семян льна

Кроме того, клетчатка имеет богатый минеральный состав (рис. 2) и содержит витамины группы В, витамины А и РР и др. Исследования показателей безопасности показали, что клетчатка семян льна является безопасным продуктом по содержанию токсичных элементов, радионуклидов и пестицидов.

Таким образом, результаты выполненных исследований характеризуют клетчатку семян льна как натуральное сырье с высокой пищевой ценностью, что позволяет использовать его в производстве функциональных пищевых продуктов.

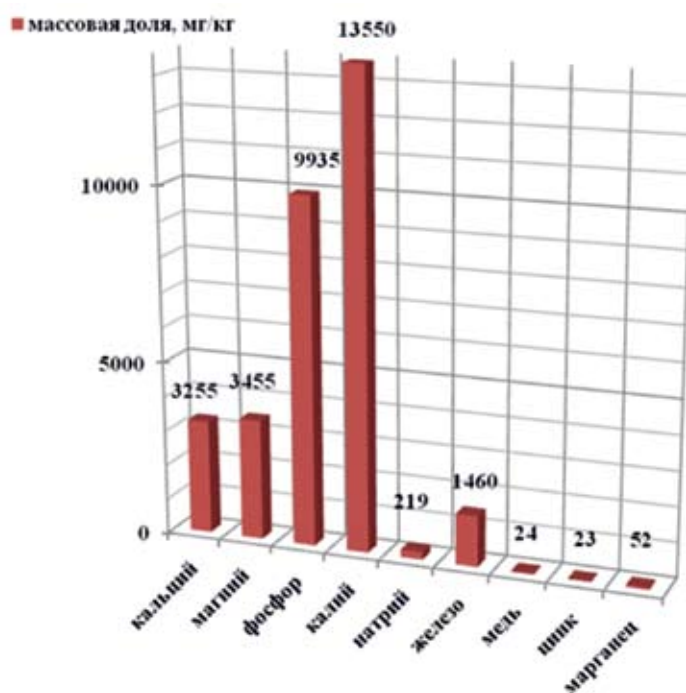


Рис. 2. Минеральный состав клетчатки семян льна

Данные по изучению фактического питания населения Республики, показывают, что потребление детьми полиненасыщенных жирных кислот с их ежедневным рационом находится на низком уровне. В связи с этим в настоящее время разрабатывается большое количество биологически активных добавок к пище, содержащих значительное количество ω -3 ПНЖК. В то же время обогащение рациона ω -3 ПНЖК с помощью БАД не всегда удобно, особенно у детей, поскольку дети испытывают определенные трудности в проглатывании капсул, чувствительны к запаху рыбьего жира, могут страдать аллергией на компоненты БАД и т. п. Использование для этих целей натуральных пищевых продуктов, как у детей, так и у взрослых является наиболее предпочтительным.

Специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведены исследования по подбору рецептурных ингредиентов, определению соотношений ингредиентов с целью получения конечного продукта – обогащенного пищевого концентрата, обладающего оптимальными органолептическими свойствами, физико-химическими показателями и сбалансированной пищевой ценностью. Анализ унифицированных рецептур, выбранных для проведения исследований групп пищевых концентратов, показал возможность введения в рецептурные составы обогащающего компонента в следующих дозировках (в таблицах приведены рецептурные составы обозначенных продуктов).

1. Группа зерновых сухих завтраков – 10 % порошка клетчатки семян льна за счет замены крупы кукурузной (табл. 1).

Таблица 1. Рецептурный состав пищевого концентрата «Палочки кукурузные с клетчаткой семян льна»

Наименование компонентов, ТНПА	Рецептура, %	Содержание сухих веществ в сырье, %	Отходы и потери при подработке, смешивании и фасовке, %	Расход сырья на 1 т, кг	
				в натуре	в сухих веществах
Крупа кукурузная	62,6	86,0	1,0	632,3	543,8
Сахар	20,4	99,86	1,0	206,1	205,8
Клетчатка	10,0	92,0	1,0	101,0	92,9
Соль поваренная йодированная	7,0	99,5	0,5	70,4	70,0
И Т О Г О	100			1009,8	912,5

2. Группа первых и вторых обеденных блюд: суп-пюре гороховый – 18 % порошка клетчатки семян льна за счет замены сухого картофельного пюре и гороховых хлопьев (табл. 2); каша гречневая быстрого приготовления – 20 % порошка клетчатки семян льна за счет замены гречневой крупы (табл. 3).

Таблица 2. Рецептурный состав пищевого концентрата «Суп — пюре картофельно-гороховый с клетчаткой семян льна»

Наименование компонентов, ТНПА	Рецептура, %	Содержание сухих веществ в сырье, %	Отходы и потери при подработке, смешивании и фасовке, %	Расход сырья на 1 т, кг	
				в натуре	в сухих веществах
Пюре картофельное сухое,	52,0	88,0	1,0	525,3	462,2
Горох варено-сушеный	12,0	88,0	1,0	130,6	111,1
Клетчатка	18,0	92,0	1,0	181,8	167,3
Соль поваренная йодированная	6,9	99,5	0,2	69,1	68,8
Жир	4,0	99,7	0,2	40,1	40,0
Лук сушеный	3,1	93,0	0,5	35,2	30,3
Морковь сушеная	3,0	93,0	0,5	33,2	28,6
Зелень сушеная	0,7	92,0	0,5	7,5	6,5
Перец черный молотый	0,2	88,0	0,1	2,0	1,8
Куркума	0,1	-	0,1	1,0	1,0
И Т О Г О	100,0			1025,8	917,6

Таблица 3. Рецептурный состав пищевого концентрата «Каша гречневая не требующая варки с клетчаткой семян льна»

Наименование компонентов, ТНПА	Рецептура, %	Содержание сухих веществ в сырье, %	Отходы и потери при подработке, смешивании и фасовке, %	Расход сырья на 1 т, кг	
				в натуре	в сухих веществах
Крупа гречневая	62,9	88,0	0,6	632,8	556,9
Клетчатка	20,0	92,0	1,0	202,0	185,9
Соль поваренная йодированная	7,0	99,5	0,2	70,1	70,0
Жир	4,0	99,7	0,2	40,1	40,0
Лук сушеный	3,0	93,0	0,5	33,2	28,6
Морковь сушеная	3,0	93,0	0,5	33,2	28,6
Перец черный молотый	0,1	88,0	0,1	1,0	1,0
И Т О Г О	100,0			1012,4	911,0

3. Группа сладких блюд и инстантных напитков: кисели – 15 % порошка клетчатки семян льна за счет замены крахмала и сахара (табл. 4); какао-напиток – 15 % порошка клетчатки семян льна за счет замены сахара и сухого молока (табл. 5).

Количественная замена традиционных ингредиентов в рецептурах разработанных продуктов на обогащающий ингредиент – клетчатку семян льна произведена на основании результатов органолептических и физико-химических характеристик готового восстановленного продукта: отсутствие привкуса, не характерного для данного продукта, соответствующего внешнего вида восстановленного продукта и др. параметров.

На основании полученных результатов составлены проекты рецептур на обогащенные пищевые концентраты с указанием соответствующих подобранных значений основных компонентов, с целью исследования совместного их влияния на показатели качества готовых изделий при добавлении порошка клетчатки семян льна.

Таблица 4. Рецептурный состав пищевого концентрата «Кисель не требующий варки быстрого приготовления с клетчаткой семян льна»

Наименование компонентов, ТНПА	Рецептура, %	Содержание сухих веществ в сырье, %	Отходы и потери при обработке, смешивании и фасовке, %	Расход сырья на 1 т, кг	
				в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок, ГОСТ 33222	60,0	99,86	0,8	604,8	604,0
Крахмал картофельный, ГОСТ 7699	17,0	80	0,9	171,5	137,2
Клетчатка, ТУ ВУ 190098413.005	15,0	88	0,9	151,4	133,2
Сок яблочный концентрированный, ГОСТ 18192	7,0	70,0	1,8	71,3	49,9
Лимонная кислота, ГОСТ 908	1,0	99,8	0,9	11,1	11,1
Куркума	0,1	-	-	1,0	1,0
И Т О Г О	100,0			1016,1	942,4

Таблица 5. Рецептурный состав пищевого концентрата «Какао-напиток быстрого приготовления с клетчаткой семян льна»

Наименование компонентов, ТНПА	Рецептура, %	Содержание сухих веществ в сырье, %	Отходы и потери при обработке, смешивании и фасовке, %	Расход сырья на 1 т, кг	
				в натуре	в сухих веществах
Сахар песок	60,0	99,85	0,8	604,8	603,9
Молоко сухое цельное	16,5	95,0	0,8	166,3	158,0
Клетчатка	15,0	92,0	0,9	151,4	139,3
Порошок какао	7,25	92,5	0,9	73,8	68,3
Лецитин	0,53	98,5	0,9	5,3	5,3
Премикс витаминно-минеральный	0,5	-	-	5,0	5,0
Ванилин	0,10	99,0	0,8	1,0	1,0
Кальций фосфорнокислый	0,06	99,0	0,9	0,6	0,6
Соль поваренная	0,06	99,0	0,8	0,6	0,6
И Т О Г О	100,0		—	1008,8	982,0

Данные по изучению фактического питания населения Республики Беларусь показывают наличие дефицитов важнейших пищевых веществ (белков, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК)) в питании всех половозрастных групп населения, особенно детей и молодежи, что, в последствии, может приводить к возникновению различных алиментарных заболеваний.

С учетом современных тенденций развития пищевой промышленности, ориентированных на производство продукции повышенной пищевой ценности массового потребления, быстрого приготовления, с длительными сроками хранения в качестве обогащаемой выбрали 3 группы пищевых концентратов: 1) зерновые сухие завтраки, 2) 1-е и 2-е обеденные блюда — супы и каши быстрого приготовления, 3) инстантные напитки — кисели и какао-напитки. Они весь сезон пользуются спросом у потребителей различных возрастных категорий.

В качестве обогащающего компонента определен порошок клетчатки семян льна, отечественный растительный продукт, получаемый при производстве льняного масла. В результате анализа физико-химического и витаминно-минерального состава порошка клетчатки семян льна обоснована целесообразность его использования в качестве обогащающего компонента для производства пищевых полуфабрикатов функционального назначения.

Установлено, что клетчатка семян льна содержит большое количество белка (37,1 г на 100г продукта), а также является источником значительного количества жирных кислот, в том числе полиненасыщенных жирных кислот (омега-3 — 48,0 %, омега-6 — 18,1 % от общей массовой доли жирных кислот), что позволяет использовать его в качестве физиологически функционального пищевого ингредиента.

Составлены проекты рецептов на обогащенные пищевые концентраты с указанием соответствующих подобранных значений основных компонентов с учетом введения в рецептурные составы обогащающего ингредиента в следующих дозировках: 1) зерновые сухие завтраки — 10 % порошка клетчатки семян льна за счет замены крупы кукурузной; 2) 1-е и 2-е обеденные блюда: суп-пюре гороховый — 18 % порошка клетчатки семян льна за счет замены сухого картофельного пюре и гороховых хлопьев; каша гречневая быстрого приготовления — 20 % порошка клетчатки семян льна за счет замены гречневой крупы; 3) инстантные напитки: кисели — 15 % порошка клетчатки семян льна за счет замены крахмала и сахара; какао-напиток — 15 % порошка клетчатки семян льна за счет замены сахара и сухого молока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь»: утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 20.11.2012 г. № 180. — Минск, 2012. — 21 с.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/>. — Дата доступа: 10 августа 2016 г.
3. *Фаст, Р.* Зерновые завтраки / Р. Фаст, Э. Колдуэлл (ред.); пер. с англ. под общ. ред. проф. В. С. Иунихиной и проф. С. В. Крауса. — СПб.: Профессия, 2007. — 528 с.
4. *Спиричев, В. Б.* Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В. Б. Спиричев // Наука и технология. — Новосибирск: Сиб. универ. изд-во, 2004. — 548 с.
5. *Зайцев, С. Е.* Здоровое питание: Энциклопедия / С. Е. Зайцев. — Минск: Книжный дом, 2003. — 624 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 26.03.2017

Y. S. Usenia, L. V. Filatova, M. Y. Ulozhynova

APPLYING BIOCAPACITY OF FLAX SEED FOR CREATION OF FOOD CONCENTRATES OF FUNCTIONAL PURPOSE

The article presents the results of research on the development of new functional foods — food concentrates: breakfast cereals, soups and instant cereals, instantons drinks (jellies and cocoa drinks), enriched in fiber of flax seeds. There is the usefulness of fiber flax seed as a physiologically functional ingredient.

В статье представлены сравнительные данные по жирнокислотному составу и содержанию минорных компонентов, а также окислительной стабильности пищевых растительных масел холодного отжима – льняного, расторопши пятнистой и их смесей. Показано, что, комбинируя льняное масло с маслом расторопши, можно оптимизировать соотношение полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3 и омега-6, гомологов токоферола, других минорных компонентов и получить таким образом продукт с новыми улучшенными свойствами для использования в диетическом питании. Предложены эффективные антиоксиданты для смесей изученных масел. Полученные данные использованы при разработке рецептур биологически активных добавок к пище на основе масел из семян льна и расторопши, полезных для улучшения питания и здоровья человека.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ МАСЕЛ ИЗ СЕМЯН ЛЬНА, РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ И ИХ КОМПОЗИЦИЙ

Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», г. Минск, Республика Беларусь

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

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

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

В настоящее время в диетотерапии и профилактике различных заболеваний, особенно сердечно-сосудистой системы, широко используются полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) семейства омега-3 (ω -3). В многочисленных клинических и экспериментальных исследованиях было выявлено, что эти жирные кислоты наряду с гиполипидемическим эффектом оказывают гипokoагуляционное, антиагрегантное, противовоспалительное и иммуномоделирующее действие [1]. Полезные свойства ПНЖК ω -3 обусловлены, главным образом, их влиянием на состав композиций жирных кислот клеточных мембран и продукцию эйкозаноидов. Большинство подобных исследований посвящено изучению эффективности ПНЖК ω -3, входящих в состав рыбных жиров [1, 2]. Растительным жирам в этом смысле уделено гораздо меньше внимания, хотя традиционным в Беларуси сырьем для получения масла, богатого альфа-линоленовой кислотой (АЛК), принадлежащей к семейству жирных кислот омега-3, является семя льна. Комбинируя масло семян льна с другими растительными маслами, можно оптимизировать соотношение ПНЖК омега-3 и омега-6, витаминов и других минорных компонентов и получить таким образом продукт с новыми улучшенными свойствами для использования в диетическом питании. По мнению специалистов подобные сочетания нескольких масел наиболее благоприятно действуют на организм [3]. Интересным представляется использование композиций масел из семян льна (*Linum usitatissimum*) и расторопши пятнистой (*Silybum marianum*) – двух уникальных по своим лечебно-профилактическим свойствам растительных продуктов, известных своими профилактическими и лечебными свойствами. Многочисленными исследованиями показано, что льняное масло проявляет гиполипидемическое, гипотензивное, антиаллергическое, антиаритмическое, тромболитическое свойства, оказывает благотворное влияние в предупреждении и лечении сердечно-сосудистых, онкологических и целого ряда других заболеваний [4]. Масло расторопши, богатое линолевой кислотой (ПНЖК ω -6), токоферолами и другими антиоксидантами, также является продуктом с высокой биологической активностью: обладает противовоспалительным и ранозаживляющим действием, сни-

жает уровень глюкозы в крови, укрепляет стенки кровеносных сосудов, понижает уровень «плохого» холестерина, предотвращая атеросклероз, усиливает иммунную систему, регулирует пищеварение, улучшает аппетит, поддерживает функции печени, стимулирует производство и отток желчи [5]. Создание композиции масел из семян льна и расторопши, богатых ПНЖК ω -3 и ω -6 соответственно, позволит получить продукт с новыми улучшенными свойствами для использования его в диетотерапии.

Существенным недостатком пищевых масел, богатых ПНЖК, особенно АЛК, в молекуле которой присутствуют три двойные связи, является низкий срок хранения из-за высокой способности этих жирных кислот к окислению. Липидное окисление приводит к образованию токсичных соединений, изменению вкуса и запаха масел, снижению их качества и питательной ценности. С другой стороны, в условиях недостатка в организме антиоксидантов (АО) поступление в него ПНЖК может приводить к индукции пероксидного окисления липидов, образованию свободных радикалов со сдвигами в сторону повышения атерогенности и канцерогенеза [6]. Научное решение проблемы стабилизации нутриентных продуктов на основе полиненасыщенных масел имеет критическое значение для обеспечения высоких потребительских свойств и рыночной конкурентоспособности данных продуктов, поэтому актуальным является поиск способов их стабилизации.

Целью данного исследования была разработка устойчивых к окислению биологически активных добавок к пище (БАД) на основе композиций растительных масел холодного отжима из семян льна и расторопши пятнистой для использования продуктов в диетическом питании.

Материалы и методы исследования. Льняное масло (МЛ) и масло расторопши пятнистой (МР) для исследований получали от компании ООО «Клуб «Фарм-Эко» (РБ). Для производства масел использовались семена льна масличного и расторопши пятнистой, возделываемых на территории Республики Беларусь и РФ. Масла были получены путем холодного отжима из сухих очищенных семян на шнековом прессе (температура масла на выходе из пресса не превышала 40 °С) с последующим отстаиванием в течение суток. Полученные пробы масла до начала исследований хранились не более 2-3 суток в темных герметически закрытых стеклянных бутылках при температуре 4-10 °С.

dl- α -Токоферол, d- δ -токоферол, 6-О-пальмитоил-L-аскорбиновая кислота были от Sigma-Aldrich, β -каротин – от Fluka, роноксан А и смесь токоферолов (Mixed tocopherols 95) – от DSM Nutritional Products Ltd. Все реагенты, используемые для анализа растительных масел, были аналитической степени чистоты (> 95 %) и использовались без дополнительной очистки. Продажный п-анизидин от РЕАХИМ (РФ) перед использованием очищали с использованием метода вакуумной сублимации. Растворители были хроматографической чистоты от Sigma-Aldrich. Аналитические стандарты использовали: смесь эфиров жирных кислот от Supelco, наборы токоферолов фирмы Merck и фитостеролов от Sigma, каротиноиды от Fluka, коэнзимы Q₉ и Q₁₀ от Sigma-Aldrich.

Оценку окислительной устойчивости растительных масел и их смесей, а также эффективности антиоксидантов в масле проводили с использованием стандартного метода ускоренного окисления в соответствии с ГОСТ Р 53160-2008 (ИСО 6886: 2006). Использовали прибор 892 Professional Rancimat, окисление масла проводили при температуре 100 °С и продувке воздуха со скоростью 20 л/ч. Регистрацию индукционного времени выполняли в автоматическом режиме с помощью программы StabNet 1.0. Для каждого образца определяли время индукции не менее 3 раз, полученные результаты усредняли. Эффективность стабилизации окисления (фактор стабилизации) оценивали отношением:

$$\text{ФС} = \text{ИП}_д / \text{ИП}_о,$$

где ИП_д – индукционный период в присутствии добавок, ИП_о – индукционный период в контрольной пробе (без добавок).

Скорость окисления растительных масел оценивали также и в нормальных условиях хранения, для чего контрольные образцы масла массой (100 ± 0,1) г и опытные образцы с добавками стабилизаторов хранили в течение 12 и более месяцев в плотно закрытых бутылках из темного стекла, в темноте, при комнатной температуре (20 ± 5) °С. Периодически с интервалом 1-2 ме-

сяца из каждой серии проб изымали три флакона для определения количества гидропероксидов и других показателей качества масла.

Пероксидное, кислотное и анизидиновое числа (ПЧ, КЧ, АЧ) в пробах определяли в соответствии со стандартными методами: СТБ ГОСТ Р 51487-2001, ГОСТ 31933-2012, СТБ 1869-2008 (ISO 6885:2006).

Для определения жирнокислотного состава глицеридов растительных масел проводили их переэтерификацию по стандартному методу (ГОСТ 30418-96) с последующим хроматографическим анализом полученных метиловых эфиров на газовом хроматографе «Shimadzu» GC-17A согласно [7]. Содержание индивидуальных токоферолов и фитостеролов в пробах определяли методом ГЖХ, каротиноидов и коэнзимов Q – методами ВЭЖХ, описанными в [7].

