

Щоквартальний
науково-виробничий журнал
Одеської національної
академії
харчових технологій
Рік заснування — 2007
Зареєстровано Міністерством
юстиції України 16.05.2007 р.
Свідоцтво: Серія КВ №
12578-1462ПР

Головний редактор
Б.В. Єгоров, д.т.н., проф.
Заступник головного редактора
Л.В. Капрельянц, д.т.н., проф.

Редакційна колегія:

А. Трихопуло, проф. (Греція)
А. Гавдик, проф. (Польща)
А.В. Акуліч, д.т.н., проф. (Беларусь)
А.Б. Лісцидін, д.т.н., проф. (Москва)
К.Д. Бабов д.мед.н., проф. (Одеса)
А.Т. Безусов, д.т.н., проф. (Одеса)
О.Г. Бурдо, д.т.н., проф. (Одеса)
Я.Г. Верхівкер, д.т.н., проф. (Одеса)
Л.Г. Віннікова, д.т.н., проф. (Одеса)
Н.А. Дідух, д.т.н., проф. (Одеса)
А.К. Дьяконова, д.т.н., проф. (Одеса)
К.Г. Іоргачова, д.т.н., проф. (Одеса)
О.А. Ільїна д.т.н., проф. (Москва)
Г.І. Космінський, д.т.н., проф. (Беларусь)
Г.І. Касьянов, д.т.н., проф. (Краснодар)
В.М. Ковбаса, д.т.н., проф. (Київ)
М. Марінов, проф. (Болгарія)
С.Д. Мельничук, д.б.н., проф. (Київ)
П.С. Ніков, д.мед.н., проф. (Одеса)
Л.А. Осипова, д.т.н. (Одеса)
Л.М. Пилипенко, д.т.н., проф. (Одеса)
Р.Ю. Павлюк, д.т.н., проф. (Харків)
Л.М. Тележенко, д.т.н., проф. (Одеса)
А.В. Хотіварі, к.т.н. (Грузія)
Н.К. Черно, д.т.н., проф. (Одеса)
О.П. Чагаровський, д.т.н., проф. (Одеса)

Відповідальний редактор:

Нікітчина Тетяна Іванівна, к.т.н., доц.

✉ E-mail: alex-n@te.net.ua

✉ Адреса редакції:

Одеська національна академія

харчових технологій

112, вул. Канатна, м. Одеса, 65039

☎ Тел. 8(048)712-40-40, 712-40-32

🌐 www.onaft.edu.ua

За достовірність інформації відповідає
автор публікації. Матеріали друкуються
мовою оригіналу. Передрукування мате-
ріалів

журналу дозволяється тільки
за погодженням з редакцією.

Рекомендовано до друку

Вченою радою Одеської національної
академії харчових технологій,
протокол № 6 від 30.12.2013 р.

Тираж 500 прим.

Видання та друк: ФОП Грінь Д.С.,

73033, м. Херсон, а/с 15

e-mail: dimg@meta.ua

Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011

Журнал

«Харчова наука і технологія»
є науковим фаховим
виданням України
в галузі технічних наук
(перелік № 208, Бюлетень ВАК
України, № 5, 2010 р.)

Харчова наука і технологія

Пищевая наука и технология

FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

ХІМІЯ * БІОТЕХНОЛОГІЯ * ПРОБЛЕМИ ХАРЧУВАННЯ * КОНТРОЛЬ
ЯКОСТІ * ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ * ОХОРОНА
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

З М І С П

Нутриціологія, дієтологія, проблеми харчування

Журлова О.Д., Капрельянц Л.В. Фітокомпоненти зернової сировини: будова, властивості, застосування 3
Тележенко Л.М., Кашканю М.А. Розробка технології приготування полікомпонентних круп'яних запіканок для сніданку 7
Черно Н.К., Станкевич Г.М., Шапкіна К.І. Розробка технології бета-глокана клітинних стінок дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* 11
Біленька І.Р., Буланша Н.А. Особливості технології ферментованих соків на основі топінамбура 14
Могілянська Н.О. Рослинні олії – компонент функціональних молочних продуктів спеціального призначення 17
Холодова О.Ю. Механізм забезпечення захисту прав споживачів 20
Несторова Д., Еміліан З., Караславова Е., Колева Т. Значення фізичного виховання і спорту для здорового способу життя та фізичної праездатності студентів (біп-тест) 24

Біопроцеси, біотехнологія харчових продуктів, БАФ

Безусов А.Т., Кузнецова К.Д. Дослідження стабілізації пігментного комплексу листових овочів 27
Черно Н.К., Озоліна С.О., Нікітчина О.В. Фракціонування полісахаридів гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* 30
Хомич Г.П. Зміна вмісту біологічно активних речовин горобини чорнопілдної при виробництві соків 35
Нікітчина Т.І., Афанасьєва Т.М. Використання рослинних пектинметилестераз для виробництва фруктових драгпеліподібних напівфабрикатів 38
Баль-Прилишко Л.В. Біотехнологічні аспекти виробництва м'ясних продуктів 41
Даниленко С.Г., Панасюк І.В., Недорганюк Л.П. Мікрофлора м'ясних розсолів 43
Варанкіна О.О. Біологічна дія бета-каротину: позитивні і негативні аспекти 46
Нікітелова О.М., Кислевська А.Ю., Ніколенко С.І., Солодова Л.Б., Гуша С.Г. Наукове обґрунтування збереження біологічної активності мінеральної природної лікувально-столової води «Сваліява» (сильногазованої), фасованої в ПЕТ- та скло-пляшки з використанням технології стабілізації аскорбіновою кислотою, при її зберіганні 49

Хімія харчових продуктів і матеріалів. Нові види сировини

Верхівкер Я.Г., Єфремов В.В., Мирошніченко О.М. Сучасний стан, перспективи розвитку ринку соусів та пов'язані з цим вимоги до використання спецій 56
Бурдо А.К. Дослідження процесу кристалізації в технології блочного виморожування води із харчових розчинів 59
Дубова Г.Є. Перспективи використання рослинних гомогенатів в якості ароматизаторів 62
Саламатіна С.С. Низькокалорійні соуси для закладів ресторанного господарства 65
Гончар В.В., Росляков Ю.Ф., Дождалева М.І., Ханферян Р.А. Медико-біологічна оцінка збивних цукристих кондитерських виробів, отриманих з використанням концентрованого соку топінамбура 67
Каліновська Т.В., Оболкіна В.І., Кияниця С.Г. Дослідження вмісту пектинових речовин напівфабрикатів з виноградних вицвявок та визначення їх сорбційних властивостей 69
Лугівська О.А. Дослідження впливу розмірів часток та технології виготовлення емульсій на якість напоїв 74

Технологія і безпека продуктів харчування

Тележенко Л.М., Атанасова В.В. Обґрунтування технологічних підходів комплексної переробки сочевиці 77
Осіпова Л.А. Удосконалення технології переробки вторинних продуктів виноробства 80
Безусов А.Т., Афанасьєва Т.М., Терзі С.В., Марянов М.І. Дифузійний спосіб виробництва ягідних напоїв 85
Гулів Ш.Р. Модернізація технології обробки ігристих вин на заключній стадії їх виробництва 88
Бочарова О.В. Генеза регулювання безпечності харчових продуктів в Україні 91
Бондар С.М., Чабанова О.Б., Чабанова А.А. Інноваційні методи очищення стічних вод підприємств харчової промисловості 94
Гладкий Ф.Ф., Калина В.С., Луценко М.В. Визначення раціональних параметрів проведення рафінації жирної коріандрової олії 98
Кучерявенко І.М., Вершиніна О.Л. Життя закваска із застосуванням борошна з насіння гарбуза 101
Царик Н.П. Культивовані гриби в грибовництві та медицині. Один з нарисів ситуації в Україні 104

Процеси, обладнання, автоматизація, управління і економіка

Жихарєва Н.В. Математична модель процесів зберігання плодовоовочевої продукції 107
Бондар С.М., Чабанова О.Б., Чабанова А.А. Дослідження процесу регенерації мембран у технологіях переробки рослинних відходів 112
Федоров В.Г., Кепко О.І., Скарбовійчук О.М. Особливості охолодження сиру під час дозрівання 114
Дончевська Р.С., Сидоренко О.В., Романенко О.В. Шляхи підвищення конкурентоспроможності рибної продукції 116
Бондаренко В.І., Дьяченко Т.В. До вибору типу теплообмінного апарату, використовуваного в установці збагачення і очищення неізогелісової суміші 119
Несторова Д., Колева Т. Значення фізичного виховання в медицині з використанням тест "SF-36" для моніторингу здорового стану студентів 123
Поберезкін А.А., Аль-Дандал Раед, Хлієва О.Я., Кузнецов І.О. Вплив протитурбулентних присадок на параметри роботи магістральних трубопроводів 126
Коновалов Д.В., Радченко М.І., Бойко О.В., Пекун В.В. Суднова газотурбінна установка з термодинамічним підвищенням тиску в контурі пере розширення 129
Селіванов А.П., Тиглов О.С. Розробка абсорбційних холодильних апаратів, що працюють в широкому діапазоні температур навколишнього середовища 132
Бузовський В.П., Кологривов М.М. Результати теоретичного дослідження впливу тепломасообміну на гідродинамічну картину в ежекційному апараті 137
Бошкова І.І., Георгієш С.В., Колесніченко Н.А. Математичні моделі теплопереносу в русомому шільному шарі при мікрохвильовому-конвективному і мікрохвильовому нагріванні 143
Безусов А.Т., Манолі Т.А., Памбук С.А. Вплив теплової обробки при помірних температурах на органолептичні показники кулінарних виробів з морепродуктів 149
Михайленко В.Г., Князева О.І., Любавіна О.О. Електрохімічні методи обробки води: переваги та перспективи 153

УДК 664.764 : 547.56

ЖУРЛОВА Е.Д., аспірант, КАПРЕЛЬЯНЦ Л.В., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія пищевих технологій

ФИТОКОМПОНЕНТЫ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ: СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

В обзоре описаны фитовещества зерновых фенольной природы, обладающие антиоксидантными свойствами. Приведено их строение, описаны лечебно-профилактические свойства и аргументировано применение фитовеществ в качестве сырья для производства биологически активных добавок.

Ключевые слова: зерновые, фитовещества, фенольные соединения.

Recent survey demonstrates phenolic phytochemicals from cereal. It is shown their structure, therapeutic and prophylactic properties. Here is argued, the use this phytochemicals as a raw material for producing dietary supplements.

Keywords: cereals, phytochemicals, phenolic compounds.

Фитовещества и антиоксиданты цельного зерна не получили такого большого внимания как фитовещества фруктов и овощей. Не смотря на то, что потребление цельного зерна и цельнозерновых продуктов ассоциируется со снижением риска ряда хронических заболеваний, таких как сердечно-сосудистые, диабет 2-го типа, онкологические заболевания.

Последние исследования показали, что общее содержание фитовеществ и антиоксидантная активность цельного зерна недооценена в литературе, и цельное зерно содержит больше фитовеществ, чем сообщалось ранее (табл. 1).

Большинство фенольных веществ содержатся в связанном состоянии в зерновых, 85 % в зерне кукурузы, 76 % в зерне пшеницы и 75 % в овсе. Фитовещества зерновых являются уникальными и хорошо дополняют такие виды фруктов и овощей, когда потребляются совместно.

Антиоксиданты сконцентрированы во внешней оболочке зёрен злаковых культур, где их содержание достигает 80 % от общего количества в зерне. Это обуславливает рост объёмов производства для населения хлебных продуктов из цельнозерновой муки или с добавлением отрубей, а также интенсивное использование нативных антиоксидантов в других целях [1].

Получение фенольных соединений из зерновых имеет ряд преимуществ. По сравнению с фруктами и овощами зерновые являются сухими и поэтому легко хранятся длительное время, а поэтому из них проще получать стабильные концентраты фитовеществ.

Полифенолы – это группа нескольких классов слабодиссоцируемых химических соединений, которые содержат несколько ароматических (бензольных) колец непосредственно связанных с одной или более гидроксильной фенольной группой. Они являются вторичными метаболитами растений, образованными в результате протекания шикиматного пути. Согласно строению углеродного скелета полифенолы разделяют на: C₆ – C₃ – C₃ – C₆ - лигна-

ны; C₆ – C₃ – C₆ – флавоноиды (халконы, флаваноны, флавонолы, флаванолы, антоцианы); C₆ – C₂ – C₆ – стильбены, хиноны; C₆ – C₃ – производные коричной кислоты (кофейной, феруловой, синаповой, хлорогеновой), кумарины; C₆ – C₁ – производные бензойной кислоты (протокатеховая, галловая, сиреневая, ванилиновая). Структурные формулы основных представителей полифенолов зерна показаны на рис. 1 [4,9,12].