Все измерения были выполнены трижды и результаты представлены как среднее арифметическое \pm стандартное отклонение (SD). Достоверность результатов оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при $P < 0.05$.

Результаты и их обсуждение. В табл. 1 приведены данные по составу композиций жирных кислот масел из семян льна и рапоропши пятнистой, а также их смесей при массовом соотношении компонентов, равном 1:1 и 2:1.

Таблица 1. Жирнокислотный состав масел из семян льна и рапоропши пятнистой, а также их смесей

Жирная кислота, % от суммы	МЛ	МР	МЛ-МР	
			1:1	2:1
Миристиновая С14:0	0,05 \pm 0,01	0,08 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01
Пальмитиновая С16:0	5,64 \pm 0,22	7,45 \pm 0,29	6,48 \pm 0,18	6,13 \pm 0,20
Пальмитолеиновая С16:1	0,11 \pm 0,01	0,04 \pm 0,002	0,07 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01
Стеариновая С18:0	4,72 \pm 0,19	5,30 \pm 0,22	4,99 \pm 0,20	5,02 \pm 0,21
Олеиновая С18:1 (ω -9)	16,20 \pm 0,64	24,22 \pm 1,11	20,18 \pm 0,81	18,94 \pm 0,73
Линолевая С18:2 (ω -6)	15,89 \pm 0,065	56,12 \pm 2,60	35,96 \pm 1,56	29,42 \pm 1,34
α -Линоленовая С18:3 (ω -3)	56,91 \pm 2,57	0,31 \pm 0,02	28,54 \pm 1,34	37,90 \pm
Арахидиновая С20:0	0,21 \pm 0,01	3,04 \pm 0,12	1,60 \pm 0,07	1,17 \pm 0,04
Гондоиновая С20:1	-	0,76 \pm 0,03	0,38 \pm 0,02	0,30 \pm 0,02
Бегеновая С22:0	0,19 \pm 0,01	2,08 \pm 0,08	1,05 \pm 0,04	0,80 \pm 0,04
Эруковая С22:1	0,08 \pm 0,03	-	0,04 \pm	0,04 \pm
Лигноцериновая С24:0	-	0,60 \pm 0,02	0,28 \pm 0,01	0,23 \pm 0,01
НЖК*	10,81 \pm 0,40	18,55 \pm 0,07	14,55 \pm 0,06	13,07 \pm 0,07
МНЖК*	16,39 \pm 0,68	25,02 \pm 0,96	20,54 \pm 0,82	19,28 \pm 0,73
ПНЖК*	72,80 \pm 4,55	56,43 \pm 2,96	64,62 \pm 4,32	67,34 \pm 4,54
Соотношение ω -6/ ω -3	0,28	181,03	1,26	0,77

* НЖК: насыщенные ЖК (сумма), МНЖК: мононенасыщенные ЖК (сумма), ПНЖК (сумма)

Согласно полученным экспериментальным данным изученные образцы растительных масел существенно различаются по жирнокислотному составу: содержание насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот в масле рапоропши в 1,7 и 1,5 раза соответственно больше, чем в льняном масле, при этом на долю олеиновой кислоты приходится 96,8 и 98,8 % мононенасыщенных кислот этих масел. Содержание ПНЖК в масле льняном и масле рапоропши – 72,80 и 56,43 % соответственно, однако состав композиций ПНЖК этих растительных масел различается: в льняном масле содержание АЛК (омега-3) в 3,6 раза превышает содержание линолевой кислоты (омега-6), в то время как в масле рапоропши содержание АЛК мало и в 181 раза меньше, чем содержание линолевой кислоты. Соотношение ПНЖК ω -6/ ω -3 для масел льняного и рапоропши составляет 0,28 и 181,03 соответственно. Известно, что для сохранения здоровья человека необходима сбалансированность ПНЖК ω -6 и ω -3 [2]. Использование комбина-

ции льняного масла с маслом расторопши позволяет добиться оптимизации соотношения этих жирных кислот. Так, согласно экспериментальным данным (табл. 1) содержание ПНЖК в смесях масел льняного и расторопши составляет 64,62 и 67,34 % при массовом соотношении компонентов 1:1 и 2:1 соответственно, при этом в отличие от индивидуальных масел содержание ω -6 и ω -3 жирных кислот в смесях различается в меньшей степени и их соотношение для изученных смесей составляет 1,26 и 0,77.

В состав растительных масел входят минорные компоненты, обладающие антиоксидантными свойствами – токоферолы, каротиноиды, фосфолипиды, фитостеролы, коэнзимы Q, содержание которых зависит от вида и сорта масличной культуры, ареала и условий ее возделывания, а также технологии извлечения масла. Токоферолы (витамин E) – наиболее распространенные АО в растительных маслах, они конкурируют с ненасыщенными жирами и маслами за пероксидные радикалы липидов, которые взаимодействуют с токоферолами намного быстрее (константы скорости реакций от 10^4 до 10^9 $M^{-1}\cdotсек^{-1}$), чем с липидами (константы скорости реакций от 10 до 60 $M^{-1}\cdotсек^{-1}$). Одна молекула токоферола может защитить от 10^3 до 10^8 молекул ПНЖК при низких величинах пероксидных чисел. Содержание и состав гомологов токоферола является важным показателем питательной ценности растительных масел и их антиоксидантного статуса [8]. На рис. 1 приведены хроматограммы токоферолов льняного масла и масла расторопши.

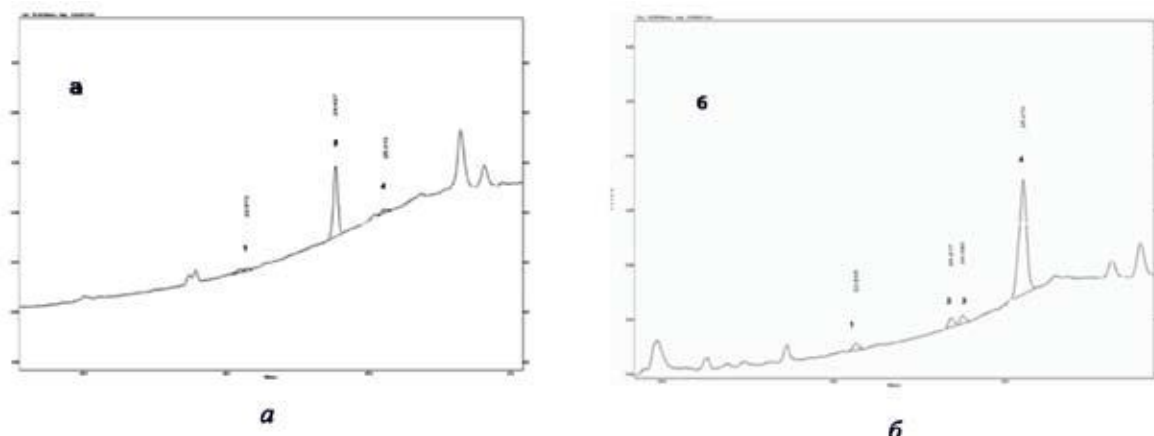


Рис. 1. Хроматограмма токоферолов льняного масла (а) и масла расторопши (б):
1 – δ -токоферол, 2 – β -токоферол, 3 – γ -токоферол, 4 – α -токоферол

Данные по содержанию гомологов токоферола в изученных маслах и их смесях приведены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание токоферолов в льняном масле, масле расторопши и в их смесях

Образец	Содержание токоферолов, мг/100 г				Сумма
	α -	β -	γ -	δ -	
МЛ	$2,27 \pm 0,05$	0	$46,55 \pm 1,05$	$1,56 \pm 0,04$	$50,38 \pm 1,20$
МР	$52,45 \pm 1,27$	$4,40 \pm 0,10$	$10,19 \pm 0,23$	$0,93 \pm 0,02$	$67,97 \pm 1,56$
МЛ–МР (1:1)	$27,36 \pm 0,63$	$2,20 \pm 0,04$	$28,37 \pm 0,67$	$1,25 \pm 0,03$	$59,1 \pm 1,35$
МЛ–МР (2:1)	$19,00 \pm 0,43$	$1,47 \pm 0,03$	$34,43 \pm 0,76$	$1,35 \pm 0,03$	$56,24 \pm 1,28$

Согласно данным табл. 2 суммарное содержание токоферолов в исследованном образце масла расторопши в 1,4 раза превышает содержание токоферолов в льняном масле, причем в масле расторопши α -токоферол является основным структурным изомером токоферола, обладающим высокой E-витаминной активностью, его доля составляет 77,2 % от суммы токоферолов. В льняном масле витамин E представлен главным образом γ -токоферолом, доля которого в исследованном образце льняного масла составляет 92,4 % от суммарного содержания токоферолов. γ -Токоферол в растительных маслах в большинстве случаев ведет себя как более сильный

антиоксидант по сравнению с α -токоферолом, но обладает значительно более низкой, чем α -токоферол, Е-витаминной активностью [8]. В смеси льняного масла и масла расторопши в массовом соотношении 1:1 содержание α - и γ -токоферолов примерно одинаково. В смеси этих масел в соотношении 2:1 основным токоферолом является γ -токоферол.

Фитостеролы (ФС) составляют большую часть неомыляемой фракции растительных масел и присутствуют в маслах в свободном состоянии и в виде сложных эфиров высших ЖК, а также в виде гликозидов. ФС, потребляемые с пищей, эффективно снижают уровень общего холестерина и холестерина липопротеинов низкой плотности в плазме крови, способствуют укреплению иммунитета за счет стимуляции выработки Т-лимфоцитов, проявляют противовоспалительную, противоопухолевую, антибактериальную, антиаллергическую активность [9]. Полученные нами данные по содержанию фитостеролов в масле расторопши, льняном масле и в их смесях представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание фитостеролов (мг/100 г) в масле расторопши, масле льняном и их смесях

Фитостеролы	МЛ	МР	МЛ-МР (1:1)	МЛ-МР (1:1)
Кампестерол	111,50 ± 4,46	29,40 ± 1,03	70,26 ± 3,02	81,16 ± 3,40
Стигмастерол	34,17 ± 1,23	49,98 ± 1,80	43,05 ± 1,73	41,34 ± 1,65
β -Ситостерол	226,66 ± 9,08	194,52 ± 7,75	210,85 ± 8,12	218,85 ± 8,79
Δ^5 -Авенастерол	44,45 ± 1,85	7,65 ± 0,32	25,12 ± 0,95	30,03 ± 1,24
Циклоартенол	218,82 ± 8,70	0	105,46 ± 4,82	146,87 ± 6,42
Δ^7 -Стерол	0	69,22 ± 2,97	33,87 ± 1,19	22,86 ± 0,87
Другие	14,79 ± 0,61	46,93 ± 2,12	34,53 ± 1,24	26,32 ± 0,91
Сумма	650,39 ± 26,64	397,70 ± 16,68	523,14 ± 22,46	567,43 ± 23,81

Из полученных данных следует, что основными фитостеролами в льняном масле являются β -ситостерол, циклоартенол и кампестерол, доля которых от суммарного содержания фитостеролов составляет 34,85, 33,64 и 17,14, % соответственно. В масле расторопши основными стеролами являются β -ситостерол, Δ^7 -стерол и стигмастерол, содержание которых составляет 48,91, 17,40 и 12,57 % от суммарного содержания стеролов соответственно.

Растительные масла содержат также и такие важные для обмена веществ биологически активные минорные компоненты, как каротиноиды, наиболее изученный из которых – β -каротин. Каротиноиды защищают липиды от фотоинициированного окисления за счет способности переводить синглетный кислород из его возбужденного синглетного состояния в менее активное – триплетное благодаря наличию в составе каротиноидов полиеновой системы, состоящей из 11 сопряженных двойных связей. Кроме этого, они могут ингибировать пероксидное окисление липидов также за счет реакций переноса водорода или переноса электрона [10]. Нами определено содержание каротиноидов в масле расторопши и в льняном масле. Согласно экспериментальным данным основным каротиноидом льняного масла является лютеин, содержание которого для исследованного образца составило (2,74 ± 0,10) мг/100г, содержание β -каротина – (0,52 ± 0,02) мг/100г. В масле расторопши каротиноиды присутствуют в значительно меньшем количестве, основным каротиноидом является зеаксантин. Для изученного образца масла содержание зеаксантина составило (0,17 ± 0,006) мг/100 г, другие каротиноиды не обнаружены.

Коэнзим Q_{10} – природное вещество, обладающее выраженным антиоксидантным действием, антистрессовыми и антиканцерогенными свойствами, усиливающее иммунную защиту организма и способствующее торможению процессов старения [11]. В растительных маслах присутствуют коэнзимы Q_6 - Q_{10} , которые наряду с другими минорными компонентами масел обеспечивают их антиоксидантную защиту. Хроматограмма коэнзимов Q льняного масла приведена на рис. 2.

Согласно результатам анализа содержание коэнзима Q_{10} в исследованных образцах масел льняного и расторопши достаточно велико и составляет (9,26 ± 0,34) и (8,29 ± 0,28) мг/100 г соответственно. Коэнзим Q_9 присутствует в этих маслах в меньших количествах: (4,17 ± 0,15) и (1,39 ± 0,05) мг/100г соответственно.

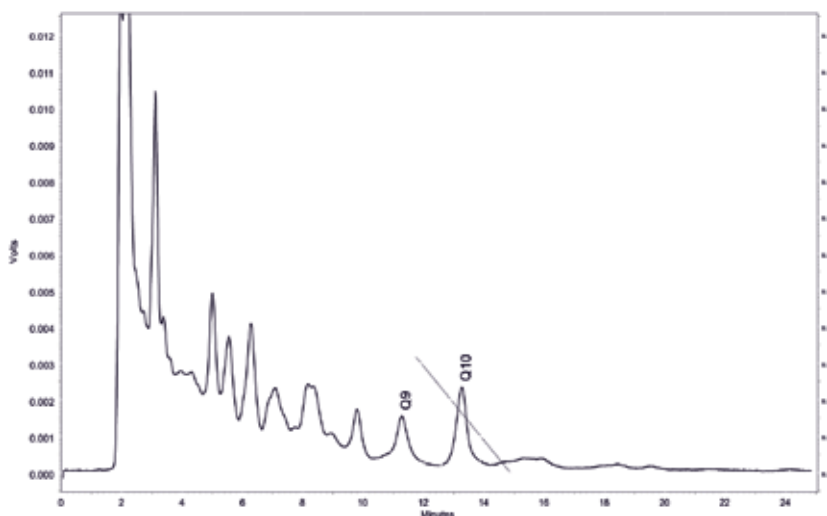


Рис. 2. Хроматограмма коэнзимов льняного масла

Для оценки качества и степени окислительной порчи растительных масел обычно используют пероксидное, кислотное и анизидиновое числа. Нами определены эти показатели для различных образцов масла из семян рапсосторпши пятнистой и для сравнения – льняного масла, полученных путем отжима в одинаковых условиях. Изучено 5 различных образцов масла рапсосторпши и более 10 образцов масла льняного. Согласно экспериментальным данным КЧ, характеризующее суммарное содержание в масле свободных жирных кислот, для изученных образцов масла рапсосторпши изменялось в интервале 2,32-3,94 мг КОН/г, для образцов льняного масла – 1,18-1,26 мг КОН/г. Величины пероксидных чисел, характеризующих содержание первичных продуктов окисления – гидропероксидов – в исследованных образцах масла рапсосторпши составили 2,10-4,62 мг-экв O_2 /кг, в льняном масле – 1,04-2,88 мг-экв O_2 /кг. В смесях льняного масла (ПЧ = 1,04 мг-экв O_2 /кг) с маслом рапсосторпши (ПЧ = 2,10 мг-экв O_2 /кг) содержание гидропероксидов составило 1,57 и 1,39 мг-экв O_2 /кг при массовом соотношении масел 1:1 и 2:1 соответственно. Значения анизидиновых чисел, характеризующих степень окислительной деструкции липидов и содержание вторичных продуктов окисления, главным образом, α - и β -ненасыщенных альдегидов, для масла рапсосторпши изменялись в интервале от 0,52 до 0,67 у. е., для льняного масла – от 0,73 до 2,48 у. е.

Окислительную устойчивость масел льняного, рапсосторпши и их смесей определяли в условиях ускоренного окисления с использованием прибора Rancimat. В табл. 4 приведены значения периодов индукции окисления этих масел, характеризующие их окислительную устойчивость.

Таблица 4. Значения периодов индукции окисления растительных масел при температуре 100 °С и продувке воздуха

Образец	ИП, ч
МЛ	4,26 ± 0,08
МР	11,45 ± 0,21
МЛ–МР (1: 1)	5,50 ± 0,11
МЛ– МР (2: 1)	4,80 ± 0,10

Из данных табл. 4 видно, что окислительная стабильность масла рапсосторпши существенно выше, чем льняного масла: величина индукционного периода (индекса окислительной стабильности) для исследованного образца масла рапсосторпши в 2,7 раза больше, чем льняного масла, что связано с меньшей степенью ненасыщенности жирных кислот масла рапсосторпши (табл. 1). При этом окислительная устойчивость смесей этих масел незначительно превышает устойчивость льняного масла и возрастает с увеличением соотношения ω -6 / ω -3 жирных кислот. Так, период индукции окисления увеличивается от 4,26 для льняного масла до 4,80 и 5,50 для его смесей с маслом рапсосторпши в массовом соотношении 1:1 и 2:1 соответственно, при этом ве-

личины соотношения жирных кислот ω -6 / ω -3 также увеличиваются от 0,28 для льняного масла до 0,77 и 1,26 для соответствующих смесей его с маслом расторопши (см. табл. 1)

С целью обеспечения эффективной антиокислительной защиты смесей льняного масла и масла расторопши нами изучено влияние ряда синтетических и природных ингибиторов окисления на устойчивость масел к окислению. Исследованы жирорастворимый эфир аскорбиновой кислоты аскорбилпальмитат (АП), β -каротин (β -car), α - и δ -токоферолы, смесь токоферолов (Mixed tocopherols 95), содержащая изомерные токоферолы, %: α – 12, β – 1, δ – 22, γ – 63, а также роноксан А (композиция, включающая 25 % АП, 5 % α -токоферола, 70 % лецитина) и композиции АП с токоферолами. В табл. 5 приведены значения периодов индукции окисления и факторов стабилизации масел с добавками различных антиоксидантов (АО).

Таблица 5. Значения периодов индукции окисления смесей растительных масел и эффективность ингибирования (ФС) окисления масел АО при температуре 100 °С и продувке воздуха

Массовое соотношение масел в смеси МЛ–МР	Антиоксидант	Массовая доля АО в масле, %	ИП, ч	ФС
1:1	АП	0,02	8,97 ± 0,17	1,63
		0,04	14,36 ± 0,26	2,61
2:1	АП	0,02	9,98 ± 0,18	2,08
		0,04	14,98 ± 0,28	3,12
2:1	α -Токоферол + АП	0,05 + 0,02	10,18 ± 0,18	2,12
		0,05 + 0,04	15,55 ± 0,27	3,24
1:1	δ -Токоферол + АП	0,05 + 0,02	9,24 ± 0,18	1,68
		0,05 + 0,04	15,02 ± 0,24	2,73
2:1	δ -Токоферол + АП	0,05 + 0,02	10,56 ± 0,19	2,20
		0,05 + 0,04	15,89 ± 0,24	3,31
1:1	Смесь токоферолов + АП	0,05 + 0,04	13,26 ± 0,22	2,41
		0,10 + 0,04	13,86 ± 0,21	2,52
2:1	Смесь токоферолов + АП	0,05 + 0,04	14,50 ± 0,23	3,02
		0,10 + 0,04	14,88 ± 0,25	3,10
1:1	Реноксан А	0,05	7,26 ± 0,13	1,32
		0,10	8,75 ± 0,14	1,59
		0,20	14,19 ± 0,22	2,58
2:1	Реноксан А	0,05	7,10 ± 0,12	1,48
		0,10	9,79 ± 0,17	2,04
		0,20	14,64 ± 0,22	3,05
1:1	β -car + АП	0,015 + 0,04	15,28 ± 0,24	2,78
2:1	β -car + АП	0,015 + 0,04	16,03 ± 0,25	3,34

Согласно данным табл. 5, аскорбилпальмитат и его композиции с α - и δ -токоферолами, смесью токоферолов (Mixed tocopherols 95), а также α -токоферолом и лецитином (роноксан А) эффективно ингибируют окисление смесей льняного масла с маслом расторопши, при этом эффективность ингибирования возрастает с увеличением концентрации АП и массовой доли льняного масла в смеси масел. Фактор стабилизации смесей масел при концентрации АП в маслах 0,04-0,05 % составляет 2,52-2,73 и 3,05-3,31 при массовом соотношении масел льняного и расторопши 1:1 и 2:1 соответственно. Более высокая эффективность ингибирования окисления смеси с большей массовой долей льняного масла может быть обусловлена различиями в составе композиций жирных кислот изученных масел, а также составе композиций эндогенных антиоксидантов, из которых основными являются токоферолы. Льняное масло содержит большее количество ПНЖК, 78,2 % из которых приходится на АЛК, а также большее количество γ -токоферола (табл. 1 и 2). При ингибировании токоферолами процессов липидного окисления образуются токофероксильные радикалы токоферолов. Аскорбиновая кислота и ее эфиры способны регенерировать токоферолы, содержащиеся в растительных маслах и добавляемые

в составе стабилизирующих композиций, восстанавливая их радикалы до исходных молекул и тем самым пролонгируя антиоксидантное действие токоферолов [8]. В льняном масле за счет высокого содержания линоленовой кислоты процессы окисления протекают более интенсивно по сравнению с маслом расторопши, следовательно, для их ингибирования в большей степени расходуется эндогенные токоферолы. Поэтому для смесей с большей массовой долей льняного масла введение АП и композиций на его основе должно приводить к более выраженному формированию антиоксидантного эффекта и стабилизации смеси масел. При использовании указанных стабилизирующих композиций обеспечивается не только стабилизация льняного масла, но и обогащение его токоферолами и лецитином.