Таблица 1

Содержание фитовеществ в цельнозерновых злаках [3]

Фитовещества	Пшеница	Ячмень	Рис	Рожь	Овёс
Метионин, г/100г	0,17-0,24	0,03-0,08	0,18-0,21	0,18	0,18
Цистин, г/100г	0,19-0,40	0,06-0,2	0,11-0,16	0,18	0,18
Селен, г/100г	0,0003-3	0,002-0,030	0,0002-1,37	0,0004	<0,1-0,3,3
Фолат, г/100г	0,01-0,09	0,5-0,8	0,016	0,55-0,80	0,05-0,06
Холин, г/100г	27-195	6,9-11	-	-	2,0-2,6
Токоферолы+Токотриенолы, г/100г	2,3-8,0	4,7-6,8	0,4-0,9	0,4-0,7	0,05-4,8
Каротиноиды, г/100г	0,04-0,63	0,015-0,105	0,014-0,077	-	0,031
Полифенолы, мг/100г	70-1459	50-196	54-313	125-255	9-34
Фенольные кислоты (общие), мкг/100г	200-900	100-550	-	200-1080	350-874
Фенольные кислоты (свободные), мкг/100г	5-39	5-23	-	10-35	50-110
Феруловая кислота, мг/100г	16-213	110-120	30	3,9-5,0	2,1-2,4
Флавоноиды, мг/100г	30-43	12-18	-	6,7-7,5	5,6-8,2
Алкилрезорцинолы, мкг/100г	200-750	0-150	-	570-3220	-
Авенантрамиды, мг/100г	-	-	-	-	4,9-27,5
Бетанин, мг/100г	22-291	40-76	0,5	-	11,3-100
Полистеролы, мг/100г	57-98	90-115	-	-	-

Растения синтезируют более тысячи известных фитовеществ в качестве защитных компонентов и согласно исследованиям учёных разных стран мира эти фитоконпоненты способны препятствовать развитию различных заболеваний в человеческом организме (табл. 2) [2].

СОДЕРЖАНИЕ

Нутриціологія, дієтологія, проблеми харчування

Журлова Е.Д., Капрельянц Л.В. Фитоконпоненты зернового сырья: строение, свойства, применение	3
Тележенко Л.Н., Капкан М.А. Разработка технологии приготовления поликомпонентных крупяных запеканок для завтрака	7
Черно Н.К., Станкевич Г.Н., Шапкина К.И. Разработка технологии бета-глюкана клеточных стенок дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11
Беленькая И.Р., Буланша Н.А. Особенности технологии ферментированных соков на основе топинамбура	14
Могильнянская Н.А. Растительные масла – компонент функциональных молочных продуктов специального назначения	17
Холодова А.Ю. Механизм обеспечения защиты прав потребителей	20
Несторова Д., Емилиан З., Караславова Э., Колева Т. Значение физического воспитания и спорта для здорового образа жизни и физической работоспособности студентов (бип-тест)	24

Биотехнологические аспекты производства мясных продуктов

Безусов А.Т., Кузнецова К.Д. Исследование стабилизации пигментного комплекса листовых овощей	27
Черно Н.К., Озолина С.А., Никитина А.В. Фракционирование полисахаридов вешенки обыкновенной <i>Pleurotus ostreatus</i>	30
Хомич Г.А. Изменение содержания биологически активных веществ рябины черноплодной при производстве соков	35
Никитчина Т.И., Афанасьева Т.Н. Использование растительных пектинметилэстераз для производства фруктовых желеобразных полуфабрикатов	38
Баль-Прилипко Л.В. Биотехнологические аспекты производства мясных продуктов	41
Даниленко С.Г., Панасюк И.В., Недоризанюк Л.П. Микрофлора мясных рассолов	43
Варанкина А.А. Биологическое действие бета-каротина: положительные и отрицательные аспекты	46
Никителова А.Н., Кисилевская А.Ю., Николенко С.Н., Солодова Л.Б., Гуца С.Г. Научное обоснование сохранения биологической активности минеральной природной лечебно-столовой воды «Свалыва» (сильногазированной), фасованной в ПЭТ- и стекло-бутылки с использованием технологии стабилизации аскорбиновой кислотой, при ее хранении	49

Химия пищевых продуктов и материалов. Новые виды сырья

Верхивкер Я.Г., Ефремов В.В., Мирошніченко О.М. Современное состояние, перспективы развития рынка соусов и связанные с этим требования к использованию специй	56
Бурдо А.К. Исследование процесса кристаллизации в технологии блочного вымораживания воды из пищевых растворов	59
Дубова Г.Е. перспективы использования растительных гомогенатов в качестве ароматизаторов	62
Саламатина С.Е. Низкокалорийные соусы для заведений ресторанного хозяйства	65
Гончар В.В., Росляков Ю.Ф., М.И. Дождалева, Р.А. Ханферян Медико-биологическая оценка сбивных сахаристых кондитерских изделий, полученных с использованием концентрированного сока топинамбура	67
Калиновская Т.В., Оболкина В.И., Кияница С.Г. Исследование содержания пектиновых веществ полуфабрикатов из виноградных выжимок и определения их сорбционных свойств	69
Луговская О.А. Исследование влияния размеров частиц и технологии изготовления эмульсий на качество напитков	74

Технология и безопасность продуктов питания

Тележенко Л.Н., Атанасова В.В. Обоснование технологических подходов комплексной переработки чечевичы	77
Осипова Л.А. Усовершенствование технологии переработки вторичных продуктов виноделия	80
Безусов А.Т., Афанасьева Т.М., Терзи С.В., Марьянов М.Л. Диффузионный способ производства ягодных напитков	85
Гулийев Ш.Р. Модернизация технологии обработки игристых вин на заключительной стадии их производства	88
Бочарова О.В. Генезис регулирования безопасности пищевых продуктов в Украине	91
Бондарь С.Н., Чабанова О.В., Чабанова А.А. Инновационные методы очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности	94
Гладкий Ф.Ф., Калина В.С., Луценко М.В. Определение рациональных параметров проведения рафинации жирного кориандрового масла	98
Кучерявенко И.М., Вершинина О.Л. Ржаная закваска с применением муки из семян тывки	101
Царик Н.П. Культивируемые грибы в грибоводстве и медицине. Один из очерков ситуации в Украине	104