Так как изученные масла, особенно масло расторопши, содержат мало каротиноидов, присутствующих, главным образом, в виде зеаксантина и лютеина, обогащение смесей этих масел β -каротином и другими каротиноидами будет способствовать усилению лечебно-профилактического действия масел. При этом согласно [12] токоферолы могут проявлять синергизм с β -каротином в снижении скорости автоокисления соевого и некоторых других полиненасыщенных масел. Полученные нами экспериментальные данные, приведенные в таблице 5, показывают, что добавка к смесям масла льняного с маслом расторопши композиции β -каротина (0,015 %) и аскорбилпальмитата (0,04 %) позволяет повысить окислительную устойчивость смесей в 2,78 и 3,36 раза при массовом соотношении масел 1:1 и 2:1 соответственно.

Изучена окислительная устойчивость смесей двух растительных масел в процессе хранения при комнатной температуре. Данные по изменению основных показателей окислительной порчи при хранении нестабилизированной и стабилизированной с использованием стабилизирующей композиции на основе АП смеси масел льняного и расторопши приведены в табл. 6.

Таблица 6. Изменение показателей качества смеси МЛ–МР (2:1) в процессе хранения при комнатной температуре в закрытых флаконах

Образец смеси масел	Показатели качества	Время хранения, месяцы			
		0	6	12	18
Нестабилизированный	ПЧ, мг-экв O_2 /кг	2,35 ± 0,12	3,68 ± 0,15	6,93 ± 0,21	11,20 ± 0,32
	КЧ, мг КОН/г	1,66 ± 0,04	1,78 ± 0,05	1,99 ± 0,07	2,34 ± 0,12
	АЧ, у. е.	1,18 ± 0,06	1,47 ± 0,05	2,04 ± 0,09	4,54 ± 0,18
Стабилизированный	ПЧ, мг-экв O_2 /кг	1,39 ± 0,04	1,39 ± 0,05	1,44 ± 0,06	1,56 ± 0,07
	КЧ, мг КОН/г	1,66 ± 0,04	1,66 ± 0,04	1,70 ± 0,05	1,82 ± 0,08
	АЧ, у. е.	1,18 ± 0,07	1,20 ± 0,06	1,32 ± 0,07	1,54 ± 0,08

Из данных таблицы видно, что добавка стабилизирующей композиции эффективно защищает смесь изученных растительных масел от окислительных изменений в процессе хранения.

Вышеприведенные данные использованы при разработке рецептур БАДов на основе льняного масла и масла расторопши. Производство БАД «Масло расторопши – масло льняное плюс» организовано в компании ООО «Клуб «Фарм-Эко» (г. Дрогичин, РБ).

С целью создания устойчивых к окислению биологически активных добавок к пище, являющихся источником ПНЖК омега-3, омега-6 и витаминов, определен состав композиций жирных кислот и биологически активных мини-компонентов двух полиненасыщенных растительных масел холодного отжима – льняного и расторопши, а также их смесей в массовом соотношении 1:1 и 2:1. Показано, что, комбинируя льняное масло, богатое АЛК (ω -3) и γ -токоферолом, с маслом расторопши, характеризующимся высоким содержанием линолевой кислоты (ω -6) и α -токоферола, можно оптимизировать соотношение ПНЖК ω -3 и ω -6, гомологов токоферола и других минорных компонентов, Е-витаминную и антиоксидантную активность, усилить лечебно-профилактические свойства компонентов смеси и получить таким образом продукт с новыми улучшенными свойствами для использования в диетическом питании. Обогащение смесей этих масел β -каротином, который является в организме провитамином А, способствует усилению лечебно-профилактического действия масел. Изучена окислительная устойчивость масел льняного, расторопши и их композиций. Установлено, что устойчивость к окислению масла расторопши

в 2,7 раза выше, чем льняного масла, при этом окислительная устойчивость смесей этих масел незначительно превышает устойчивость льняного масла и возрастает с увеличением соотношения ω -6/ ω -3 жирных кислот. Показано, что для обеспечения эффективной антиокислительной защиты смесей льняного масла и масла расторопши в качестве ингибитора окисления могут быть использованы жирорастворимые эфиры аскорбиновой кислоты и композиции на их основе, обеспечивающие увеличение окислительной устойчивости смесей в 2,5-2,8 и 3,1-3,4 раза при массовом соотношении льняного масла и масла расторопши 1:1 и 2:1 соответственно. Полученные данные использованы при разработке рецептур БАДов на основе изученных растительных масел

ЛИТЕРАТУРА

1. Swanson, D. Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life / D. Swanson, R. Block, S. A. Mousa // *Adv. Nutr.* – 2012. – V. 3. – P. 1–7.
2. Simopoulos, A. P. The Importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases / A. P. Simopoulos // *Exp. Biol. Med.* – 2008. – V. 233. – № 6. – P. 674–688.
3. Гусева, Д. А. Антирадикальная активность и устойчивость к окислению растительных масел, приготовленных из семян льна, кунжута и расторопши / Д. А. Гусева [и др.] // *Вопросы питания.* – 2010. – Т. 79. – № 4. – P. 4–8.
4. Flaxseed in human nutrition / Eds. L. U. Thompson, S. C. Cunnane, 2nd ed. – Illinois: AOCs Press Champaign, 2003. – 458 p.
5. Fathi-Achachlouei, B. Milk Thistle Seed Oil Constituents from Different Varieties Grown in Iran / B. Fathi-Achachlouei, S. Azadmard-Damirchi // *J. Am. Oil Chem. Soc.* – 2009. – V. 86. – P. 643–649.
6. Halliwell, B. Free Radicals in Biology and Medicine / B. Halliwell, J. M. C. Gutteridge. – Oxford: Univesity Press, 2007. – 851 p.
7. Шадыро, О. И. Химический состав и окислительная стабильность льняного масла / О. И. Шадыро, А. А. Сосновская, И. П. Едимечева // *Пищ. пром-сть: наука и технологии.* – 2013. – № 4. – С. 99–106.
8. Kamal-Eldin, A. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols / A. Kamal-Eldin, L-A. Appelqvist // *Lipids.* – 1996. – V. 31. – P. 671–701.
9. Piironen, V. Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition / V. Piironen // *J. Sci. Food and Agriculture.* – 2000. – V. 80. – P. 51–57.
10. Grapmann, J. Terpenoids as plant antioxidants / J. Grapmann // *Vitamins & Hormones.* – 2005. – V. 72. – P. 505–535.
11. Ernster, L. Biochemical, physiological and medical aspects of ubiquinone function / L. Ernster, G. Dallner // *Biochimica et biophysica acta.* – 1995. – V. 1271 (1). – P. 195–204.
12. Choe, E. Mechanisms and factors for edible oil oxidation / E. Choe, D. B. Vin // *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* – 2006. – V. 5. – P.169–186.

Рукопись статьи поступила в редакцию 10.02.2017

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

CHEMICAL COMPOSITION AND OXIDATIVE STABILITY OF FLAXSEED OIL, MILK THISTLE SEED OIL AND THEIR MIXTURES

The article presents comparative data on the fatty acid composition and content of minor components, as well as oxidative stability of edible cold-pressed oils – flaxseed oil, milk thistle seed oil and their mixtures. It has been shown that the combination of flaxseed oil with milk thistle seed oil can optimize the ratio of polyunsaturated fatty acids (PUFAs), omega-3, omega-6, tocopherol homologues and other minor components, and thereby a new product with improved properties for dietary nutrition can be obtained. Effective antioxidants for studied oil mixtures were proposed. The data obtained were used to develop of recipes of biologically active food supplements (BAFS) based on flaxseed oil and milk thistle seed oil that are useful for improving human nutrition and health.

Для Республики Беларусь переработка отходов картофелекрахмальных производств является весьма актуальной проблемой. В связи с этим проводятся исследования по разработке эффективной и научно обоснованной технологии переработки отходов. Разработка технологии включает в себя ряд научных исследований по изучению процессов обезвоживания отходов. В статье отражены основные принципы подбора процессов обезвоживания, разработана таблица возможных вариантов испытаний.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КАРТОФЕЛЕКРАХМАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

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

*З. В. Ловкис, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент
Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор,
генеральный директор;*

*Л. В. Евтушевская, научный сотрудник отдела технологий продукции
из корнеклубнеплодов*

В Республике Беларусь наибольшее количество картофеля перерабатывается на крахмал (до 170 тыс. т в год), при этом из производства выводятся два вида продукции: готовый продукт – сухой товарный крахмал и отходы производства – картофельная мезга в смеси с соковыми водами. Ни один крахмальный завод республики до 2017 г. не имеет комплекта оборудования хотя бы для механического обезвоживания мезги, поэтому в настоящее время большинство предприятий перекачивают насосами жидкую мезгу на поля фильтрации или, частично сгущая, вывозят цистернами на поля под запашку.

Отходы, образующиеся при производстве картофелепродуктов и крахмала, представляют собой в определенной степени ценный кормовой продукт. Исходя из справочных данных, в 100 кг сухой мезги содержится около 95,0 кормовых единиц. Справочно: за одну кормовую единицу (к. ед.) принят 1 кг овса. Питательность кормов в кормовых единицах определяется по соотношению продуктивного действия этих кормов к 1 кг овса. Исходя из этого, за счет утилизации и дегидратации картофельной мезги на кормовые цели получаем скрытый резерв дополнительных кормов [1].

Одной из наиболее важных проблем картофелекрахмального производства является переработка вторичного сырья: мезги и картофельного сока, которые содержат большое количество биологически активных веществ (рис. 1).

В табл. 1 представлены совокупные результаты исследований при коэффициенте извлечения крахмала $K_i=85\%$.

Расчет по данным табл. 1 указывает на то, что общее снижение крахмалистости в картофеле приводит к относительному увеличению сухих веществ в мезге и сточной воде до 22,4 %.

Вторичное сырье картофелекрахмальных производств используется как кормовая добавка в нативном жидком, а также сиропообразном, пастообразном и сухом виде после дополнительной обработки, включающей процессы: центрифугирования, осаждения и фильтрования с применением термической и химической коагуляции, а также коагулянтов и флокулянтов; термического удаления влаги и биоконсервации (ферментолиза).

Образующиеся при производстве картофелепродуктов и крахмала отходы представляют собой смесь жидких и твердых отходов. Жидкие отходы по своему агрегатному состоянию из производства выходят настолько разбавленными, что содержание в них сухих веществ составляет 2-4 %. Поэтому очевидно, что для проведения их в состояние сухого кормового продукта требуется осуществить ряд технологических процессов [2,3].

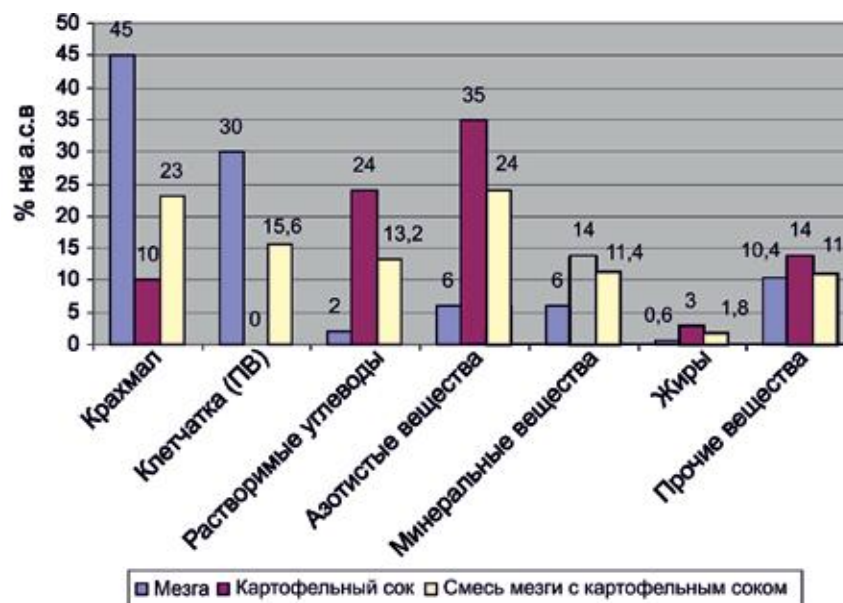


Рис. 1. Химический состав вторичного сырья картофелекрахмальных заводов

Таблица 1. Количество сухих веществ составных частей картофеля в продуктах и отходах производства крахмала

Составные части картофеля	Содержание в %			
	в картофеле	в крахмале	в сточной воде	в мезге
Крахмал	11,0	9,35	0,2	1,45
Клетчатка	1,20	вкрапления	-	1,20
Углеводы растворимые	0,95	-	0,79	0,16
Минеральные вещества	1,00	-	0,58	0,32
Азотистые вещества	1,95	-	1,74	0,16
Прочие вещества	1,15	0,05	0,56	0,54
Всего	17,25	9,50	3,87	3,88

Технологии переработки всевозможных видов отходов основываются на механических, гидродинамических, тепловых, диффузионных, химических, биохимических процессах. Как правило, в технологии утилизации отходов сочетаются различные методы воздействия на них [4,5].

Именно поэтому, целью работы было проверить возможность использования основных технологических операций при переработке отходов картофелекрахмальных производств.

Проведя анализ возможных вариантов переработки отходов, имеющегося оборудования, а также учитывая ранее полученный опыт в вопросе их утилизации, определены основные технологические процессы: выделение твердой фракции; измельчение; механическое обезвоживание (отстаивание; центрифугирование, прессование, мембранная очистка); термическое обезвоживание (экструдирование, сушка, подсушка); — рыхление-смешивание [6].

На основании проведенных ранее исследований по изучению агрегатного и количественного состояния отходов составлена таблица всевозможных вариантов испытаний (табл. 2).

В табл. 2 указаны все основные технологические процессы и группы отходов. Знаком «+» отмечены процессы и группы отходов, которые требуют проведения испытаний; знаком «-» не требующие проведения испытаний.

Процесс осаждения отстаиванием состоит в том, что суспензия в емкости на протяжении определенного времени находится в состоянии покоя в результате чего взвешенные частицы с большей, чем у жидкости плотностью осаждаются на дно емкости, образуя слой сгущенного продукта, который можно затем извлечь не смешивая с осветленной жидкостью.

Таблица 2. Варианты испытаний

№ п/п	Технологические процессы	Группы отходов					
		Твердые сырые		Картофель- ный сок	Жидкие отходы	Смесь твер- дых и жид- ких	Подсушенные и сухие
		кусочки	измель- ченные				
1	Выделение твердой фракции	-	-	-	-	+	-
2	Измельчение	+	-	-	-	-	+
3	Механическое обезво- живание:						
	отстаивание	-	+	-	-	+	-
	центрифугирование	-	+	-	+	+	-
	мембранная очистка	-	-	+	+	-	-
	прессование	+	+	-	-	-	-
4	Экструдирование	-	+	-	-	+	+
5	Подсушка и сушка	-	+	+	-	-	-
6	Рыхление- смешивание	+	+	+	-	-	+

Осаждение происходит за счет разности сил тяжести и архимедовой подъемной силы, которая для частиц сферической формы равна

$$F = (4/3)\pi r^3 g(\gamma_{\text{ч}} - \gamma_{\text{ж}}), \quad (1)$$

где r – радиус частицы; $\gamma_{\text{ч}}$ и $\gamma_{\text{ж}}$ – удельный вес осаждаемой частицы и жидкости.

Время отстоя жидкости при высоте H уровня в отстойном резервуаре [11]:

$$\tau = H / \vartheta_{\text{ч}}. \quad (2)$$

В результате проведенных исследований установлено, что разделение картофельной мезги путем отстаивания малоэффективно, так как объем осадка после осаждения составляет 30-40 % от первоначального объема и добиться необходимой концентрации твердой фазы в жидких отходах путем естественного отстаивания невозможно. Поэтому, использование метода отстаивания картофельной мезги на первом этапе механического обезвоживания представляется более эффективным, что позволит снизить энергозатраты и удалить более 60 % всей жидкой фракции мезги в виде осветленной соковой воды.

Процесс разделения суспензий и жидких сред путем прохождения их через пористую перегородку, способную задерживать взвешенные частицы и пропускать фильтрат, т. е. фильтрование более эффективный.

Процесс фильтрования описывается кинетическим уравнением [11]:

$$\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta p}{\mu_{\text{ж}}(R_0 + R_{\text{ф.п}})}, \quad (3)$$

где V – объем фильтрата, м^3 ; S – площадь поверхности фильтрования, м^2 ; τ – продолжительность фильтрования, с ; Δp – перепад давления, Н/м^2 ; $\mu_{\text{ж}}$ – динамическая вязкость жидкой фазы, $\text{Н}\cdot\text{с/м}^2$; R_0 и $R_{\text{ф.п}}$ – сопротивления соответственно осадка и фильтровальной перегородки, м^{-1} .

Движущая сила процесса фильтрования – разность давлений по обе стороны фильтровальной перегородки. Существует 3 вида фильтрования:

1. Разделение суспензий – процесс отделения твердых фракций, которые задерживаются на фильтровальной перегородке, а жидкость при этом проходит и собирается в сосуд;
2. Ступение суспензий – процесс повышения концентрации твердой фазы, при помощи удаления некоторой части жидкости через фильтровальную перегородку;
3. Осветление жидкостей – процесс очищения жидкости от небольшого количества твердых фракций, содержащихся в них.

Осадки, образующиеся при фильтровании, разделяют на несжимаемые и сжимаемые.

Для определения конкретных фильтрационных характеристик твердой фазы жидкой картофельной мезги были проведены исследования по изучению структуры осадка мезги, коэффициента проницаемости и скорости фильтрования через слой осадка мезги в интервале давлений.

Предварительно перед исследованиями жидкую мезгу отстаивали до массовой доли сухих веществ СВ = 6 %. В результате исследований было установлено, что путем фильтрования можно получить массовую долю сухих веществ в осадке твердой фракции картофельной мезги 15-17 %. Осадок, полученный при выделении плотной фракции картофельной мезги путем фильтрования является сжимаемым.

Осаждение в поле центробежных сил также относится к механическим методам обезвоживания картофельной мезги. Этот способ основан на том же принципе, что и осаждение отстаиванием (на разности плотностей жидкой и твердой фаз), только движущей силой процесса является центробежная сила [8].

Согласно теории центрифугирования [9]:

$$P_{ц} = P_{м} \cdot \frac{\omega^2 R}{g}, \quad (4)$$

где $P_{ц}$ – центробежная сила, действующая на частицу, Н; $P_{м}$ – сила тяжести, действующая на частицу, Н;

$$\Phi = \frac{\omega^2 R}{g} - \text{критерий Фруда (фактор разделения)}, \quad (5)$$

где ω – угловая скорость вращения центрифуги, c^{-1} ; R – радиус, на котором находится частица, М; g – ускорение силы тяжести, m/c^2 .

Для центрифуг с постоянной скоростью вращения ротора

$$\Phi = \frac{n^2 \cdot R}{900}, \quad (6)$$

где n – угловая скорость вращения ротора ($мин^{-1}$); R – радиус вращения частицы (м).

В результате исследований проводимых на лабораторной центрифуге с радиусом ротора 0,09 м и регулируемой частоты вращения ротора установлено, что первоначально при относительно невысоком увеличении фактора разделения идет интенсивное уплотнение осадков и после достижения значений Φ около 2000 и более уже при более интенсивном росте аргумента в уплотняемом осадке увеличивается незначительно массовая доля сухих веществ. Под воздействием центробежных сил в мезге картофельной происходит увеличение массовой доли сухих веществ в осадке от 1-2 до 22 и более %.

Таким образом установлено, что центрифугированием нельзя получить сгущенной твердой фазы мезги с высокой массовой долей сухих веществ, в то же время процесс обезвоживания жидкой мезги этими методами можно рассматривать как второй этап механического обезвоживания.

Процесс прессования довольно широко используется для обезвоживания растительного сырья и заключается в сдавливании обрабатываемого материала с помощью прессующего механизма, при этом происходит отжим жидкости из влажного кашицеобразного материала, либо связывание мелких сыпучих частиц в более крупные образования.

Прессование отцентрифугированной картофельной мезги сопровождается отжимом жидкости из материала. При прессовании под воздействием сдавливания жидкость вытекает наружу через поры твердого каркаса материала. Такое течение подчиняется закону Пуазейля:

$$Q = \frac{\Delta p \cdot d^2 \cdot F}{32 \cdot \mu \cdot L}, \quad (7)$$

где Q – объемный расход жидкости, $м^3/с$; Δp – повышение давления в материале по отношению к давлению окружающей среды, Па; d – средний диаметр капилляров (пор), м; F – суммарная площадь сечения капилляров, $м^2$; μ – динамическая вязкость отжимаемой жидкости, Па; L – средняя длина капилляров, м.

Исследования, проведенные по обезвоживанию картофельной мезги путем прессования показали, что прессование обеспечивает массовую долю сухих веществ в мезге до 40 %.

На рис. 2 представлены образцы мезги полученной после механического обезвоживания.



Рис. 2. Мезга картофельная:
а – отцентрифугированная СВ=25 %; б – отпрессованная СВ = 39,89 %

Таким образом, трехэтапное механическое обезвоживание (отстаивание, центрифугирование и прессование) позволяет получать отпрессованную мезгу с массовой долей сухих веществ до 40 % и с содержанием в мезге до 5,6 % влаги от всего ее количества, содержащегося в исходной жидкой мезге [5–7, 10].

Но не все продукты растительного происхождения, учитывая их агрегатное состояние, могут быть обезвожены прессованием. Так предварительные исследования показали, что картофельные отходы в денатурированном виде (жидкие, вареные, бланшированные) практически не обезвоживаются прессованием: под давлением эти отходы не отдают влагу и продавливаются через поры ограждающей поверхности всей своей массой.

Экструдирование, подсушка и сушка относятся к термическим способам обезвоживания. Учитывая, что выше названные процессы являются наиболее энергоемкими, поэтому целесообразно подвергать термическому обезвоживанию отходы с наименьшей влажностью.

В целях разработки оптимальных режимов сушки отходы с повышенной влажности необходимо довести их до состояния оптимальной влажности. В связи с этим, будут использоваться процессы рыхления и смешивания, как один из вариантов подготовки отходов к сушке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников [и др.]. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
2. Сельскохозяйственный сервис [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.sxedu.ru/korm/60-otxody-kрахмального-proizvodstva-mezga.html>. – Дата доступа: 18.11.2016.
3. Картофель и картофелепродукты: наука и технология/ З. В. Ловкис [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 536 с.
4. *Обович, Б. Б.* Переработка промышленных отходов / Б. Б. Обович. – М.: «СП Интермет Инжиниринг», 1999. – 445 с.
5. *Обович, Б. Б.* Переработка промышленных отходов / Б. Б. Обович, В. В. Девяткин. – М.: «Интермет Инжиниринг», 2000. – 496 с.
6. *Паромчик И. И.* Безотходная технология переработки картофеля/ И. И. Паромчик, Ф. И. Субач, Е. Н. Скачков. – Минск: «Навука і тэхніка», 1990. – 136 с.
7. *Калимуллина, Д. Д.* Применение методов механического обезвоживания сточных вод / Д. Д. Калимуллина, И. З. Багаутдинов // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2016. – № 5. – С. 118–119.
8. Медицинская энциклопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.medical-enc.ru/22/centrifugation.shtml>. – Дата доступа 18.11.2016.
9. Центрифугирование. Принцип метода [электронный ресурс] – Режим доступа: http://ibmc.msk.ru/content/Education/w-o_pass/ММoB/17.pdf. – Дата доступа 18.11.2016.
10. Студопедия [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.studopedia.info/1-114375.html>. – Дата доступа: 18.11.2016.

11. Ловкис, З. В. Гидровлика: учебное пособие / З. В. Ловкис. – Минск: «Беларуская навука», 2012. – 439 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 10.04.2017

Z. V. Lovkis, L. V. Evtushevskaja

TECHNOLOGICAL PROCESSES OF WASTE PROCESSING OF POTATOES OF SILICON PRODUCTION

For Republic of Belarus conversion of waste the kartofelekrakhmalnykh of productions is urgent area of researches. With respect thereto researches on development of effective and scientifically based technology of conversion of waste are conducted. Development of technology includes a number of scientific research on studying of processes of dehydration of waste. The basic principles of matching of processes of dehydration are reflected in article, the table of various options of testing is developed.

УДК 663.2

В статье представлены исследования опытных образцов виноматериалов из винограда сортов Кристалл, Бианка, Зилга и Маршал Фош, выращенного на территории Республики Беларусь. Полученные в результате брожения виноградные виноматериалы соответствовали всем необходимым физико-химическим показателям и органолептическим характеристикам. Проанализированы минеральный и компонентный состав виноматериалов, составлены профилограммы для каждого сорта винограда по основным ароматическим соединениям. Опытные образцы виноградных виноматериалов содержали массовую долю фосфора, калия, натрия, железа, меди и цинка в диапазонах, характерных для данных наименований продуктов. Соотношение К и Na в виноматериалах находилось в характеристических промежутках, свойственным для качественных вин. Содержание общих фенольных соединений в красных образцах виноматериалов, позволяет рекомендовать потребление готового продукта в профилактических целях для предотвращения преждевременного старения и сердечно-сосудистых заболеваний. Исследования, приведенные в статье, подтверждают возможность применения белорусских сортов винограда в производстве ароматизированных вин для расширения рынка винодельческой продукции.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНМАТЕРИАЛОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ВИНОГРАДА, ВЫРАЩЕННОГО В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

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

*М. В. Силич, научный сотрудник лаборатории хроматографических исследований
Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству
и безопасности продуктов питания;*

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

*В. Л. Рослик, заведующий лабораторией хроматографических исследований
Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству
и безопасности продуктов питания*

В современных условиях с изменением общественно-экономических отношений существенным образом изменился и рынок винопродукции. В Республике Беларусь он представлен широ-

ким спектром виноградных вин, ликеров, коньяков и ароматизированных вин в основном импортного производства, либо изготовленных на основе ввезенных виноградных виноматериалов. Основными странами поставщиками винодельческой продукции традиционно являются Республика Молдова и Российская Федерация, однако в последнее время география винодельческой продукции значительно расширилась. Франция, Испания, Италия, Аргентина и ЮАР постепенно укрепляют свои позиции на рынке винодельческой продукции Республики Беларусь.

Собственное производство виноградных вин в Республике Беларусь представлено вторичным виноделием, что предполагает использование дорогостоящего сырья, поступающего наливом по импорту из стран СНГ или дальнего зарубежья. Технологический процесс в данном случае сводится либо к купажированию виноградных обработанных виноматериалов, либо к их розливу. Кроме того, на внутренний рынок поступают бутилированные вина, доля которых занимает значительное место. С учетом тенденций развития белорусского рынка, устойчивого повышения потребительского спроса на виноградные вина и необходимости разработки импортозамещающей продукции, создание технологии виноградных вин из местных сортов винограда является принципиально новым направлением в белорусском виноделии [1].

Формирование рынка виноградных вин в Республике Беларусь в последние годы происходит преимущественно за счет продукции собственного розлива. Доля импортной продукции на белорусском рынке снижается, так в 2008 г. она снизилась на 15,35 % и составила лишь 18 %. Также, следует отметить, что нижняя ценовая граница виноградных вин приблизилась к верхнему пределу плодово-ягодных напитков. Из этого можно сделать вывод, что потребители плодово-ягодных напитков могут в скором времени сместить свои предпочтения в сторону виноградных вин. Этому способствует и то, что в последнее время популярна тенденция на ведение здорового образа жизни, особенно среди молодых людей [2].

Значительное потепление климата в нашей стране за последние годы создает благоприятные предпосылки для успешного развития северного виноградарства. Новая отрасль сельскохозяйственного производства в настоящее время динамично развивается в нашей республике. Наиболее благоприятны условия для эффективного виноградарства в южных регионах Беларуси [3]. Благодаря умеренным температурам, вегетационный период сводится к минимуму, а защитные обработки пестицидами не требуются вовсе или их роль заменяют в основном профилактические мероприятия [4].

Использование в производстве виноградных виноматериалов из винограда, районированного в Беларуси, встречается, но крайне редко, несмотря на то, что многие сорта винограда белорусского производства не уступают по своим свойствам сортам винограда иностранного производства.

Целью работы являлось исследование органолептических, физико-химических показателей, ароматического профиля и минерального состава опытных образцов виноградных виноматериалов полученных из винограда отечественного производства для установления сортов, наиболее пригодных для изготовления ароматизированных вин.

Экспериментальная часть. Объектами исследований служили опытные образцы виноградных виноматериалов, полученные из винограда сортов Бианка, Кристалл, Зилга и Маршал Фош, урожая 2016 года, выращенные Республиканским научно-производственным дочерним унитарным предприятием «Институт плодоводства».

Опытные образцы виноматериалов были проанализированы по содержанию углеводов, глицерина, органическим кислотам, общему содержанию фенольных веществ, ароматическим компонентам и макро- микроэлементному составу, с целью установления основных показателей качества, указывающих на возможность их применения при изготовлении ароматизированных вин.

Для получения виноградных виноматериалов виноград сортов Бианка, Кристалл, Зилга и Маршал Фош был измельчен, отжат для получения сока и сброжен. Для предотвращения передачи виноматериалам горечи в процессе сбраживания, виноград перед измельчением был очищен от гребней и косточек.

При сбраживании виноградных виноматериалов была выбрана классическая схема с поддержанием определенных температурных режимов, характерных для производства белых и красных вин.

Сбраживание для белых сортов винограда (*Кристалл*, *Бианка*) проводили с использованием селекционированной расы чистых культур дрожжей (*Шампань*) в количестве 2-4 % к объему сбраживаемого сока. Брожение проводили до содержания остаточного сахара в сброженном сусле не более 0,5 г/100 мл [5, с. 14].

Сбраживание для красных сортов винограда (*Маршал Фош*, *Зилга*) проводили с использованием селекционированной расы чистых культур дрожжей (*Ленинградская*) в количестве 3-5 % к объему сбраживаемого сока. Брожение проводили до содержания остаточного сахара в сброженном сусле не более 0,5 г/100 мл [5, с. 17].

Исследования углеводов и глицерина проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе Agilent 1200 с системой обработки данных Chem Station. Смесь углеводов разделяли в режиме изократического элюирования на хроматографической колонке Zorbax NH₂ с регистрацией сигнала рефрактометрическим детектором.

Органические кислоты исследовали на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1200 с диодно-матричным детектором и системой обработки данных Chem Station. Разделение органических кислот проводили на хроматографической колонке Superspher 100 RP-18.

Ароматические компоненты виноградных виноматериалов анализировали с помощью газового хроматографа Agilent 7890В с тройным квадруполем Agilent 7010 и программным обеспечением MassYunter Workstation, с капиллярной колонкой DB-5MS UI 30мх0,250ммх0,25мкм (Agilent Technologies p/n 19091S-433UI).

Определение макро- микроэлементного состава виноградных виноматериалов проводили с помощью атомно-эмисионного спектрометра Optima 2100DV.

Результаты и их обсуждение. Полученные в результате брожения виноградные виноматериалы соответствовали всем необходимым требованиям и имели органолептические характеристики, представленные в табл. 1. Средний дегустационный балл был выше установленного min=7,60 [6].

Таблица 1. Органолептические характеристики виноградных виноматериалов

Виноматериал, сорт	Цвет	Аромат	Вкус	Средний дегустационный балл
<i>Кристалл</i>	Светло-соломенный, прозрачный с легкой опалесценцией, свойственной молодым виноматериалам	Чистый, развитый, с легким цветочным оттенком	Гармоничный, мягкий	7,81
<i>Бианка</i>	Соломенный, прозрачный с легкой опалесценцией, свойственной молодым виноматериалам	Чистый, развитый, с цветочно-фруктовым оттенком	Гармоничный, мягкий, с выраженной экстрактивностью	7,69
<i>Маршал Фош</i>	Темно-красный с фиолетовым оттенком, прозрачный с легкой опалесценцией, свойственной молодым виноматериалам	Чистый, развитый, с легкими ягодными оттенками	Гармоничный, фруктовый, с выраженной экстрактивностью	7,67
<i>Зилга</i>	Красный, прозрачный с легкой опалесценцией, свойственной молодым виноматериалам	Чистый, менее развитый, с легкими земляничными оттенками	Гармоничный, мягкий, сбалансированный	7,79

На рис. 1 представлены фотографии опытных образцов виноградных виноматериалов.



Рис. 1. Опытные образцы виноматериалов (№ 1 – сорт Кристалл, № 2 – сорт Бианка, № 3 – сорт Маршал Фош, № 4 – сорт Зилга)

Вино является тонким пищевым продуктом, в котором его ароматические качества, особенности букета имеют для потребителя главное значение [7, с. 63].

Все опытные образцы были проанализированы по содержанию ароматических компонентов, так как выделение критериев, формирующих каждый аромат вина, способствует разработке ароматизированных вин улучшенного качества с наиболее предпочтительными критериями вкуса.

Результаты исследования виноградных виноматериалов по ароматическим компонентам представлены в табл. 2. Характеристика ароматов различных групп ароматических соединений представлена в [7, с. 64–65] и [8, с. 46–47].

Таблица 2. Ароматические компоненты опытных образцов виноматериалов

Ароматические соединения, %	Характер аромата вещества [7,8]	Кристалл	Бианка	Маршал Фош	Зилга
1,2-пропандиол	Придает сладковатый вкус	71,40	75,40	2,00	-
1-пентен	-	12,90	3,30	-	-
2-пропилпропионат	-	4,20	6,60	25,20	-
фенилэтиловый спирт	Запах роз	4,70	5,20	25,10	48,60
этилоктаноат	Формирует ароматы красных ягод	0,50	1,20	5,90	4,20
2-феноксиэтанол	Бальзамический запах	0,50	-	-	-
2-фенилэтилацетат	Аромат меда и гиацинта	0,30	0,20	3,00	0,90
этилдеcanoат	Формирует ароматы красных ягод	0,70	2,90	19,50	18,00
1-додеканол	Цветочно-цитрусовые ноты	-	0,40	-	-
этилдодеценоат	Фруктово-цветочный аромат	1,40	1,90	12,60	16,00
гексадекан	-	0,20	0,20	0,80	2,00
2-этилбутилакрилат	-	0,10	-	-	-
этилтетрадеcanoат	Запах воска	0,90	0,70	2,40	2,20

Ароматические соединения, %	Характер аромата вещества [7,8]	Кристалл	Бианка	Маршал Фош	Зилга
диизобутил фталат	Фруктово-цветочный аромат	0,30	0,90	1,40	4,40
метилгексадеканоат	Фруктовый аромат	0,10	-	-	-
этилгексадеканоат	Фруктовый аромат	1,80	1,10	2,10	3,70

Из табл. 2 видно, что в белых сортах винограда Кристалл и Бианка в значительных количествах содержится вещество (*S*)-(+)-1,2-*Propanediol*, что может придавать виноматериалам из данных сортов винограда сладковатый вкус. Для красных сортов винограда Зилга и Маршал Фош характерно наличие компонента *Phenylethyl Alcohol*, что наделяет виноматериалы из этих сортов винограда ароматами с оттенками роз. Также, следует отметить, наличие в красных виноматериалах компонентов, формирующих ароматы красных ягод, в белых данные вещества либо содержатся в малых количествах, либо полностью отсутствуют. В красных и белых виноматериалах достаточное количество веществ, придающие им фруктовые ароматы.

На рис. 2 приведена типичная хроматограмма содержания ароматических соединений в опытном виноматериале, полученном из винограда сорта Маршал Фош.

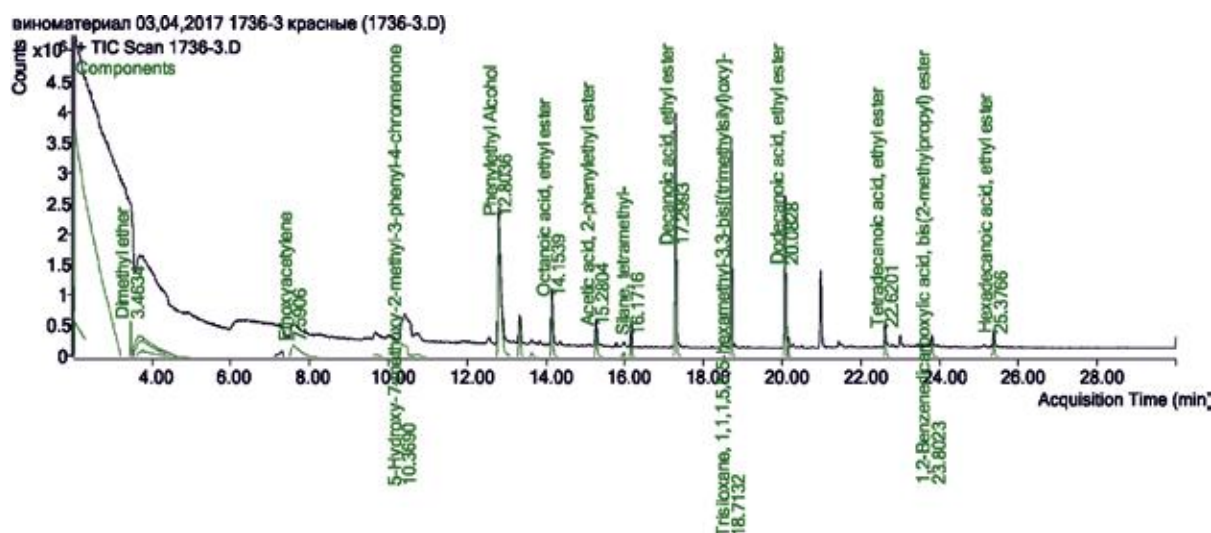


Рис. 2. Хроматограмма содержания ароматических соединений в виноматериале из сорта винограда Маршал Фош

Профилограммы распределения ароматических компонентов для белых и красных виноматериалов представлены на примере виноматериалов сортов Бианка и Маршал Фош на рис. 3 и 4.

Как следует из рис. 3 и 4, белые и красные виноматериалы имеют различные профилограммы и обладают типичными для каждого вида дескрипторами. Так, белым виноматериалам присущи сладкие тона с оттенками фруктовых ароматов, а красным виноматериалам – компоненты, отвечающие за формирование розовых тонов и фруктово-цветочных ароматов.

Одними из главных показателей качества молодых виноградных виноматериалов является содержание органических кислот, сахаров, глицерина и объемной доли этилового спирта. Эти показатели отражают, как прошло брожение, и требуются ли корректирующие мероприятия.