Процессы, оборудование, автоматизация, управление и экономика

Жихарева Н.В. Математическая модель процессов хранения плодоовощной продукции	107
Бондарь С.Н., Чабанова О.В., Чабанова А.А. Исследование процесса регенерации мембран в технологиях переработки растительных отходов	112
Федоров В.Г., Кепка А.И., Скарбовичук А.Н. Особенности охлаждения сырья во время созревания	114
Дончевская Р.С., Сидоренко А.В., Романенко А.В. Пути повышения конкурентоспособности рыбной продукции	116
Бондаренко В.Л., Дьяченко Т.В. К выбору типа теплообменного аппарата, используемого в установках обогащения и очистки неонгелиевой смеси	119
Несторова Д., Колева Т. Значение физического воспитания в медицине с использованием тест "SF-36" для мониторинга здоровья студентов	123
Побережкин А.А., Аль-Дандал Раед, Хлыва О.Я., Кузнецов И.О. Влияние протитурбулентных присадок на параметры работы магистральных трубопроводов	126
Коновалов Д.В., Радченко Н.И., Бойко А.В., Пекун В.В. Судовая газотурбинная установка с термомоторным повышением давления в контуре переращивания	129
Селиванов А.Р., Титлов А.С. Разработка абсорбционных холодильных аппаратов, работающих в широком диапазоне температур окружающей среды	132
Бузовский В.П., Кологривов М.М. Результаты теоретического исследования влияния тепломассообмена на гидродинамическую картину в эжекционном аппарате	137
Бондарь С.Н., Чабанова О.В., Чабанова А.А. Математические модели теплопереноса в движущемся плотном слое при микроволново-конвективном и микроволновом нагреве	143
Безусов А.Т., Манюли Т.А., Памбук С.А. Влияние тепловой обработки при умеренных температурах на органолептические показатели кулинарных изделий из морепродуктов	149
Михайленко В.Г., Князева А.И., Любавина А.А. Электрохимические методы обработки воды: преимущества и перспективы	153

СОДЕРЖАНИЕ

Nutrition, dietetics, problems of nutrition

Zhurlova E.D., Kaprelyants L.V. Phytochemicals grain raw materials: structure, properties, application	3
Telezhenko L.M., Kashkano M.A. Development of technology for preparation of multicomponent cereal for breakfast casseroles	7
Cherno N.K., Stankevich G.N., Shapkina K.I. Development of the technology of beta-glucan of cell walls of yeast <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11
Bilenka I.R., Bulansha N.A. Technology features fermented juice from artichoke	14
Mohylanska N.O. Vegetable oils – a component of functional dairy products special purpose	17
Kholodova O.J. Arrangements of the protection of consumer rights	20
Nestorova D., Emilian Z., Karaslavova E., Koleva T. Physical education and sport as a promotion to a healthy lifestyle monitoring of students' physical efficiency (beep-test)	24

Biological processes, biotechnology of food products, FFA

Bezusov A.T., Kuznetsova K.D. Research stabilize pigment complex leafy vegetables	27
Cherno N.K., Ozolina S.A., Nikitina A.V. Fractionating of polysaccharides of mushroom usual <i>Pleurotus ostreatus</i>	30
Khomich G.A. Change of content biologically active substances of the aronia at the production of juices	35
Nikitichina T.I., Afanasyeva T.N. Use pectinase enzymes plant for fruit gelatinous semis	38
Bal-Prylypko L.V. Biotechnological aspects of production of meat products	41
Danylenko S.G., Panasiuk I.V., Nedorizanyuk L.P. Nedorizanyuk microflora of meat brines	43
Varankina O.O. Biological effects of beta-carotene: positive and negative aspects	46
Nikipelova O.M., Kyslyevska A.J., Nicolenko S.I., Solodova L.B., Hushcha S.G. Scientific rationale for maintaining the biological activity of natural mineral therapeutic and table waters "Svalyava" (of highly), packed in PET and glass bottles with technology stabilizing ascorbic acid in her possession	49

Chemistry of food products and materials. New raw materials

Verhivker J.G., Efremov V.V., Miroshnichenko O.M. Current status, prospects of development of the sauces and related requirements for use of spices	56
Burdo A.K. Investigation of the crystallization process technology block water from freezing food solutions	59
Dubova G.E. Prospects for the use of plant homogenates as flavorings	62
Salamatina S.E. Low-calorie sauces for restaurants institutions	65
Gonchar V.V., Roslyakov Y.F., Dozhdaleva M.I., Hanferyan R.A. The biomedical comments of the sacchariferous pastry wares got with the use of the concentrated juice of topinambour	67
Kalinovskiy T.V., Obolkina V.I., Kyianytzia S.G. The study of pectin semi grape marc and determination of their sorption properties	69
Lugovskaya O.A. Investigation of the influence of particle size and technology of emulsion on quality drinks	74

Technology and safety of food products

Telezhenko L.M., Atanasova V.V. Justification technological approaches for complex processing of lentils	77
Osipova L.A. Improving the technology of processing of secondary products of winemaking	80
Bezusov A.T., Afanasyev T.N., Terzi S.V., Maryanov M.L. Diffusion method of producing berry drinks	85
Gulyiev Sh.R. Modernization of processing technology of sparkling wines in the final stages of their production	88
Bocharova O.V. The Development of the Regulation of Food-stuff Safety in Ukraine	91
Bondar S.N., Chabanova O.V., Chabanova A.A. Innovative methods of wastewater treatment for the food industry	94
Gladkiy F.F., Kalina V.S., Lutsenko M.V. Definition of rational parameters of conduct refining fatty oils Coriander	98
Kucheryavenko I.M., Vershinin O.L. Rye ferment with the use of flour from seed of pumpkin	101
Tsarik N.P. Cultivated mushrooms in mushroom cultivation and medicine. One of the sketches of the situation in Ukraine	104

Processes, equipment, automatization, management and economy

Zhikhareva N.V. Mathematical model of storage of fruits and vegetables	107
Bondar S.M., Chabanova A.B., Chabanova A.A. Investigation of regeneration membranes in refining and recycling	112
Fedorov V.G., Kepko O.I., Skarbovychuk O.M. Feature's cooling cheese during ripening	114
Donchevska R.S., Sydorenko O.V., Romanenko O.V. Ways of increasing competitiveness of fish products	116
Bondarenko V.L., Dyachenko T.V. By the choice of the type of heat exchanger used in the enrichment and purification plants neon helium mixture	119
Nestorova D., Koleva T. Physical education in aid of health education using the test "SF-36" as a monitoring of the healthy condition of students	123
Poberezhyn A.A., Al-Dandal Raed, Hlyeva A.J., Kuznetsov I.O. Effect of additives on Options of antiturbulent additives work on a site of the main pipeline	126
Konovalev D.V., Radchenko M.I., Boiko O.V., Pekun V.V. Ship turbine tempopressor with increasing pressure in the circuit overexpansion	129
Selivanov A.P., Titlov A.S. Development of absorption refrigeration equipment operating over a wide ambient temperature range	132
Buzovsky V.P., Kologrivov M.M. The results of theoretical studies of the effect of heat transfer on the hydrodynamic picture in ejection apparatus	137
Boshkova I.L., Georgiesh E.V., Kolsnichenko N.A. Mathematical models of heat transfer in a moving dense layer at microwave-convective and microwave heating	143
Bezusov A.T., Manoli T.A., Pambuk S.A. Effect of thermal treatment at moderate temperatures on organoleptic culinary products from seafood	149
Mikhailenko V.G., Knyazev A.I., Lyubavina A.A. Electrochemical methods of water treatment: benefits and perspectives	153