Органические кислоты относятся к важнейшим компонентам вина; они участвуют в формировании качества виноградного напитка. Их общее содержание является одним из показателей пригодности винограда для выработки из него того или иного типа вина. Биохимические про-

цессы, протекающие в вине в период его приготовления, способствуют возникновению различных нюансов вкуса, природа которых постоянно исследуется [9].



Рис. 3. Профилограмма формирования ароматов в опытном образце виноматериала из сорта винограда Бианка



Рис. 4. Профилограмма формирования ароматов в опытном образце виноматериала из сорта винограда Маршал Фош

Массовая концентрация винной кислоты, характерная для виноградных виноматериалов и вин, составляет 1,50–6,0 г/дм³, яблочной 0,50–5,0 г/дм³. Янтарная кислота образуется при спиртовом брожении и содержится в количестве 0,24–1,5 г/дм³, в среднем около 1,0 г/дм³. Лимонная кислота имеет среднее значение 0,05–1,0, значение выше 2,0 г/дм³ придает вину неприятную резкость во вкусе. Молочная кислота в молодом вине образуется в количестве 0,30–3,5 г/дм³ [9,10,11].

В результате анализа компонентного состава полученных опытных образцов виноградных виноматериалов (табл. 3) установлено, что количество органических кислот в образцах соответствовало показателям, свойственным качественным винам.

Так, количество винной кислоты колебалось от 2,08–4,05 г/дм³, яблочной 0,58–1,84 г/дм³, янтарной 0,67–0,90 г/дм³, лимонной 0,44–0,58 г/дм³, молочная и уксусная кислоты были найдены в количествах ниже пределов обнаружения.

Соотношение винной и яблочной кислот свидетельствует о хорошей зрелости винограда, а содержание молочной и уксусной кислот ниже пределов обнаружения указывает на отсутствие прокисания и порчи готового продукта.

Таблица 3. Показатели качеств виноградных виноматериалов

№ п/п	Наименование показателя	Виноматериалы			
		сорт винограда Кристалл	сорт винограда Бианка	сорт винограда Маршал Фош	сорт винограда Зилга
1	Массовая концентрация органических кислот, г/дм ³ :				
	- щавелевая	0,61	0,11	0,37	0,15
	- винная	2,08	2,08	4,05	2,96
	- яблочная	0,58	0,75	1,84	1,06
	- шикимовая	0,05	0,03	0,05	0,03
	- молочная	н/о (< 0,06)	н/о (< 0,06)	н/о (< 0,06)	н/о (< 0,06)
	- уксусная	н/о (< 0,05)	н/о (< 0,05)	н/о (< 0,05)	н/о (< 0,05)
	- малеиновая	н/о (< 0,0002)	н/о (< 0,0002)	н/о (< 0,0002)	н/о (< 0,0002)
	- лимонная	0,44	0,47	0,58	0,48
	- янтарная	0,90	0,67	0,52	0,73
	- фумаровая	н/о (< 0,0002)	н/о (< 0,0002)	0,007	0,002
2	Массовая концентрация глицерина, г/дм ³	7,5	5,7	7,7	8,7
3	Объемная доля этилового спирта, %	11,0	12,0	9,4	12,5

Глицерин относится к группе вторичных продуктов спиртового брожения, образующихся из сахаров и играющих важную роль в формировании аромата и вкуса вина. Он придает вину ощущение сладости и мягкости. Массовая концентрация глицерина в винограде составляет 0,1-1 мг/дм³, в вине – до 15 г/дм³ [12].

В проанализированных образцах виноградных виноматериалов содержание глицерина составило 5,7-8,7 г/дм³ (табл. 3), что характерно для виноградных вин и виноматериалов.

Объемная доля этилового спирта в исследуемых образцах виноматериалов составила 9,4-12,5 % (табл. 3), что соответствует диапазонам значений 9,0-13,5 %, установленным в ГОСТ 7208 [13] на виноградные вина и виноматериалы.

В опытных образцах виноматериалов из углеводов была выявлена глюкоза и фруктоза, сахара в исследованных образцах не обнаружена (табл. 4). Следует отметить, что виноматериалы, полученные из сортов винограда Зилга и Бианка, выбродили практически полностью, об этом говорит содержание в них лишь глюкозы в количестве 1,1 г/дм³, в виноматериалах из сортов винограда Кристалл и Маршал Фош была обнаружена только фруктоза в диапазоне 4,3-4,8 г/дм³. Более высокое содержание сахаров в этих образцах связано с большей сахаристостью этого сорта винограда.

Таблица 4. Массовая концентрация углеводов в опытных образцах виноматериалов

Виноматериал, сорт	Массовая концентрация, г/дм ³		
	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза
Кристалл	0	4,8	0
Бианка	1,1	0	0
Маршал Фош	0	4,3	0
Зилга	1,1	0	0

Немаловажным показателем качества виноградных виноматериалов является минеральный состав, так как это существенный критерий не только безопасности, но и качества полученной продукции.

Опытные образцы виноградных виноматериалов содержали массовую долю фосфора, калия, натрия, железа, меди и цинка в диапазонах, приведенных в табл. 5.

Таблица 5. Минеральный состав виноградных виноматериалов

Виноматериал, сорт	Массовая концентрация, мг/дм ³					
	Фосфор	Калия	Натрий	Железо	Медь	Цинк
Кристалл	230	507	20	0,37	< 0,01	0,41
Бианка	278	754	18	0,43	0,02	0,46
Маршал Фош	388	530	14	2,35	0,02	0,70
Зилга	309	411	14	4,20	0,36	1,38

Массовая концентрация железа в опытных образцах виноматериалов не превышала установленных в ГОСТ 7208 [13] норм для молодых вин и виноматериалов без выдержки – 20,0 мг/дм³ и находилась в диапазоне 0,37-4,20 мг/дм³.

Массовая концентрация калия в подлинных винах находилась в пределах 400-1100 мг/дм³ [14, с. 351]. В опытных образцах виноматериалов содержания калия находилось в количестве от 411 до 754 мг/дм³, что может говорить о качестве полученного продукта.

Значения показателей качества достаточно широки и могут отличаться для вин, произведенных по различной технологии и на разных территориях, поэтому для более объективной оценки качества вин используют критерии, полученные на основе расчета соотношений между содержаниями различных химических соединений продукта и/или другими физико-химическими показателями. Так, например, для расчета подлинности вин используют отношение содержания К и Na, которое составляет 10–170 [14, с. 352].

Соотношение содержания К и Na в опытных образцах виноматериалов составило от 25 до 42 (рис. 5), что свидетельствует о высоком качестве созданных опытных образцов виноградных виноматериалов.

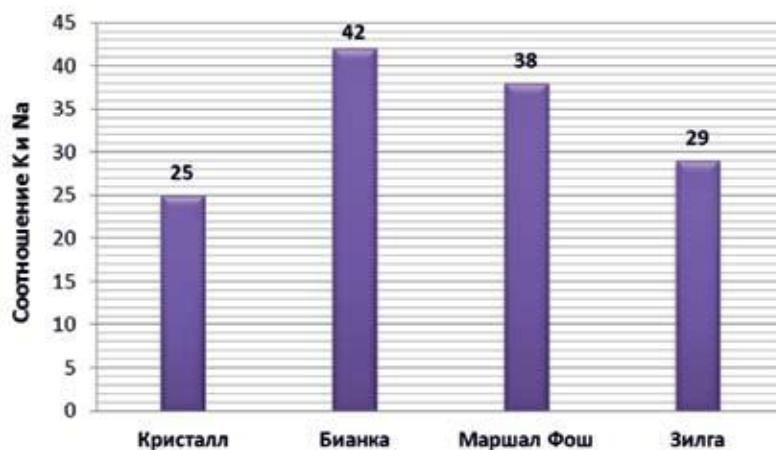


Рис. 5. Соотношение К и Na в опытных образцах виноматериалов

Фенольные вещества служат третьей (после углеводов и органических кислот) важной составляющей среди всех веществ винограда. Красные сорта винограда чрезвычайно богаты фенольными соединениями, играющими важную роль в формировании качества продукта переработки винограда (вино). Организм человека не способен синтезировать необходимый комплекс этих веществ, поэтому для защиты от преждевременного старения и сердечнососудистых заболеваний значительная их часть должна поступать с пищей. В связи с этим большое значение имеет выявление сортов с повышенным уровнем содержания фенольных соединений. Массовая концентрация фенольных веществ в винах может колебаться в диапазоне 1105-2358 мг/дм³, но может отличаться в зависимости от сорта винограда, района его произрастания и климатических условий года [15].

На рис. 6 представлено содержание массовой концентрации фенольных веществ в опытных образцах виноматериалов.

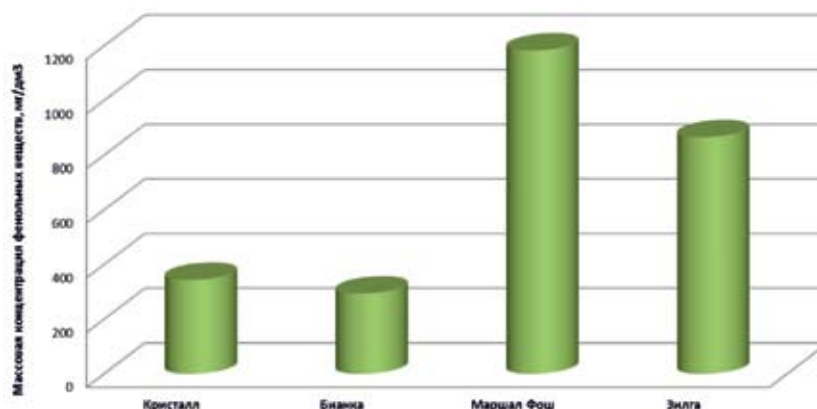


Рис. 6. Массовая концентрация фенольных веществ в опытных образцах виноматериалов

Анализ данных по фенольным веществам говорит о том, что наибольшее их содержание присутствует в виноматериале, изготовленного из винограда сорта Маршал Фош — 1182,4 мг/дм³, в других виноматериалах содержание было не таким значительным: Зилга — 864,86 мг/дм³, Кристалл — 343,24 мг/дм³ и Бианка — 293,24 мг/дм³. Согласно полученным результатам, можно сделать вывод, о возможности рекомендации умеренного потребления вина из сорта винограда Маршал Фош для профилактики снижения риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Анализ результатов исследования опытных образцов виноматериалов, изготовленных из винограда сортов Бианка, Кристалл, Зилга и Маршал Фош позволил установить их следующие характеристики:

- ♦ все виноградные виноматериалы имели высокие органолептические характеристики (цвет, вкус и аромат), средний дегустационный балл составил от 7,67 до 7,81, что подтверждается исследованиями ароматических соединений и компонентного состава. Белым виноматериалам, присущи сладкие тона с оттенками фруктовых ароматов, а красные богаты компонентами, отвечающими за формирование розовых тонов и фруктово-цветочных ароматов. Вкусовые характеристики определялись наличием органических кислот, сахаров и глицерина. Так, количество органических кислот опытных образцов виноматериалов находилось в пределах, свойственных качественным винам, полученным из зрелого винограда: содержание винной кислоты варьировало в пределах 2,08–4,05 г/дм³, яблочной 0,58–1,84 г/дм³, янтарной 0,67–0,90 г/дм³, лимонной 0,44–0,58 г/дм³, молочная и уксусная кислоты были найдены в количествах ниже пределов обнаружения; количество глицерина составило 5,7–8,7 г/дм³; из углеводов в виноматериалах из сортов винограда Зилга и Бианка, была выявлена глюкоза в количестве 1,1 г/дм³, а в виноматериалах из сортов винограда Кристалл и Маршал Фош фруктоза в диапазоне 4,3–4,8 г/дм³, что говорит о большой сахаристости винограда данного сорта;

- ♦ макро- и микроэлементный состав опытных образцов виноградных виноматериалов показал: массовая концентрация железа в опытных образцах виноматериалов находилась в диапазоне 0,37–4,20 мг/дм³, что соответствует установленным в ГОСТ 7208 требованиям на виноградные вина и виноматериалы; массовая концентрация калия — от 411 до 754 мг/дм³, а соотношение содержания К и Na составило 29–42, что свидетельствует о высоком качестве созданных опытных образцов виноградных виноматериалов;

- ♦ выявлено, что в виноматериале, изготовленном из винограда сорта Маршал Фош массовая концентрация фенольных веществ составила 1182,4 мг/дм³, что делает возможным его потребление для профилактики снижения риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, можно сделать вывод, что опытные образцы виноматериалов из винограда сортов Кристалл, Бианка, Маршал Фош и Зилга соответствуют основным показателям качества, необходимыми для изготовления ароматизированных вин.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Калеина, О. М.* Технология производства, качество и рынок виноградного вина в Республике Беларусь / О. М. Калеина, С. А. Сергейчик // Техника и технология пищевых производств: материалы X Международной научной конференции студентов и аспирантов, Могилев, 28–29 апреля 2016 г. / Могил. гос. ун-т продовольствия; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2016. – С. 349.
2. *Тихоновецкая, Ю. А.* Рынок виноградных вин в Республике Беларусь: особенности формирования и тенденции развития / Ю. А. Тихоновецкая // Весн. Беларус. дзярж. экан. ун-та. – 2010. – № 6. – С. 82.
3. *Олешук, Е. Н.* Виноградарство Беларуси: разрушить стереотипы, или о проблемах мнимых и истинных / Е. Н. Олешук, Е. Г. Попов // Наше сельское хозяйство. Агрономия. – 2013. – № 12. – С. 3–4.
4. *Олешук, Е. Н.* Виноградарство Беларуси: современное состояние и перспективы / Е. Н. Олешук, Е. Г. Попов, Т. Г. Янчевская // Современное садоводство. Электронный журнал – 2013. – № 2. – С. 3.
5. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции: утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации. 05.05.1998. – Москва: Всероссийским научно-исследовательским институтом пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности Российской Академии сельскохозяйственных наук, 1998. – 205 с.
6. Положение о проведении оценки органолептических характеристик винодельческой продукции дегустационной комиссией изготовителя: утв. РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» 27.03.2014. – Минск, 2014. – 58 с.
7. *Иукурдзе, Э. Ж.* Результаты исследования ароматического профиля виноматериалов из винограда сорта Тельти Курук / Иукурдзе Э. Ж., Ткаченко О. Б., Лозовская Т. С. // Харчова наука і технологія. – 2015. – № 2 (31). – С. 63–65.
8. *Ткаченко, О. Б.* Химия ароматов вина / О. Б. Ткаченко, О. В. Тринкаль // Хімія харчових продуктів і матеріалів. Нові види сировини. – 2015. – № 1(30). – С. 46–47.
9. *Кушнерева, Е. В.* Влияние факторов спиртового брожения на формирование кислотности виноградных вин / Е. В. Кушнерева, Н. М. Агеева, Т. И. Гугучкина // Науч. тр. / ГНУ СКЗ-НИИСиВ. – Краснодар, 2013. – Том 4. – С. 107.
10. *Шестернин, В. И.* Влияние кислотности на качество вин из винограда Загадка Шарова / В. И. Шестернин, Е. Д. Рожнов, В. П. Севодин // Техника и технология пищевых производств / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2013. – № 4. – С. 95.
11. Органические кислоты вина [Электронный ресурс] Виноград и вина. – Режим доступа: <http://vinograd-vino.ru/sostav-vinograda-i-vina/199-organicheskie-kisloty-vina.html>. – Дата доступа: 18.04.2017.
12. Определение массовой концентрации глицерина в сухих столовых виноматериалах / Н. И. Аристова [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61). – № 1. – С. 139.
13. Вина виноградные и виноматериалы виноградные обработанные. Общие технические условия: ГОСТ 7208-93. – Введ. 01.01.1995. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2000. – 6 с.
14. Виноградные вина, проблемы оценки их качества и региональной принадлежности / Ю. Ф. Якуба [и др.] // Аналитика и контроль. – 2014. – Т. 18. – № 4. – С. 351–352.
15. *Шестернин, В. И.* Изучение фенольного состава виноматериалов из винограда сорта «Загадка Шарова» / В. И. Шестернин, В. П. Севодин // Техника и технология пищевых производств / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2013. – № 2. – С. 1–2.

Рукопись статьи поступила в редакцию 10.04.2017

M. V. Silich, I. M. Pochitskay, V. L. Roslik

INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF WINE MATERIALS, CREATED FROM GRAPE GROWN IN REPUBLIC OF BELARUS

This article presents research prototypes grape wine, fermented from grapes Crystal, Bianca, Zilga and Marshal Foch grown in the territory of the Republic of Belarus. The resulting fermentation of grape wine materials in compliance with all relevant physico-chemical parameters and organoleptic characteristics. Analyzed mineral and elemental composition of the wine materials, the profilograms for each grape variety on the main aromatic compounds. Prototypes of grape wine contained a mass fraction of phosphorus, potassium, sodium, iron, copper and zinc in the ranges typical of these types of products. The ratio of K and Na in wine was in characteristic intervals that is characteristic of quality wines. Marked good the content of total phenolic compounds in red wine samples, suggesting the possibility of a recommendation of consumption of the finished product as a preventive measure to people to prevent premature aging and cardiovascular diseases. The research discussed in the article allow to draw a conclusion about possibility of application of the Belarusian grape varieties in the production of flavored wines to increase the market for wine products.

УДК 664.951.32

В работе приведены результаты исследований рабочих характеристик дымогенератора, определены факторы, влияющие на процесс образования качественной коптильной среды. Установлено влияние степени открытия регулируемой заслонки и толщины слоя опилок на время выхода дыма из дымогенератора, его температуру и скорость движения.

Установлено, что чем толще слой опилок, тем выше температура дыма, и чем больше степень открытия регулируемой заслонки, тем меньше его температурные параметры. Показано, что при увеличении слоя опилок в дымогенераторе и степени открытия регулируемой заслонки, время начала появления дыма увеличивается. Изучена возможность получения коптильной среды с оптимальными для холодного копчения параметрами.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЫМОГЕНЕРАТОРА

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

***З. В. Ловкис**, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент
Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор,
генеральный директор*

УО «Полесский государственный университет»

***И. В. Бубырь**, аспирант, старший преподаватель кафедры промышленного рыбоводства
и переработки рыбной продукции*

Проанализировав рынок копченой рыбопродукции Республики Беларусь, изучив потребительские предпочтения, можно сделать вывод, что покупатели приобретают охотнее рыбу холодного копчения (58,3 % респондентов), при этом обращая внимание на такие органолептические характеристики продукта, как цвет и внешний вид (78,5 % от числа опрошенных) [1,

с. 142]. Для получения конкурентоспособной копченой рыбной продукции необходимо использовать не только сырье высокого качества, но и безопасную коптильную среду с параметрами, обуславливающими приобретение готовым продуктом специфических характеристик, присущих только ему.

Холодное копчение осуществляется при температурах не выше 40 °С, готовый продукт приобретает новые свойства за счет испарения воды, влияния соли, осаждения и проникновения внутрь коптильных компонентов, и других биохимических процессов, происходящих в сырье.

Дымогенератор – оборудование для получения дыма, конструкция которого напрямую зависит от способа его получения. Различают дымогенераторы трения, тления и парогенерации. Также в основу классификации положены способы подачи топлива, удаления золы, отвода дыма и другие характеристики [2, с.370].

Анализ ранее проведенных исследований показывает, что лучшим топливом является древесина твердых лиственных пород, таких как бук, дуб, клен, ольха и т. д., при использовании деревьев хвойных пород коптильный дым содержит большое количество смол, изделия получаются с темной, «грязной» поверхностью. В последнее время учеными ведутся исследования по композиционному подбору древесины, при котором можно получить продукцию с моделированными органолептическими показателями. Например, для придания готовому продукту ярко желтых тонов использовать сливу, красных – грушу, желтоватых разной насыщенности – клен, ольху, липу, дуб.

Древесина перед подачей в дымогенератор измельчается и подсушивается до определенной влажности, превращаясь в дрова, щепу, стружки или опилки.

Анализ теоретических данных и ранее проведенных исследований показал, что на процесс образования качественного коптильного дыма наибольшее влияние оказывают три фактора: количество кислорода в зоне горения, температура нагрева древесины и скорость отвода летучих веществ.

Качественная древесина, при достаточном количестве окислителя воспламеняется при 250 – 350 °С, и чем больше кислорода, тем выше температура, больше и ярче пламя горения, в результате которого образуется паро-газовая смесь, состоящая из углекислого газа и паров воды, не содержащая коптильных компонентов и, как следствие, не представляющая ценности для копчения [3, с.15].

При недостатке окислителя, температура сравнительно невелика, летучие органические вещества окисляются лишь частично, а дым насыщается коптильными компонентами.

Для получения высококачественной продукции из пресноводной рыбы методом дымового копчения, подтверждения тех закономерностей, при которых образуется коптильная среда с оптимальными для холодного копчения параметрами, изучения возможности применения древесины плодовых деревьев для получения кондиционного коптильного дыма и оценки его химического состава, была разработана и сконструирована экспериментальная коптильная установка.

Целью исследований на данном этапе являлось изучение рабочих характеристик дымогенератора для получения оптимальной температуры для холодного копчения в зоне коптильного шкафа.

Для достижения поставленной цели сформулированы задачи:

- ♦ изучить влияние толщины слоя опилок и степени открытия регулируемой заслонки на:
 - 1) время появления дыма на выходе из дымогенератора;
 - 2) температуру дыма на выходе из дымогенератора;
 - 3) скорость движения коптильной среды;
 - 4) производительность дымогенератора.
- ♦ получить графические зависимости, описывающие динамику времени выхода дыма из дымогенератора и его температуру, а также влияние площади сечения выходного отверстия регулируемой заслонки на производительность дымогенератора.

Методика и объекты исследований. Экспериментальная коптильная установка состоит из дымогенератора 1, изготовленного из нержавеющей стали, размером 200 Ч 350 Ч 500 мм и коптиль-

ного шкафа 2 (300 Ч 600 Ч 950 мм), оснащенных вспомогательной аппаратурой, приборами измерения и контроля, электронагрева, соединенных между собой металлической гофротрубой. Общий вид экспериментальной коптильной установки представлен на рис. 1, схема – на рис. 2.



Рис. 1. Общий вид экспериментальной коптильной установки

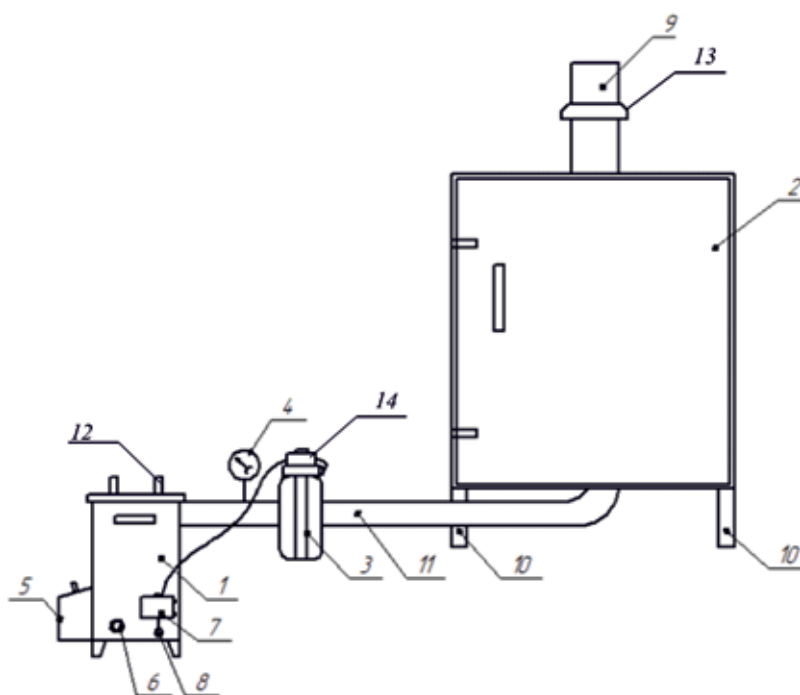


Рис. 2. Схема экспериментальной коптильной установки:

1 – дымогенератор; 2 – коптильный шкаф; 3 – вентилятор; 4 – термометр; 5 – окно для загрузки ящика с опилками; 6 – выключатель нагревательного элемента; 7 – электрический блок распределительный; 8 – токоприемник; 9 – выходная труба с шибером; 10 – опора; 11 – выходная труба; 12 – съемная верхняя крышка; 13 – шиберная заслонка; 14 – блок с выключателем вентилятора

Корпус дымогенератора имеет съемную верхнюю крышку 12, выходной патрубком 11, на котором установлен термометр 4, вентилятор 3 с кнопкой вкл/отк 14. На корпусе находится распределительный электрический блок 7, выключатель электрического элемента 6, расположенно-

го внизу, в виде герметически закрытого тэна 8 из нержавеющей стали марки 12X18H10T по ГОСТ 5632–2014, на который ставится металлический короб со щепой или опилками через загрузочное окно 5, оснащенное дверцей с регулируемой заслонкой подачи воздуха. Внутри дымогенератора находится искрогаситель.

Коптильный шкаф 2 представляет собой один отсек на ножках 10, с передней правосторонней дверью, с нижней подачей коптильной среды. Выход коптильного дыма осуществляется через верхнюю трубу 9, с шиберной заслонкой 13. Для лучшей теплоизоляции шкаф внутри обшит фольгированным утеплителем, в последнее время применяемым в пищевой промышленности.

Установка работает следующим образом: подготовленные опилки или щепу засыпают в металлический короб, который при открытой дверце, через загрузочное окно ставят на разогретый электро элемент. При нагревании древесины, без доступа кислорода происходит термическое разложение, результатом которого являются газы, органические вещества, вода и уголь. Для получения качественной коптильной среды необходимо неполное горение щепы или опилок, поэтому регулировку подачи кислорода проводят с помощью вентилятора и степени открытия заслонки, расположенной на дверце.

Полученный дым, при помощи вентилятора нагнетается в коптильный шкаф по металлической гофротрубе, при этом на выходе из дымогенератора фиксируется его температура, которая изменяется в зависимости от скорости потока и длины пути. Густоту дыма в камере регулируют уровнем открытия шиберной заслонки. Загрузка подготовленных полуфабрикатов и выгрузка готового продукта осуществляется чрез переднюю дверь коптильного шкафа.

При проведении экспериментальных исследований контроль параметров осуществляли с помощью измерительного оборудования, представленного на рис. 3.



Рис. 3. Измерительное оборудование: а – пирометр инфракрасный testo 830-T2; б – прибор для измерения влажности и температуры testo 625; в – секундомер электронный ZS-2B; г – прибор комбинированный ТКА-ПКМ (50)

В работе варьировали толщину слоя опилок, закладываемую в металлический короб и степень открытия регулируемой заслонки дымогенератора как факторы, оказывающие существенное влияние на скорость и температуру образования коптильного дыма.

Необходимо было определить оптимальные технологические режимы получения коптильной среды, обеспечивающие достижение температуры в коптильном шкафу в пределах 25–34 °С. Надежность и достоверность полученных экспериментальных данных зависит от погрешности и количества измерений.

Опыты проводились с использованием опилок лиственных деревьев, одинаковой степени измельчения 0,2 – 0,3 см и влажностью 40 %, в трехкратной повторности. Влажность определяли при температуре 105 °С, в соответствии с ГОСТ.

Подготовленные опилки помещали в дымогенератор поочередно слоями 5 мм, 10 мм, 20 мм, 30 мм и 40 мм, через регулируемую заслонку подавали воздух, меняя её степень открытия (рис. 4). На выходе из дымогенератора производили замеры температуры и скорости образовавшегося коптильного дыма (рис. 4).

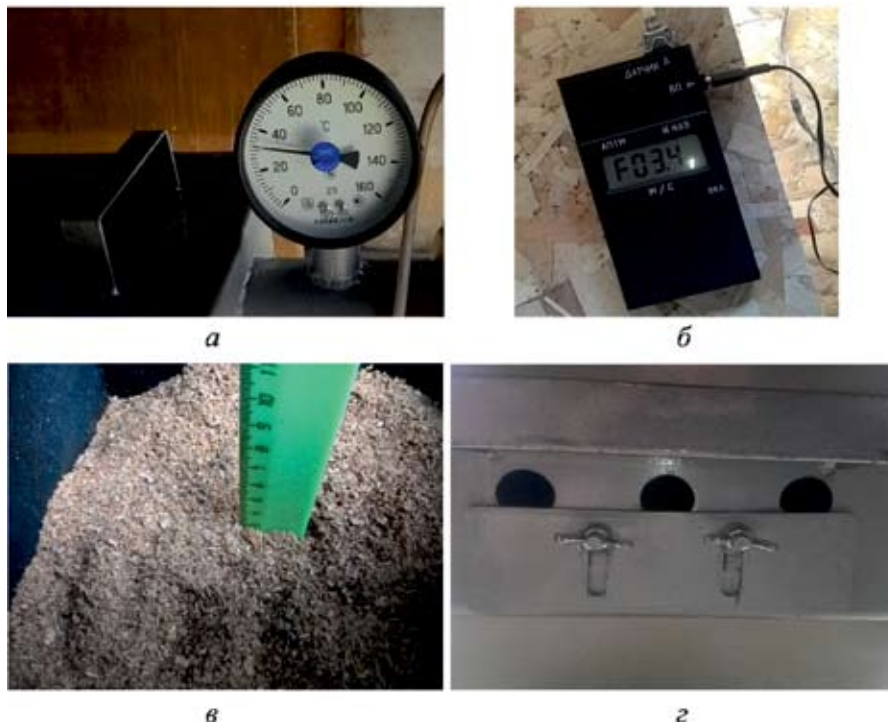


Рис. 4. Подготовка и проведение эксперимента: а) слой опилок; б) регулируемая заслонка подачи воздуха; в) измерение температуры дыма на выходе из дымогенератора; г) измерение скорости дыма на выходе из дымогенератора.

Производительность дымогенератора (Q) рассчитывали по формуле:

$$Q = \eta v S, \quad (1)$$

где η – коэффициент полезного действия; v – скорость движения дыма, м/с; S – площадь открытия регулируемой заслонки, см².

Площадь открытия регулируемой заслонки определяли по формуле:

$$S = \pi r^2, \quad (2)$$

где r – радиус регулируемой заслонки, см.

Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 1, при толщине слоя опилок 5 мм.

Результаты и их обсуждение. После математической обработки полученных данных построены графические зависимости (рис. 5 и б), которые наглядно отражают процесс динамики времени выхода дыма из дымогенератора и его температуры, в зависимости от степени открытия регулируемой заслонки и толщины слоя опилок в коптильной камере, а также влияния площади сечения выходного отверстия регулируемой заслонки на производительность дымогенератора.

Анализ данных, представленных в табл. 1 и на рис. 5, свидетельствует о том, что при наращивании слоя опилок в дымогенераторе, время выхода и температура дыма увеличивается, а при увеличении степени открытия регулируемой заслонки, температура коптильной среды снижается, при нарастающей скорости появления из дымогенератора дыма.

Таблица 1. Характеристики коптильной среды, полученные при слое опилок 5 мм

ТСО, мм	СОШ, %	ВНПД, мин	СДВ, м/с	ТД, °С	ПР, см ³ /с·10
5 мм	СОШ, 5 %	1,6	3,86	36	18,181
		1,4	3,66	35	17,237
		1,8	4,06	37	19,123
	СОШ, 15 %	1,8	4,16	34	58,781
		2,1	3,96	33	55,955
		1,5	4,36	35	61,609
	СОШ, 25 %	2	4,72	32	111,156
		1,7	4,52	31	106,446
		2,3	4,92	33	115,866
	СОШ, 50 %	3,0	5,63	29	265,173
		3,3	5,33	28	251,043
		2,7	5,93	30	279,303
	СОШ, 75 %	5,0	6,94	24	490,34
		4,6	6,64	23	469,116
		5,4	7,24	25	511,506
	СОШ, 100 %	6,6	7,2	22	678,24
		6,2	7,0	21	659,4
		7,0	7,4	23	697,08

Примечания. ТСО – толщина слоя опилок, мм; ВНПД – время начала появления дыма, мин; СДВ – скорость выхода дыма, м/с; ТД – температура дыма, °С; ПР – производительность дымогенератора, см³/с x 10; СОШ₅₋₁₀₀ – степень открытия регулируемой заслонки, %.

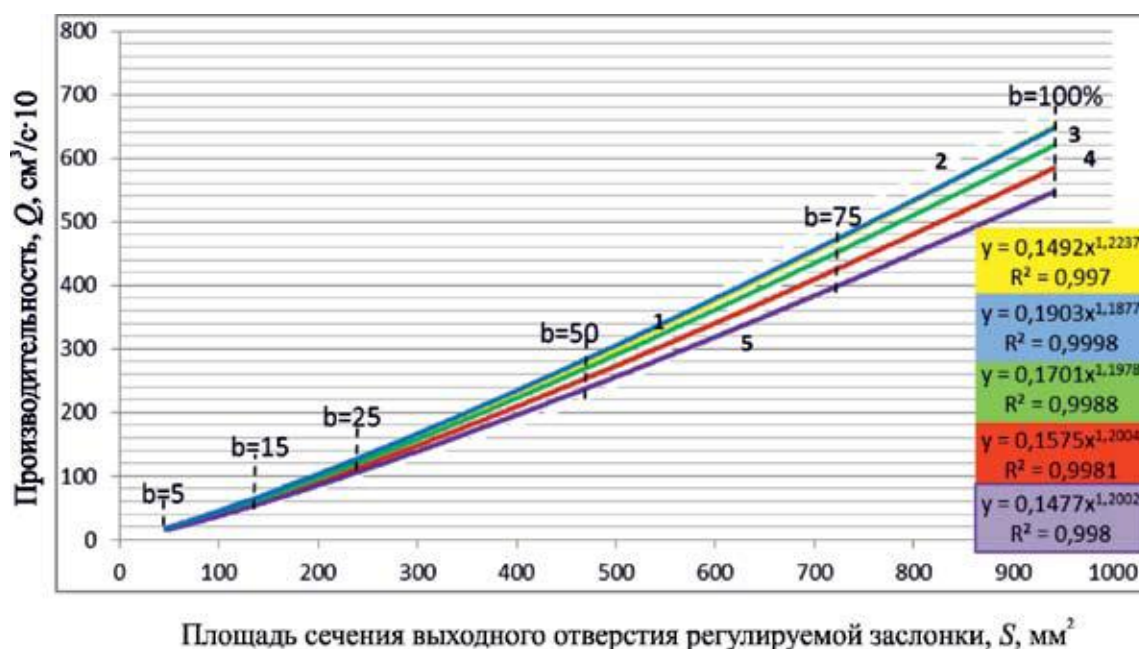


Рис. 5. Динамика изменения времени выхода дыма и его температуры

Примечание: толщина слоя опилок: 1- h=5мм 2- h=10мм 3- h=20мм 4 – h=30 мм 5 – h=40 мм и при разной степени открытия регулируемой заслонки: b=5 %;15 %;25 %;50 %;75 %;100 %.

Анализ данных, представленных в таблице 1 и на рисунке 6, свидетельствует о том, что производительность дымогенератора нарастает при увеличении степени открытия регулируемой заслонки и возрастании слоя опилок.

Также для математической обработки данных и анализа изменчивости основных параметров работы дымогенератора использовали двухфакторный дисперсионный анализ в среде Statistica, который позволяет оценить не только влияние каждого из факторов в отдельности, но и их взаимодействие. Расчет доли влияния факторов на изменчивость исследуемых показателей проводили в программе статистического анализа АВ-Stat 1.1

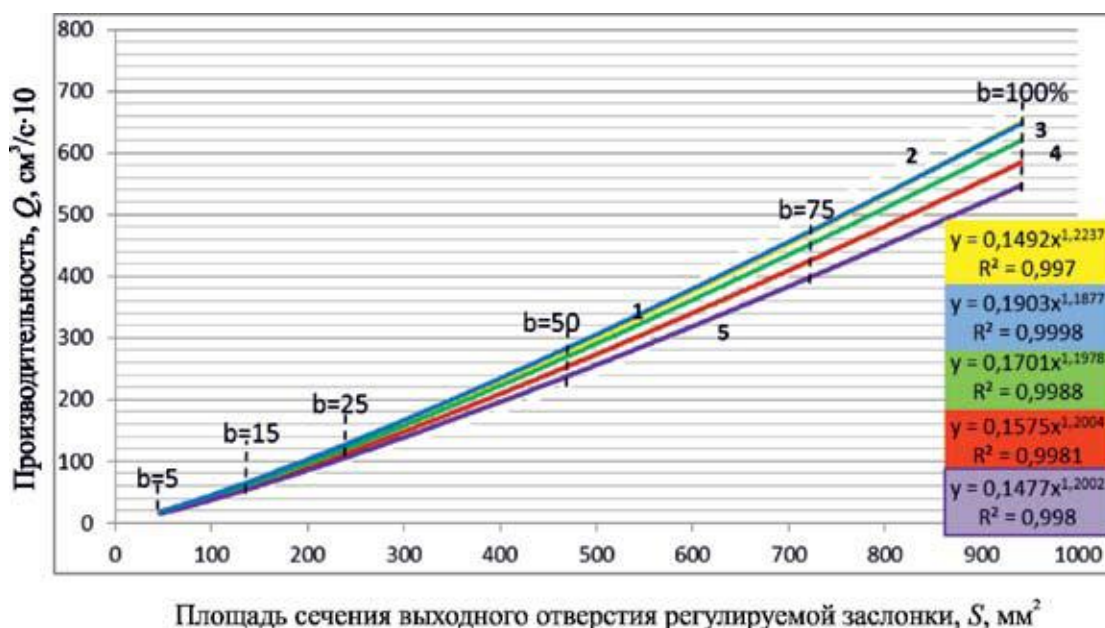


Рис. 6. Динамика изменения производительности дымогенератора

Примечание: толщина слоя опилок: 1- h=5мм 2- h=10мм 3- h=20мм 4 – h=30 мм 5 – h=40 мм и при разной степени открытия регулируемой заслонки: b=5 %;15 %;25 %;50 %;75 %;100 %.

Результаты исследований представлены в табл. 2 и 3.

Таким образом, в результате двухфакторного дисперсионного анализа установлено высоко достоверное (при $P < 0,01$) влияние слоя опилок и степени открытия регулируемой заслонки на время появления дыма, скорость его движения и температуру, а также производительность дымогенератора:

- ♦ на время появления дыма установил высоко достоверное (при $P < 0,01$) влияние слоя опилок (фактор А) — 53,8 % и степени открытия регулируемой заслонки. (фактор В) — 41,7 % и их совокупности на 4,2 % соответственно;
- ♦ на скорость движения копильной среды решающее влияние оказывает степень открытия регулируемой заслонки — 86,9 %, а слой опилок только на 7,5 %;
- ♦ на температуру копильного дыма в большей мере влияет степень открытия регулируемой заслонки — 72,9 %, и на 24,8 % — слой опилок;
- ♦ взаимодействие обоих факторов существенного влияния на исследуемые показатели скорости движения копильной среды и температуры копильного дыма не оказывают;
- ♦ на производительность дымогенератора высоко достоверное (при $P < 0,01$) влияние оказывает фактор В — 98,8 %, А — 0,47 %, и их совокупность — 0,36 % соответственно.

Проведенные исследования показали, что изменяя толщину слоя опилок и регулируя подачу окислителя можно получить копильную среду с необходимыми для проведения процесса холодного копчения параметрами для получения качественной безопасной рыбной продукции.