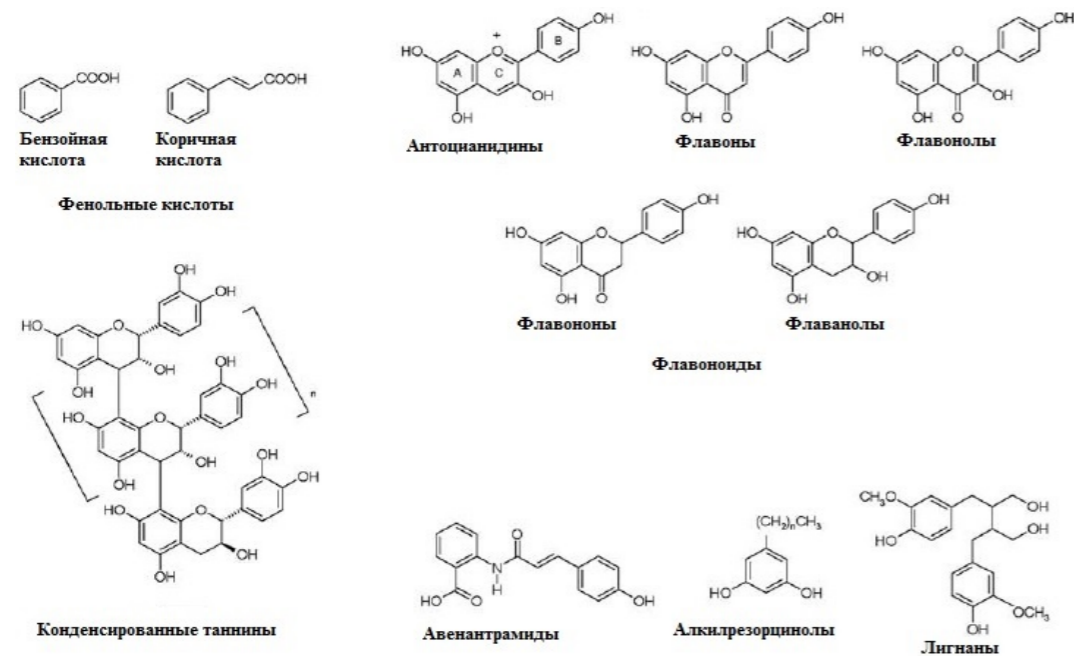


Рис. 1. Химическая структура классов фенольных соединений зерновых культур

Основные фитоконпоненты цельного зерна, факторы, влияющие на их биодоступность и предлагаемые механизмы для поддержания здоровья [3]

Фитовещества	Основные источники среди зерновых	Пища и пищевые факторы, влияющие на биодоступность	Другие факторы, увеличивающие биодоступность	Потенциальный механизм воздействия
Фенольные вещества				
Свободные	Овёс	Молоко	-	Повышают общие антиоксидантные свойства плазмы для непосредственного смягчения окислительного стресса
		Гемовое железо	-	Направленно изменяют передачу внутриклеточных сигналов
Связанные	Пшеница, ячмень, овёс, рожь	Структура зерна	Биообработка зерна	Повышают общие антиоксидантные свойства плазмы для непосредственного смягчения окислительного стресса
			Ферментация в толстой кишке	Направленно изменяют передачу внутриклеточных сигналов
Флавоноиды	Пшеница, ячмень	Структура зерна	-	Повышают уровень мочевой кислоты в плазме, которая обладает восстанавливающей активностью и активностью захвата свободных радикалов Усиливает систему захвата глутатионовых радикалов
Селен	Пшеница, ячмень, овёс, рожь	Доступность не имеет значения	Доступность не имеет значения	Является кофактором для глутатионоксидазы, фермента, который подавляет молекулу реактивного кислорода

Известно, что фенольные кислоты связаны сложноэфирными связями с арабиноксиланами, а так же этерифицированы в лигнин. Такое структурирование антиоксидантов препятствует их биологическому усвоению в организме человека. Поэтому для извлечения связанных антиоксидантов из клеточной стенки применяют кислотный, щелочной или ферментативный гидролиз. В процессе гидролиза от молекулы полимера отщепляются фенольные кислоты (ванилиновая, феруловая, п-кумаровая кислоты), обладающие высокой антиок-

сидантной активностью (рис. 2). Известна способность многих полифенолов действовать в качестве агентов, стимулирующих работу мозга и сердца, предотвращающих или тормозящих образование раковых опухолей, укрепляющих кровеносные сосуды, а также применение их в качестве биологически активных добавок в лечебном и диетическом питании [5,6-10].

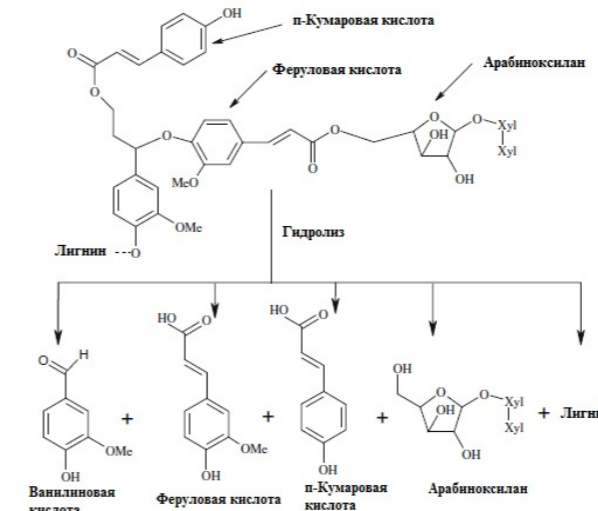


Рис. 2. Получение фенольных антиоксидантов путём гидролитической обработки растительного сырья

Окислительный стресс вызывается различными видами активного кислорода такими как: анион, атомарный кислород, пероксид водорода, анион пероксинитрита, пероксильный радикал и высокоактивный гидроксильный радикал. Путь формирования этих радикалов и их влияние на развитие хронических заболеваний, таких как сердечнососудистые заболевания, рак, дегенеративные заболевания показан на рис. 3 [7].