Таблица 2. Анализ изменчивости основных параметров работы дымогенератора

ТСО	СОШ ₅				СОШ ₁₅				СОШ ₃₅			
	ВНПД	СВД	ТД	ПР	ВНПД	СВД	ТД	ПР	ВНПД	СВД	ТД	ПР
5	1,6±0,1	3,9±0,1	36±1	18,2±0,5	1,8±0,2	4,2±0,1	34±1	58,8±1,6	2,0±0,2	4,7±0,1	32±1	111,2±2,7
10	2,2±0,4	4,0±0,4	38±1	18,8±1,9	2,5±0,3	4,8±0,3	36±1	67,3±3,6	2,9±0,3	5,2±0,3	34±1	121,4±7
20	3,0±0,3	3,8±0,4	40±1	18,1±1,7	3,4±0,3	4,4±0,3	38±1	62,2±4,2	5,9±0,3	4,9±0,3	36±1	114,5±8
30	4,8±0,4	3,6±0,3	42±1	17,0±1,4	6,3±0,4	4,1±0,3	40±1	57,9±4,2	8,2±0,3	4,5±0,3	38±1	106,7±1
40	6,7±0,4	3,4±0,3	44±1	16,0±1,4	8,8±0,3	3,8±0,3	42±1	53,7±4,2	10,8±0,3	4,2±0,3	41±1	98,9±7,1
НСР _{0,5}	0,2	0,2	0,6	10,3	0,2	0,2	0,6	10,3	0,2	0,2	0,6	10,3
НСР _{0,1}	0,3	0,3	0,8	13,7	0,3	0,3	0,8	13,7	0,3	0,3	0,8	13,7
ТСО	СОШ ₅₀				СОШ ₇₅				СОШ ₁₀₀			
	ВНПД	СВД	ТД	ПР	ВНПД	СВД	ТД	ПР	ВНПД	СВД	ТД	ПР
5	3,0±0,2	5,6±0,2	29±1	265,2±8,2	5,0±0,2	6,9±0,2	24±1	490,3±12,1	6,6±0,2	7,2±0,1	22±1	678,2±10,9
10	4,2±0,3	5,9±0,3	34±1	278,2±14,1	6,5±0,3	6,6±0,3	26±1	466,3±21,2	7,8±0,3	7±0,3	25±1	659,4±28,3
20	7,2±0,3	5,4±0,3	36±1	254,3±14,1	10±0,4	6,5±0,4	28±1	462,3±24,7	12,6±0,3	6,8±0,4	26±1	643,7±33,1
30	10,8±0,4	5±0,3	36±1	235,5±14,1	13,4±0,3	6,2±0,3	30±1	438±21,2	14,2±0,3	6,5±0,4	28±1	615,4±33,1
40	13,8±0,3	4,7±0,3	38±1	222,5±14,4	15,3±0,3	5,8±0,3	33±1	412,1±17,8	16,6±0,3	6,1±0,3	30±1	574,6±28,3
НСР _{0,5}	0,2	0,2	0,6	10,3	0,2	0,2	0,6	10,3	0,2	0,2	0,6	10,3
НСР _{0,1}	0,3	0,3	0,8	13,7	0,3	0,3	0,8	13,7	0,3	0,3	0,8	13,7

Примечания: Данные представлены как среднее арифметическое ± стандартная ошибка среднего арифметического. НСР_{0,5} – наименьшая существенная разница при P<0,05; НСР_{0,1} – наименьшая существенная разница при P<0,01. ТСО – толщина слоя опилок, мм; ВНПД – время начала появления дыма, мин; СВД – скорость выхода дыма, м/с; ТД – температура дыма, °С; ПР – производительность дымогенератора, см³/с x 10; СОШ_{5,100} – степень открытия регулируемой заслонки, %. То же для таблицы 3.

Таблица 3. Двухфакторный дисперсионный анализ основных параметров работы дымогенератора

ИВ	df	ВНПД		СВД		ТД		ПР	
		СК	ДВ,%	СК	ДВ,%	СК	ДВ,%	СК	ДВ,%
Общее	89	19,511	100,00	1,392	100,00	34,679	100,00	50937,700	100,0
ФакторА	4	233,582**	53,807	2,323**	7,502	191,084**	24,764	5301,419**	0,468
ФакторВ	5	144,840**	41,706	21,529**	86,904	450,197**	72,931	896083,500**	98,830
АхВ	20	3,607**	4,155	0,078	1,267	1,086	0,703	816,686**	0,360
Повторности	2	0,013	0,002	0,331	0,535	0,073	0,005	851,770	0,038
Случайные отклонения	58	0,099	0,330	0,081	3,793	0,849	1,596	237,857	0,304

Примечания: ИВ – источник варьирования; df – число степеней свободы; СК – средний квадрат; ДВ – доля влияния фактора; фактор А – слой опилок; фактор В – степень открытия регулируемой заслонки. * – достоверно при P<0,05; ** – при P<0,01.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бубырь, И. В.* Исследование потребительских предпочтений при выборе и покупке копченой рыбы / И. В. Бубырь, Е. С. Гвоздь, В. Ю. Лихота // Молодой ученый: вызовы и перспективы; ответственный редактор: Н. Р. Красовская. – Москва, 2016. – С. 137–143.
2. *Бредихин, С. А.* Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств / С. А. Бредихин. – М.: Колос, 2005. – 464 с.
3. *Курко, В. И.* Физико-химические и химические основы копчения / В. И. Курко. – М.: Пищепромиздат, 1969. – 224 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 30.03.2017

Z. V. Lovkis, I. V. Bubyr

STUDY OF THE WORKING CHARACTERISTICS OF THE SMOKE GENERATOR

The paper presents the results of research on the performance of a smoke generator and identifies factors that affect the formation of a quality smoke environment. The effect of the degree of opening of the adjustable damper and the thickness of the sawdust layer on the time of smoke output from the smoke generator, its temperature and speed of movement are determined.

It is established that the thicker the layer of sawdust, the higher the temperature of the smoke, and the greater the degree of opening of the adjustable damper, the lower its temperature parameters. It is shown that with the increase of the sawdust layer in the smoke generator and the degree of opening of the adjustable damper, the time of the onset of the appearance of smoke increases. The possibility of obtaining a smoking environment with the parameters optimal for cold smoking was studied.

УДК 663.8:579

Установлена зависимость показателя осмоляльности от компонентного состава новых видов безалкогольных напитков с изотоническими свойствами, предназначенных для увеличения работоспособности и выносливости людей, ведущих активный образ жизни. Определены рациональные соотношения компонентов, при которых напитки являются изотоническими и обладают приемлемыми вкусовыми качествами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НА ОСМОЛЯЛЬНОСТЬ ИЗОТОНИЧЕСКИХ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

УО «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

*Л. А. Мельникова, кандидат биологических наук,
доцент кафедры товароведения продовольственных товаров*

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

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

Изотонические напитки в готовом для употребления виде представляют собой водный раствор электролитов и углеводов. Данный продукт предназначен для обеспечения организма во-

дой, энергией и электролитами, которые выводятся из организма за счет потоотделения в период интенсивных физических нагрузок.

Определение осмоляльности является ключевым этапом в составлении рецептурных композиций безалкогольных напитков, обладающих изотоническими свойствами, т. е. осмоляльностью 270–300 мОсм/кг. Под этим показателем понимают суммарную концентрацию частиц (молекул, ионов, коллоидных частиц органических и неорганических веществ) в одном килограмме растворителя.

Целью данной работы является разработка рецептурных композиций безалкогольных напитков, обладающих изотоническими свойствами.

Материалы и методы исследований. Основным принцип измерения осмоляльности заключается в определении осмотического давления по температуре замерзания. Метод основан на регистрации температуры замерзания раствора относительно температуры замерзания чистого растворителя, что позволяет определить концентрацию растворенного вещества с большой точностью.

Измерения проводили на осмометре фирмы Advanced instruments 3250. Для проведения анализа были использованы следующие реактивы и материалы: пробирки одноразовые 3LA 825; референтный раствор Clinitrol ТМ 290 mOsm/kg; стандарт калибровочный Protinol® и Renol ТМ; вода дистиллированная; бумага фильтровальная.

Относительные значения показателей прецизионности (повторяемости и промежуточной прецизионности) при доверительной вероятности $P=0,95$ представлены в табл. 1.

Таблица 1. Относительные значения показателей повторяемости, промежуточной прецизионности и расширенной относительной стандартной неопределенности

Диапазон измерений, мОсм/кг H ₂ O	Показатель повторяемости, %, S _r	Показатель промежуточной прецизионности, %, S _r (TO)	Расширенная относительная стандартная неопределенность, %, U
200–400	0,3	0,3	0,7

Перед выполнением измерений осмоляльности модельных растворов компонентов, используемых при производстве изотонических безалкогольных напитков, были проведены следующие работы:

- ♦ осуществлена калибровка осмометра с помощью раствора с осмоляльностью 290 мОсм/кг H₂O;
- ♦ совершен контроль качества работы прибора с помощью референтного раствора Clinitrol ТМ 290;
- ♦ отобраны и подготовлены пробы к анализу.

Для выполнения измерений подготовленную пробу модельного раствора переносили в одноразовую чистую пробирку. Помещали ее в охлаждающую камеру осмометра и проводили измерения осмоляльности согласно инструкции к работе прибора.

Содержание осмоляльности в продукте (X), в мОсм/кг, считывали с табло осмометра. За окончательный результат измерения принимали среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений.

Результаты и обсуждение. При разработке изотонических безалкогольных напитков проводили серию экспериментов по изучению влияния различных рецептурных композиций на их суммарную осмоляльность. В качестве рецептурных компонентов использовали натрия хлорид (NaCl), калия хлорид (KCl), кальция хлорид (CaCl₂), магния сульфат (MgSO₄), сахар, мальтодекстрин, лимонную кислоту, экстракты трав (левея сафлоровидная, шиповник, родиола розовая, аралия маньчжурская, эхинацея пурпурная, боярышник), витамин С, консерванты (бензоат натрия и сорбат калия).

Для получения математических зависимостей, описывающих влияние количества соли минерального вещества на показатель осмоляльности, были приготовлены модельные водные растворы: натрия хлорида в диапазоне концентраций от 0,2 до 2,0 г/кг, калия хлорида — от 0,2 до

2,0 г/кг, магния сульфата – от 0,2 до 1,0 г/кг, кальция хлорида – от 0,2 до 1,0 г/кг. Верхняя граница выбранного диапазона обусловлена сенсорными характеристиками модельных растворов с максимальными концентрациями минеральных солей. Результаты измерений осмоляльности представлены в виде графиков на рис. 1 и в табл. 2.

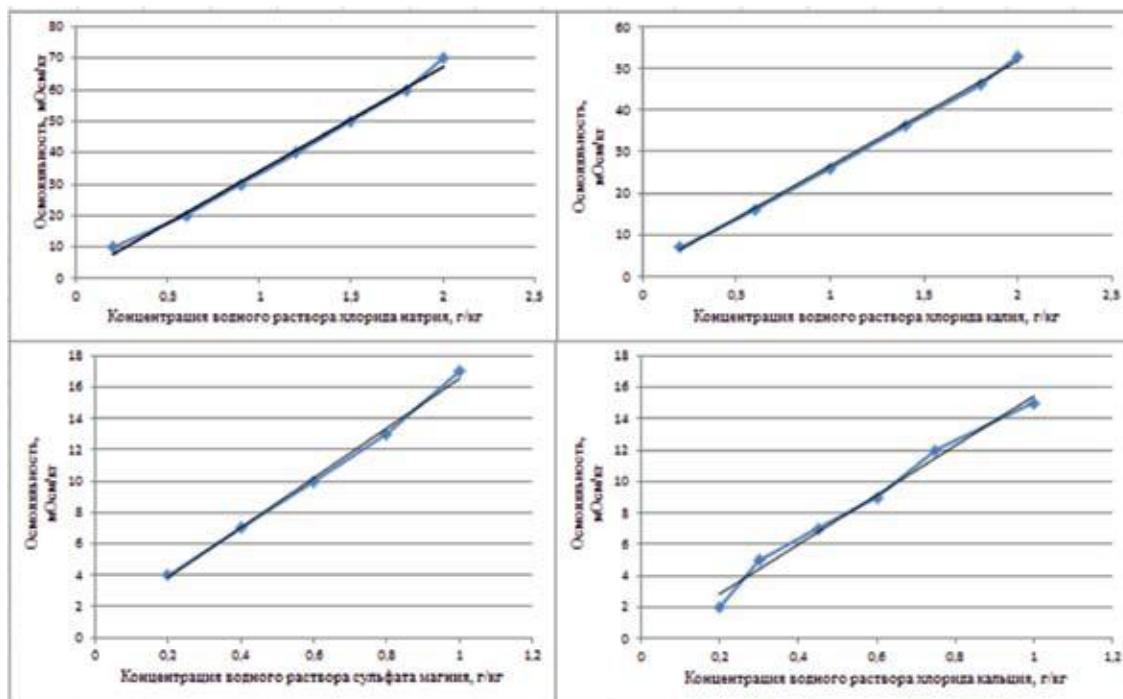


Рис. 1. Графические зависимости величины осмоляльности от концентрации минеральных солей

Таблица 2. Коэффициенты уравнения, описывающие величину осмоляльности в зависимости от концентрации минеральной соли в водном растворе

Наименование соли	Коэффициенты уравнения		Величина достоверности, R ²
	<i>k</i>	<i>b</i>	
Хлорид натрия	30,61	2,817	0,996
Хлорид калия	25,288	1,1644	0,9979
Сульфат магния	16	0,6	0,9961
Хлорид кальция	15,909	-0,25	0,986

Полученные зависимости имеют линейный вид и описываются с достоверностью свыше 90 % уравнением первого порядка:

$$y=kx+b, \tag{1}$$

где *y* – величина осмоляльности, мОсм/кг; *x* – концентрация минеральной соли в водном растворе, г/кг; *k*, *b* – коэффициенты уравнения, приведены в табл. 2.

По данным литературных источников, для оптимальной абсорбции и профилактики гипонатриемии, изотонический напиток должен содержать соли натрия из расчета 1,75 – 2,93 г/дм³. В случае продолжительности тренировки более 60 минут, рекомендуется использование углеводосодержащих напитков с добавлением калия из расчета 0,45 – 0,75 г/дм³ [1, 2, 3]. Расчет содержания кальция производился в количестве 11 % от адекватного уровня потребления, магний вносился в количестве 7 % от адекватного уровня потребления [4, 5]. Расчетное содержание минеральных веществ для составления композиций изотонических напитков представлено в табл. 3.

Таблица 3. Расчетное содержание минеральных веществ

Наименование сырья	Единица измерения	Количество на 100 дал (1000 л)	Осмоляльность, мОсм/кг
Хлорид калия	кг	0,45	12,6
Хлорид натрия	кг	1,75	56,4
Хлорид кальция	кг	0,60	10,1
Сульфат магния	кг	0,28	5,6
Сумма:			84,7

Осмоляльность расчетного содержания минеральных веществ приведена с использованием коэффициентов уравнения, представленных в табл. 2.

На следующем этапе были исследованы взаимосвязи осмоляльности и добавляемых углеводов.

Для оптимального всасывания и нормальной работоспособности изотонический напиток должен содержать от 6 до 8 % углеводов, поскольку напитки, которые содержат более 10 % углеводов дольше всасываются в желудочно-кишечном тракте. Содержание углеводов менее 6 % не обеспечивает требуемого количества энергии [6].

Для определения уровня осмоляльности в растворах сахарозы было приготовлено 5 вариантов растворов с концентрациями от 6,0 до 8,0 %. Результаты исследований приведены на рис. 2.

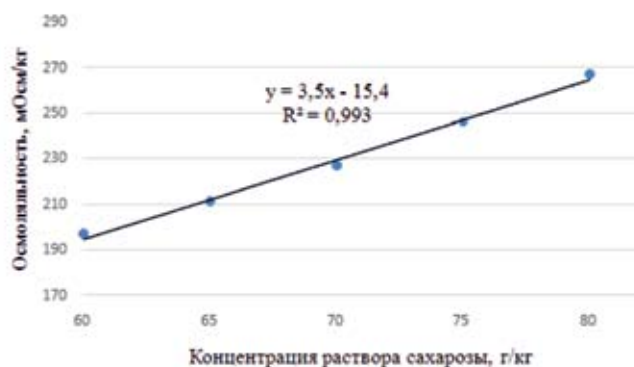


Рис. 2. Зависимость осмоляльности от концентрации водного раствора сахарозы

Для определения концентрации сахарозы, приятной для восприятия вкусовыми рецепторами человека была проведена экспертная дегустация. На дегустацию было представлено 6 образцов растворов с концентрациями сахара в 61, 62, 63, 64, 65, 66 г/кг. Результаты дегустации показали, что приятной, гармоничной, ненавязчивой сладостью обладают растворы с концентрацией сахара 62 и 63 г/кг.

При изготовлении изотонических напитков в качестве углеводного компонента может использоваться мальтодекстрин, представляющий собой полимер глюкозы. Использование мальтодекстрина обеспечивает постепенное и продолжительное освобождение энергии и предотвращает резкий скачок уровня сахара в крови [7].

Для установления зависимости величины осмоляльности от концентраций водного раствора мальтодекстрина было приготовлено 4 модельных раствора с концентрацией от 1 до 10 г/кг. Результаты исследований представлены на рис. 3.

Зависимости, представленные на рис. 2 и 3, позволяют рассчитать количество сахара и мальтодекстрина для совместного внесения в напиток с целью обеспечения его изотонических свойств. Количество вносимого сахара и мальтодекстрина должно составлять 62,4 и 2,6 г/кг соответственно, при общем содержании углеводов в напитке 6,5 % и расчетной осмоляльности 205 мОсм/кг.

На следующем этапе было определено влияние на осмоляльность растительных экстрактов левзеи сафлоровидной, плодов шиповника, родиолы розовой, корня аралии, эхинацеи пурпур-

ной, плодов боярышника, лимонной кислоты, витамина С, бензоата натрия, сорбата калия. В процессе проведения исследований первоначально дозировка растительных экстрактов составила 10 см³ на 1 литр раствора, дозировка бензоата натрия 0,150 г/дм³, сорбата калия – 0,267 г/кг, концентрация лимонной кислоты – 1,9 г/дм³, дозировка витамина С – 5 г/дм³ [8, 9].

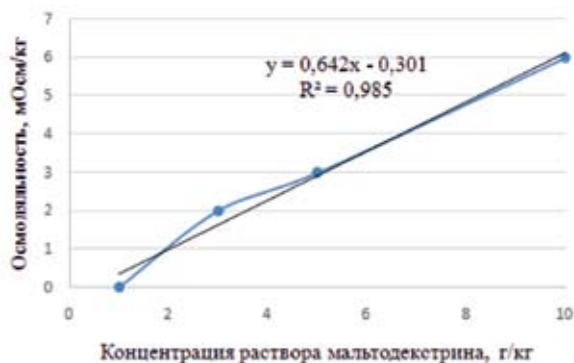


Рис. 3. Зависимость осмоляльности от концентраций водного раствора мальтодекстрина

Результаты исследований по определению осмоляльности растворов добавок представлены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты исследований по определению осмоляльности растворов добавок

Раствор	Концентрация	Осмоляльность, мОсм/кг Н ₂ О
Экстракты водно-спиртовые корня левзеи сафлоровидной, плодов шиповника, родиолы розовой, корня аралии, эхинацеи, плодов боярышника	10 мл/ дм ³	0
Витамин С	5 г/ дм ³	0
Бензоат натрия	0,150 г/ дм ³	10
Сорбат калия	0,270г/ дм ³	2
Лимонная кислота	1,9 г/ дм ³	0

Как видно из табл. 5, на осмоляльность конечного продукта наибольшее влияние будут оказывать бензоат натрия и сорбат калия, что необходимо учитывать при расчете рецептуры изотонического напитка.

Таким образом, наибольший вклад в изотоничность напитка среди солей минеральных веществ вносит хлорид натрия. Модельный раствор с концентрацией в 1,75 г/кг обладает осмоляльностью 56,4 мОсм/кг. Установлено, что наибольшей осмоляльностью обладали растворы сахарозы с концентрацией 6,0 – 8,0 %, для которых данный показатель находился в пределах от 197 до 267 мОсм/кг. Осмоляльность модельных растворов растительных экстрактов, лимонной кислоты, витамина С равна нулю. Суммарная осмоляльность растворов консервантов равна 12 мОсм/кг. Полученные зависимости позволяют составить композиции изотонических напитков с осмоляльностью до 300 мОсм/кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Jeukendrup, A. E.* Nutritional consideration sintriathlon/ A. E. Jeukendrup, R. L. Jentjens, L. Moseley // *SportsMed.* – 2005. – № 35. – P. 163–181.
2. *Wittbrodt, E. T.* Maintaining Fluid and Electrolyte Balance During Exercise / E. T. Wittbrodt // *Journal of Pharmacy Practice.* – 2003. – № 16. – P. 45–50.
3. Osmotic and non-osmotic regulation of arginine vasopressin during prolonged endurance exercise / T. Hew-Butler, [et al.] // *Journal ClinEndocrinolMetab.* – 2008. – № 8. – P. 93 – 98.

4. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: санитарные нормы и правила: утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 г. № 180. – Минск, 2012. – 43 с.
5. *Тырсин, Ю. А.* Микро- и макроэлементы в питании / Ю. А. Тырсин, А. А. Кролевец, А. С. Чижик. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 224 с.
6. *Борисова, О. О.* Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации / О. О. Борисова. – М.: Советский спорт, 2007. – 132 с.
7. *Колеман, Э.* Питание для выносливости / Э. Колеман; под ред. Б. Смолянского, В. Лифляндского. – Мурманск: «Тулома», 2005. – 192 с.
8. *Ермолаева, Г. А.* Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: Учеб. для нач. проф. образования / Г. А. Ермолаева. – М.: «Академия», 2000. – 416 с.
9. Технологические инструкции по производству безалкогольных напитков и кваса. – М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1984. – 216 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 01.02. 2017

L. A. Melnikova, K. S. Ryabova

A STUDY OF THE INFLUENCE OF COMPONENT COMPOSITION ON THE OSMOLALITY OF ISOTONIC SOFT DRINKS

The dependences of the component composition of new types of soft drinks with isotonic properties, designed to increase the health and stamina of people leading an active way of life, and osmolality. Determined by the rational ratio of the components in which beverages have izotonicnosti and acceptable taste.

УДК 613.31:543.3

Разработана и валидирована высокочувствительная методика определения содержания 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты в питьевой и бутилированной воде. Методика позволяет проводить анализ содержания данного вещества на уровне концентраций, регламентируемых санитарно-гигиеническими требованиями Республики Беларусь. Методика отличается экспрессностью и высокой точностью. Предел определения составляет 0,5 мкг/дм³. Повторяемость методики составляет 15,8%; внутрिलाбораторная воспроизводимость – 12,52%.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2,4-Д В ПИТЬЕВОЙ И БУТИЛИРОВАННОЙ ВОДЕ

**РУП «Научно-практический центр гигиены»,
г. Минск, Республика Беларусь**

*Л. С. Ивашкевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией
хроматографических исследований;*

*Т. В. Ковшова, ведущий химик лаборатории хроматографических исследований;
О. Н. Вашкова, научный сотрудник лаборатории хроматографических исследований*

Одним из самых известных средств для борьбы с сорными растениями является 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д). В основном она используется в виде эфиров, щелочных солей и солей с аминами. В середине прошлого столетия препараты на основе 2,4-Д не имели аналогов. Широкое использование 2,4-Д, а также ее стабильность привели к тому, что она в настоящее время является глобальным загрязнителем. Вначале 2,4-Д относили к безопасным ве-

ществам для организма человека. В настоящее время установлено, что препараты на основе 2,4-Д относятся ко 2 классу опасности для человека и 3 классу опасности для пчел, поэтому ее производство во многих странах запрещено или ограничено. В связи с токсичностью данного вещества его содержание в питьевой воде, воздухе, почве, пищевой продукции, кормах должно контролироваться [1-2]. Существует большое количество методов определения 2,4-Д [3-9]. Все методы основаны на экстракции пестицида органическим растворителем, очистке экстракта и определении 2,4-Д методом газовой или жидкостной хроматографии. По сравнению с высокоэффективной жидкостной хроматографией метод газовой хроматографии отличается более высокой чувствительностью, однако при определении необходима стадия дериватизации для получения более подвижных, летучих соединений. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии [9] предпочтителен для анализа питьевой воды, норматив содержания 2,4-Д в которой составляет 30 мкг/м³, для анализа бутилированной воды необходимо проводить концентрирование, что удлиняет и усложняет анализ. В настоящее время для определения 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты в питьевой и бутилированной воде аккредитованными лабораториями республики широко используется методика, изложенная в Методических указаниях [4], разработанная в 1976 г. Согласно данному документу, методика определения основана на экстракции 2,4-Д из подкисленной пробы воды органическим растворителем и последующем определении метилового эфира 2,4-Д газохроматографическим методом с использованием набивной колонки.

Данная методика имеет ряд существенных недостатков.

Нижний предел определения 2,4-Д в воде методом газожидкостной хроматографии составляет 2,0 мкг/дм³, тогда как согласно СанПиН «Гигиенические требования к питьевой воде, расфасованной в ёмкости» ПДК 2,4-Д в питьевой воде, расфасованной в емкости, составляет 1,0 мкг/дм³.

Используемый для экстракции диэтиловый эфир представляет собой очень подвижную, летучую, легко воспламеняющуюся жидкость, разлагающуюся под действием света, тепла, воздуха и влаги с образованием токсичных веществ. Помимо этого, образование метилового эфира 2,4-Д, согласно методике [4], связано с получением диазометана из нитрозометилмочевины. Диазометан токсичен при вдыхании и контакте с глазами и кожей, а также может детонировать при контакте с острыми гранями твёрдых предметов, в частности, с трещинами в стекле и шлифованными поверхностями.

В связи с вышеизложенным возникла необходимость модификации методики [4] для повышения ее чувствительности.

Цель данного исследования – разработка высокочувствительной методики определения 2,4-Д в питьевой и бутилированной воде.

Материалы и методы исследования. Исследования проведены с использованием газового хроматографа Agilent 6890 с детектором электронного захвата и капиллярной колонкой HP-5 (30мЧ0,32ммЧ0,25мкм).

Объектами исследования явились образцы питьевой воды, подкисленной до рН=1–3, с внесенным определенным количеством 2,4-Д, и образцы питьевой воды.

В работе использовали органические растворители (н-бутанол, гексан, хлористый метилен, метанол) и химические реактивы (натрия гидрокарбонат, кислоту серную концентрированную, кислоту соляную). Все реактивы квалификации не ниже хч («химически чистый»).

Результаты и их обсуждение. В качестве экстрагента нами предложено использовать вместо диэтилового эфира хлористый метилен, который широко применяется в лабораториях как экстрагент в связи с его высокой способностью растворять многие органические вещества, лёгкостью удаления, относительно малой токсичностью, дешевизной. Для того чтобы исключить работу со взрывоопасными веществами, стадию метилирования предложено заменить на бутилирование. Разработаны условия хроматографирования: температура испарителя, температура детектора, давление потока газа-носителя, в качестве которого используется гелий, и определено время выхода пика 2,4-Д.

Суть предлагаемой методики заключается в следующем: 1 дм³ исследуемой пробы воды помещают в делительную воронку, подкисляют соляной кислотой до pH=1–3 (контроль по бумаге индикаторной универсальной) и экстрагируют 2,4-Д тремя порциями хлористого метилена (100, 50 и 50 см³), встряхивая каждый раз воронку в течение 10 минут. Объединенную органическую фазу переносят в делительную воронку, прибавляют 50 см³ 5 %-ного раствора гидрокарбоната натрия и встряхивают в течение 10 минут. Экстракцию 2,4-Д раствором гидрокарбоната натрия порциями по 50 см³ каждая повторяют еще дважды.

Объединенный водный раствор переносят в делительную воронку, дважды промывают гексаном порциями по 50 см³, встряхивая в течение 5 минут. Верхний гексановый слой отбрасывают, а водный раствор подкисляют соляной кислотой до pH=1–3 (контроль по бумаге индикаторной универсальной) и экстрагируют 2,4-Д трижды хлористым метиленом порциями по 50 см³, встряхивая воронку в течение 10 минут. Объединенный экстракт переносят в круглодонную испарительную колбу, растворитель удаляют на ротационном вакуумном испарителе до объема 1–2 см³ и количественно переносят в стеклянный флакон. Растворитель из стеклянного флакона удаляют досуха током аргона.

К сухому остатку в стеклянных флаконах добавляют 1 см³ двухпроцентного раствора концентрированной серной кислоты в бутаноле, закрывают плотно завинчивающейся крышкой и проводят бутилирование в течение 60 минут в сушильном шкафу при 100 °С. Стеклянные флаконы охлаждают до комнатной температуры, добавляют 20–25 см³ дистиллированной воды, 2 см³ гексана. Смесь интенсивно встряхивают и после разделения фаз аликвоту 2 мм³ из верхнего гексанового слоя вводят в испаритель хроматографа при следующих условиях:

температура испарителя	260 °С
температура детектора	300 °С
давление потока газа-носителя, гелий	150 кПа
время анализа	9,6 мин
время выхода 2,4-Д	4,02 мин

Полученные хроматограммы обрабатывают путем измерения площадей пиков. Типичная хроматограмма 2,4-Д приведена на рис. 1.

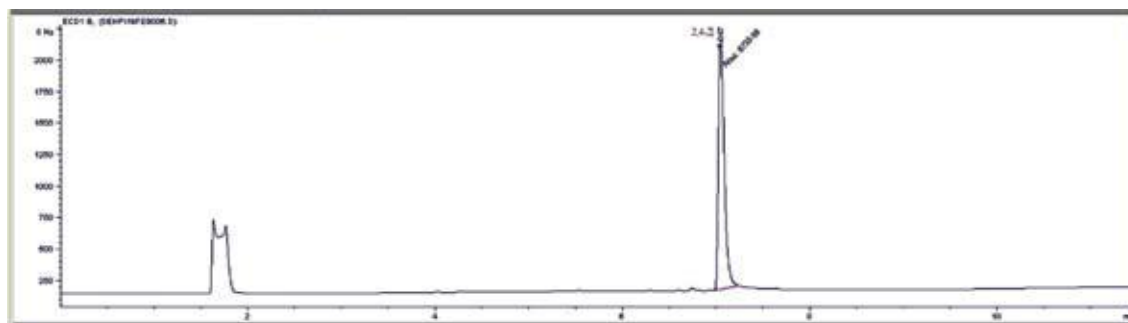


Рис. 1. Типичная хроматограмма 2,4-Д

Для получения результата измерений концентраций 2,4-Д в питьевой воде проводят анализ двух параллельных проб. Концентрацию 2,4-Д, содержащуюся в пробе питьевой воды, рассчитывают по градуировочным зависимостям.

Минимально детектируемое количество 2,4-Д составляет 0,5 нг.

Для построения градуировочного графика использовали основной раствор 2,4-Д в метаноле с концентрацией 10 мкг/см³. В пробы дистиллированной воды объемом 1,0 дм³ вносили 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 и 1,5 см³ основного раствора для получения конечных концентраций 2,4-Д в градуировочных растворах: 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 и 15,0 мкг/дм³ соответственно. Полученные градуировочные растворы проанализированы по вышеописанной методике. Градуировочный график представлен на рис. 2.

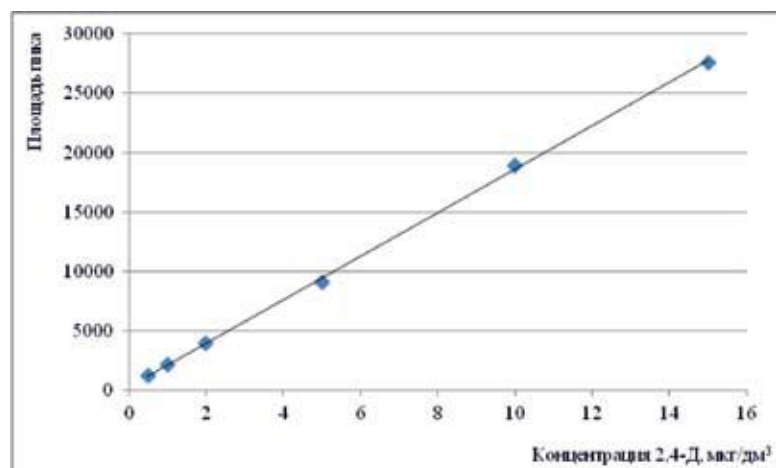


Рис. 2. Градуировочный график

Из рис. 2 видно, что градуировочный график подчиняется зависимости $Y = bx$ и имеет линейную зависимость высоты (площади) пика от концентрации 2,4-Д в диапазоне от 0,5 до 15,0 мкг/дм³.

Для подтверждения пригодности методики проведены валидационные испытания в диапазоне концентраций от 0,5 до 15,0 мкг/дм³ в соответствии с [10]. Установлены пределы повторяемости r и промежуточной прецизионности R , которые составляют 15,8 % и 12,52 % соответственно. Чувствительность методики составляет 0,5 мкг/дм³.

При проведении анализа образцов воды на содержание 2,4-Д часто наблюдается значительное содержание этого вещества в контрольном образце, что может свидетельствовать о недостаточной чистоте используемых реактивов или о загрязнении образца в процессе анализа, состоящего из большого количества стадий.

Для бутилированной воды нами было предложено отказаться от стадий очистки (реэкстракция гидрокарбонатом натрия и очистка реэкстракта гексаном) и проводить бутилирование непосредственно после экстракции хлористым метиленом. При использовании данного изменения методики в контрольном образце не обнаруживалось пиков на месте удерживания 2,4-Д.

Для подтверждения возможности использования разработанного метода были проведены сравнительные исследования по методике [4] и по разработанной методике по принципу «вне-сено – найдено». Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительные исследования содержания 2,4-Д в образцах бутилированной воды

Содержание 2,4-Д, мкг/дм ³		Сходимость, %			
Внесено	Методика [4]	Разработанная методика		с очисткой	без очистки
		с очисткой	без очистки		
10,0	8,5±2,3	9,1±1,4	9,4±1,5	6,8	10,1
1,0	0,81±0,21	0,92±0,15	0,97±0,15		

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, разработанная методика имеет хорошую сходимость с методикой [4] и больший процент извлечения 2,4-Д. Таким образом, для бутилированной воды возможно использование методики без дополнительной очистки экстракта, что значительно снижает время проведения анализа.

По разработанной методике был проведен анализ 100 образцов бутилированной и питьевой воды. Все исследованные образцы соответствовали гигиеническим требованиям к питьевой воде по содержанию 2,4-Д. Около 10 % образцов содержали 2,4-Д до 0,9 мкг/см³, в остальных образцах пестицида на уровне чувствительности методики обнаружено не было.

Таким образом, на основании проведенных исследований разработана и валидирована высокочувствительная методика определения содержания 2,4- дихлорфеноксиуксусной кислоты

в бутилированной и питьевой воде, которая позволяет проводить анализ содержания данного вещества на уровне концентраций, нормируемых санитарно-гигиеническими требованиями Республики Беларусь. Методика отличается экспрессностью и высокой точностью, установлены метрологические характеристики: повторяемость и промежуточная прецизионность, которые составили 15,8 и 12,52 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 10-124 РБ 99. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»: утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь от 19.10.1999 г. № 46, с изменениями, утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь от 26.03.2002 г. № 16. – Мн., 2000. – С. 6–108.
2. Санитарные нормы и правила «Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости»: утв. постановлением МЗ РБ от 15.12.2015г № 123, с изменениями, утв. постановлением МЗ РБ от 22.11.2016 г. № 120.
3. Методические указания по измерению концентраций 2,4-Д в воздухе рабочей зоны газохроматографическим методом. Утв. МЗ СССР 01.06.1986 г. № 4122-86
4. Методические указания по определению 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) в воде, почве, фураже, продуктах питания растительного и животного происхождения хроматографическими методами: утв. МЗ СССР 20.12.1976г № 1541-76 // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник. – Том 2. – М.: ВО «Агропромиздат», 1992. – С.121-135.
5. Методические рекомендации по определению 2,4-Д и аминной соли 2,4-Д в почве методом газожидкостной хроматографии: утв. 08.06.87 № 4383-87 // Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник. – Т. 1. – М.: ВО «Колос», 1992. – С.107-134.
6. Методические указания. Определение 2,4-Д в воде, зерне, соломе зерновых культур и зерне кукурузы методом газожидкостной хроматографии: утв. Гл. гос. сан. врачом РФ от 01.01.2003г № 4.1.1132-02 // Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: Сборник методических указаний. – Выпуск 1. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 140 с.
7. Determination of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and its major transformation product in soil samples liquid chromatographic analysis / O. P. de San Mladic [et al.] // Talanta. – 2003. – Vol. 60, iss. 1. – P. 115-121.
8. Халаф, В. А. Определение 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты в водных объектах окружающей среды / В. А. Халаф, В. О. Турчин, В. Н. Зайцев // Методы и объекты химического анализа. – 2009. – Т.4, № 1. – С.67–72.
9. ГОСТ 31941-2012. Вода питьевая. Методы определения содержания 2,4-Д. – Введ. 01.11.2016. – М.: Стандартином, 2012. – 24 с.
10. СТБ ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. – Введ. 01.07.2003. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 56 с.

Рукопись статьи поступила в редакцию 25.02. 2017

L. S. Ivashkevich, T. V. Kovshova, O. N. Vashkova

DETERMINATION OF 2,4-D IN DRINKING AND BOTTLED WATER

The highly sensitive method of determining the content of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in drinking and bottled water has been. The method allows to carry out an analysis of content of that substance according to the level of normative values Republic of Belarus. The method is characterized by its rapidity and high precision. The limit of detection is 0,5 mcg/dm³. The repeatability is 15,8 %; intralaboratory reproducibility – 12,52 %.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛ «ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Рукописи, направляемые в редакцию журнала "Наука и инновации", должны являться оригинальными материалами, не опубликованными ранее в других печатных изданиях.

Объем научной статьи должен составлять, как правило, не менее 14 000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и другие символы, что соответствует 8 страницам текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 страницы в случае печати через 1,5 интервала).

Научная статья должна включать следующие элементы:

- ♦ УДК
- ♦ аннотацию (на русском и английском языке);
- ♦ ключевые слова (на русском и английском языке);
- ♦ фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название (на русском и английском языке).

Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким, содержать ключевые слова.

- ♦ введение;
- ♦ основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии);
- ♦ заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;
- ♦ список цитированных источников.

Статьи, поступающие в редакцию журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии», должны быть созданы в текстовом редакторе MS WORD и распечатаны в двух экземплярах через полтора интервала (гарнитура Times New Roman, кегль 14 пунктов) и иметь электронную копию (на дискете, CD-диске).

Использование сносок в тексте не допускается. Ссылки на цитированные источники оформляются в соответствии с требованиями ВАК РФ: напр., [2, с. 34] (где 2 — номер источника в списке литературы, 34 — номер страницы). Список литературы должен быть оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ и содержать не более 10 источников.

Иллюстрации дополнительно (фотографии и другая графика) предоставляются в формате JPEG или TIFF с разрешением не менее 300 dpi (каждая иллюстрация в отдельном файле).

Схемы должны быть выполнены в редакторе COREL DRAW. Допускается выполнение схем как рисунков MS WORD.

Диаграмм и графики предоставляются в цветном или черно-белом варианте с возможностью редактирования в отдельных файлах в программе, в которой они были созданы (предпочтительно MS EXCEL). Ширина диаграммы (графика) с учетом подписей и указателей — не более 150 мм. Наличие исходных числовых данных (таблиц MS EXCEL), на основании которых построены диаграммы, обязательно. Подписи в диаграмме (графике) (наименования осей, значений данных и др.) должны быть выполнены гарнитурой Times New Roman кеглем 10 пунктов; название рисунка — гарнитурой Times New Roman кеглем 12 пунктов.

Редакция оставляет за собой право графический материал, не соответствующий перечисленным требованиям, не принимать к печати и требовать безусловной замены или доработки непригодного для печати графического материала.

Таблицы должны быть выполнены в программе MS WORD. Ширина таблицы не должна превышать 150 мм. Текст, головка и боковик таблицы должны быть выполнены гарнитурой Times New Roman кеглем 12 пунктов. Название таблицы — гарнитурой Times New Roman кеглем 12 пунктов (см. образец).

Формулы должны быть набраны в редакторе формул (MATHTYPE, EQUATION) и вставлены в текст статьи в редактируемом формате.

Отдельно указываются сведения об авторе: фамилия, имя, отчество (полностью на русском и английском языках); домашний адрес и телефон; место основной работы и должность.

К рукописи статьи прилагаются экспертное заключение и рецензия специалиста не ниже кандидата наук.

Рукописи, присланные в редакцию, не возвращаются.