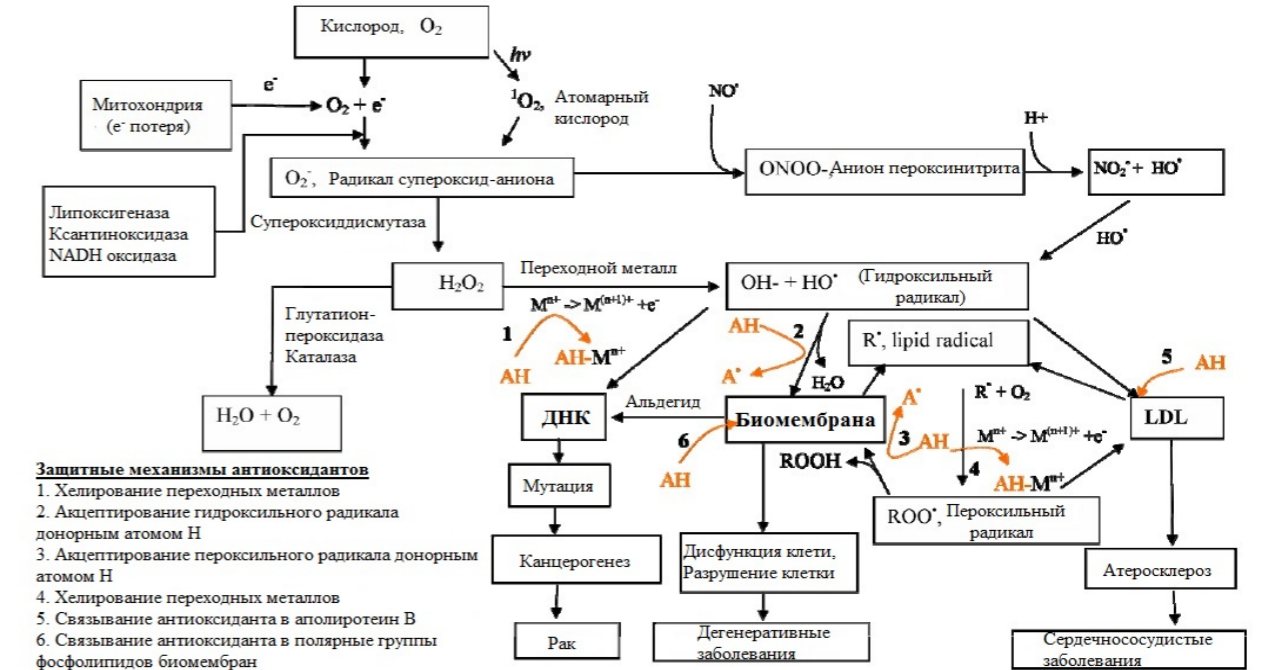


Рис. 3. Механизм смягчения антиоксидантами воздействия окислительного стресса, вызванного активными формами кислорода. АН – антиоксидант, А – окисленный антиоксидант

Антиоксиданты фенольной природы зерновых защищают от окислительного повреждения биомембран путём торможения цепного распространения пероксильных радикалов на липидных молекулах (рис. 3, (3)) и / или предотвращения доступа окис-

Радикал супероксид-аниона образуется в первую очередь во время окислительного фосфорилирования в митохондриях, а так же через ряд ферментативных процессов в клетке, катализируемых ксантиноксидазой и NADH-оксидазой. Этот радикал быстро дисмутирует до пероксида водорода (H2O2) под действием супероксиддисмутазы или он может взаимодействовать с оксидом азота (NO•), образуя пероксинитрит (ONOO-). Обычно H2O2 расщепляется каталазой и глутатионпероксидазой до воды. Но в некоторых случаях она превращается в высокоактивный электрофил, гидроксил свободного радикала (OH•), с помощью реакции Фентона, которая катализируется переходными металлами, такими как медь и железо. OH• радикал незамедлительно реагирует с ДНК, липидами клеточных мембран и углеводами. Реакция этого радикала с полиненасыщенными жирными кислотами инициирует перекисное окисление липидов в качестве самораспространяющейся цепной реакции. Наличие переходных металлов, таких как железо, катализирует разложение пероксидов липидов в перекисные и алкильные радикалы, которые могут отщеплять H+ из молекул липидов, что приводит к дальнейшему липидному распаду [6, 7].

лителей в бислой, тем самым, ограничивая распространение окисления липидов в гидрофобной области мембраны (рис. 3, (6)). Перекисное окисление липидов, инициированное активными формами кислорода, участвует в образовании неврологичес-

ких расстройств, дегенеративных и сердечнососудистых заболеваний и процессах старения. Помимо разрушения мембран, перекисное окисление липидов может привести к образованию альдегидных продуктов, которые ковалентно связываются с белками в результате реакции с тиоловых групп и, следовательно, изменяют их функции. Альдегидные соединения могут также диффундировать в ядро клетки и образовывать аддукты с ДНК, следовательно, активировать мутагенные процессы, связанные с канцерогенезом [7,12].

Согласно исследованиям зарубежных ученых фенольные антиоксиданты проявляют защитный эффект против окислительного влияния меди на ДНК в тимусе телёнка. Аналогично экстракты из ячменя свободных и связанных фенольных веществ ингибируют разрыв цепи молекул ДНК. В ячмене содержатся различные фенольных антиоксиданты: производные бензойной и коричной кислот, флаванолы, флавоны, флаваноны, халконы, проантоцианиды, хиноны и аминифенольные соединения, присутствующие в свободной и связанной формах. В то же время ячмень содержит связанную феруловую и п-кумаровую кислоту в значительно меньших количествах, чем другие зерновые - 50 мг/кг и 3 мг/кг соответственно. Антоцианы так же содержатся в зерне ячменя 4 мкг/г, кукурузы 93 – 965 мкг/г, чёрного риса 2283 мкг/г, сорго до 944 мкг/г, пшеницы от 13 до 153 мкг/г [6,7,13].

Хлорогеновая кислота защищает ДНК от индуцированного окислительного повреждения гипероксидом арахиноновой кислоты. Защитный эффект также может возникать за счёт акцепторной активности к свободным радикалам (рис. 3 (2)) и хелированию переходных металлов (рис. 3 (1)). Фенольные кислоты содержатся в зернах ячменя от 450 до 1346 мкг/г, кукурузы 601 мкг/г, овса 472 мкг/г, риса 197 – 376 мкг/г, ржи 1362 – 1366 мкг/г, сорго 385 – 746 мкг/г, пшеницы 1342 мкг/г и отрубях овса 651 мкг/г, ржи 4190 мкг/г, пшеницы до 4527 мкг/г [6,7].

Эффективность п-кумаровой кислоты наиболее активно проявляется в отношении рака желудка. Транс-4-гидроксикоричная кислота путем связывания свободного железа, резко снижает количество железа, участвующего в окислительных реакциях. Так в кишечнике может содержаться большое количество потенциально активных ионов железа (особенно в случае преобладания мясных продуктов в питании населения), наличие фенольных соединений действует как подавляющий агент, и снижает активность ионов железа, таким образом, влияет на скорость канцерогенеза. Обнаружено, что действие оксида магния на рост опухолей у крыс подавляется, если их кормили пищей с повышенным содержанием фенольных соединений. Включение повышенного количества полифенолов в корм, не оказало существенного неблагоприятного воздействия на животных даже после 6 месяцев

непрерывного кормления. Результаты исследования зарубежных учёных также показывают, что фенольные соединения могут подавлять ионы активного железа, вступающего в реакции с кровяными клетками. В некоторых гемоглобинопатиях таких как серповидноклеточная анемия, избыточная активация перекисного окисления клеточных мембран активным железом приводит к ускорению разрушения эритроцитов и глубокому нарушению их структуры и функций. Антиоксиданты способны тормозить процесс разрушения эритроцитов благодаря связыванию железа. Антиокислительное действие полифенолов было признано в различных экспериментальных моделях инфаркта, воспаления легких и язвы желудка. Защитная роль фенольных соединений против перекисного окисления липидов в толстой кишке, связанного с высоким уровнем активного железа, была доказана путём экспериментальных исследований на крысах, мышах и свиньях [8, 10, 13].

Свободные флаванолы (катехины, галлокатехины) так же как полимеры флаванолов (проантоцианидины), присутствуют в зерновых в свободных формах. Олигомеры проантоцианидинов, включая процианидин В3 и С3 и прodelфинидин В3 и С3 присутствуют в ячмене. Катехины, посредством нескольких механизмов улучшают сосудистую функцию. Они действуют как антигипертензивные агенты, регулирующие сосудистый тонус, благодаря способности связывать свободные радикалы подавляют про-оксидантные ферменты и ускоряют синтез антиоксидантных ферментов. Снижают всасывание жиров в кишечнике за счёт блокирования основных ферментов, участвующих в биосинтезе липидов, тем самым улучшая липидный профиль крови. Согласно своим противовоспалительным свойствам, они подавляют воспалительные процессы, которые могут привести к атеросклеротическим повреждениям стенок сосудов. Галлокатехины так же могут выступать как агенты с антипролиферирующими свойствами, они препятствуют росту пролиферации гладкомышечных клеток, воздействуя на факторы роста клеток сосудов, обуславливающих развитие атеросклероза. Употребление катехинов могут назначать в качестве профилактики слипания тромбоцитов крови [2, 10-12].

Сорго является уникальной зерновой культурой по содержанию олигомерных полифенолов (проантоцианидины и конденсированные танины до 7,88 мг/г) [2, 6].

Содержание алкилрезорценола в зерне пшеницы доходит до 759 мкг/г, ржи до 1008 мкг/г, ячменя до 8 мкг/г, а в отрубях пшеницы и ржи до 3225 и 4108 мкг/г соответственно. А зерно овса содержит до 132 мкг/г авенантрамидов [6].

Инозитол-гексафосфат (ИФ-6) или фитат содержится в пшенице, кукурузе, сое, ячмене, овсе, рисе в таком количестве (% от сухого вещества):

пшеница – 1,1, отруби – 4,8, кукуруза – 0,9, соя – 1,4, ячмень – 1,0, овёс – 0,8, рис – 2,2. Исследования влияния ИФ-6 на рак лёгких и фибросаркому мышей показали значительное снижение раковых клеток лёгких при введении внутривентриальных инъекций ИФ-6 (80 мг/кг). При кормлении мышей пораженных фибросаркомой кормом с повышенным содержанием ИФ-6 наблюдалось значительное уменьшение опухоли [13].

Современные исследователи публикуют все больше данных о положительном действии флаво-

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Kaprelyants, L.V. Bioactive compounds and dietary fibers in new developed cereal products [Текст] / Kaprelyants L.V., Voloshenko O.S., Zhurlova E.D. // Зернові продукти і комбікорми. – 2012. – №3. – С. 17-21.
- Капрельянц, Л.В. Биологически активные фитовещества зерновых [Текст] / Капрельянц Л.В. // Зернові продукти і комбікорми. – 2010. – №2. – С. 13-15.
- Damien P Belobrajdic. The potential role of phytochemicals in wholegrain cereals for the prevention of type-2 diabetes [Текст] / Damien P Belobrajdic, Anthony R Bird // Nutrition Journal. – 2013. – vol. 12. – P. 1-12.
- Dykes, L. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits [Текст] / Dykes L., Rooney L.W. // Cereal Food World. – 2007. – P. 105-111.
- Anvar U. Extraction and purification of ferulic acid from flax shives, wheat and corn bran by alkaline hydrolysis and pressurised solvents [Текст] / Anvar U. Buranov, G. Mazza // Food Chemistry. – 2009. – vol. 115. – P. 1542-1548.
- Keith R Martin Polyphenols as dietary supplements: a double-edged sword [Текст] / Keith R Martin, Christy L Appel // Nutrition and Dietary Supplements. – 2010. – №2. – P. 1-12.
- J. S. Shelembe Phenolic compounds in aqueous extracts of marama bean [Tylosema esculentum (Burchell) A. Schreiber] seed coat, sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) bran and their bioactive properties [Текст] // Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree PhD Food Science. – 2012. – P. 162.
- Adam A., Crespy V., Levrat-Verny M., Leenhardt F., Leuillet M., Demigne C., and Remesy C. The bioavailability of ferulic acid is governed primarily by the food matrix rather than its metabolism in intestine and liver in rats [Текст] / Adam A. // J. Nutr. – 2002. – vol. 132, № 7. – P. 1962-1968.
- Catherine A. Rice-Evans, Nicholas J. Miller, and Goerge Paganga Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids / Catherine A. Rice-Evans // Free Radical Biology & Medicine. – 1996. – vol. 20, № 7. – P. 933-956.
- Liangly Yu Wheat antioxidants [Текст] / Canada: Wiley, John & Sons, Inc., 2008. – P. 276.
- Phytochemicals – a global perspective of their role in nutrition and health [Текст] / Venkateshwer Rao // Croatia: In Tech. – 2012. – P. 538.
- Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications [Текст] / Andersen Q.M., Markham K.R. // USA: Taylor & Francis Group. – 2006. – P. 1197.
- Nyanke van der Bij Bioactive compounds in grain [Текст] / Nyanke van der Bij, Judith de Lange // Report of the graduate assignment for the study Nutrition and Dietetic at the Hanze Hogeschool Groningen by order of the department of Medical Biomics at the University Medical Center Groningen (UMCG). – 2008. – P. 97.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 641.56:641.13

ТЕЛЕЖЕНКО Л.М., д-р техн. наук, професор, КАШКАНО М.А., аспірант
Одеська національна академія харчових технологій

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ПОЛІКОМПОНЕНТНИХ КРУП'ЯНИХ ЗАПІКАНОК ДЛЯ СНІДАНКУ

Розроблено рецептури кулінарних виробів з каш, які на відміну від існуючих аналогів мають збалансований склад та покращені споживчі властивості. Обґрунтовані послідовність і тривалість технологічних операцій та наведено технології приготування полікомпонентних круп'яних запіканок. Проведена комплексна оцінка якості кулінарних виробів, рекомендованих на сніданок, підтверджує доцільність впровадження запропонованих технологій у виробництво.

Ключові слова: круп'яні запіканки, сніданок, секреція інсуліну, вуглеводний голод, збалансований склад продукту, функція бажаності Харрінгтона, комплексна оцінка якості.

The recipes of food products from cereals, which unlike current analogues have a balanced composition and improved properties, are developed. The sequence and duration of process operations are substantiated. The technologies of preparing polycarbonate cereal casseroles are given. The comprehensive quality assessment of quality of food products recommended for breakfast justifies the implementation of the proposed technology in production.

Keywords: cereal casseroles, breakfast, insulin secretion, carbohydrate starvation, balanced product composition, Harrington desirability function, comprehensive quality assessment.

ноидов на различные биологические пути развития онкопроцессов (активация канцерогенеза, клеточной сигнализации, регуляции клеточного цикла, ангиогенеза, окислительного стресса, воспаления). К сожалению, количество эпидемиологических исследований невелико и, большая часть, представлена эффективностью снижения риска онкологических заболеваний при употреблении пищи богатой полифенолами.

дарства, були внесені відповідні рекомендації щодо споживання сніданків [5], які є невід'ємною складовою правильно організованого харчування.

Для того, щоб людина отримувала максимальну користь від харчування, воно має бути збалансованим. Дана аксіома здорового способу життя важлива і при приготуванні сніданку. Особливе значення має якісна сторона ранкового прийому їжі. Згідно підрахунків дієтологів повноцінний сніданок повинен складати 25...30 % від щоденного раціону. З точки зору фізіології після пробудження людина має потребу в надходженні поживних речовин, що дають організму енергію для активної життєдіяльності. Отже, важливо, щоб сніданок відновлював запаси поживних речовин, які були використані вночі для відновлення клітин та тканин. Сніданок повинен активізувати організм на спалювання калорій, що сприяє контролю ваги. При такому режимі харчування апетит знаходиться під контролем, організм використовує власні запаси жиру для отримання енергії. Вимогам легкої засвоєваності і швидкого поповнення організму поживними речовинами відповідають продукти переважно з вуглеводним складом. Але необхідно пам'ятати про необхідність споживання білків та вуглеводів за один прийом їжі та їхнє оптимальне співвідношення, які обґрунтовані з фізіологічної точки зору. Так, відомо, що під дією білка процес розщеплення вуглеводів уповільнюється, насичення крові цукром стає більш повільним та рівномірним.

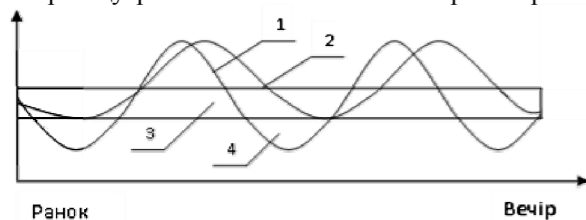


Рис. 1. Метаболічні процеси в організмі при споживанні простих вуглеводів: 1 – рівень цукру; 2 – рівень інсуліну; 3 – нормальний рівень цукру в крові; 4 – відчуття голоду

Відмова від сніданку приводить до зниження рівня цукру нижче норми, виникнення вуглеводного голоду та бажання перекусити (звичай простими вуглеводами), щоб швидко відновити енергію. В свою чергу, споживання на сніданок продуктів, багатих простими вуглеводами, викликає миттєве підвищення рівню цукру в крові, в результаті чого бета-клітинами підшлункової залози в значній кількості виробляється інсулін. Даний гормон сприяє підвищенню проникності клітинних мембран для глюкози, що посилює її утилізацію, активує ферменти, які беруть участь у перетворенні глюкози в глікоген в клітинах печінки і в м'язах, та при необхідності знижує рівень глюкози в крові шляхом пригнічення активності ферментів, що забезпечують глюконеогенез. В результаті падіння рівню цукру нижче норми настає відчуття вуглеводного голоду. Такий ненормальний для організму

цикл (рис. 1) повторюється ще два-три рази за день та є однією з основних причин виникнення цукрового діабету, підвищеного тиску та ожиріння [6].

Процес міграції поживних речовин з крові в клітини, за який відповідає інсулін, має життєво важливе значення з двох причин. По-перше, при цьому клітини отримують енергію та будівельні матеріали, необхідні для їх життєдіяльності та оновлення, а рівень цукру в крові підтримується в збалансованому стані. Це захищає мозок від небезпечних для нього перепадів концентрації цукру. По-друге, інсулін повідомляє печінці про надходження в організм надлишкової кількості цукру, і печінка починає перетворювати зайвий цукор в жир. Правильний сніданок підтримує рівень цукру та інсуліну в крові в межах норми, запобігає вуглеводному голоду та вуглеводній залежності на протязі доби, забезпечуючи організм всіма необхідними нутрієнтами.

Таблиця 1

Інгредієнти	Масова частка в рецептурі, %	
	Запіванка «Золотиста»	Запіванка «Зерниста»
Пшоно	28,0	-
Гречана крупа	19,7	-
Рисова крупа	12,0	-
Перлова крупа	-	27,5
Пшенична крупа	-	22,7
Кукурудзяна крупа	-	8,0
Яйце сире	27,0	28,0
Імбир	5,0	-
Масло вершкове	4,0	3,5
Куркума	1,0	-
Кедровий горіх	-	6,0
Цукор	3,0	4,0
Ванільний цукор	0,3	0,3

Основою здорового харчування є продукти, які сприяють нормальному функціонуванню органів та систем організму. Недарма в раціоні людини традиційно найбільший сегмент займають зернові продукти, до яких людський організм і травна система адаптовані генетично. Таким чином, продукти на зерновій основі, що є джерелом основних нутрієнтів, в тому числі білків, складних вуглеводів, клітковини, вітамінів групи В та мінеральних речовин, є важливою складовою раціону і правильного сніданку, зокрема. В той же час рослинні білки зернових та продуктів їхньої переробки незбалансовані за складом, у зв'язку з чим монокомпонентні страви з них мають невисокі споживчі властивості.

Проблема підвищення біологічної цінності кулінарних виробів з круп та досягнення збалансованості хімічного складу є актуальною, а її вирішення сприятиме розширенню асортименту круп'яних виробів та впровадженню розроблених технологій.

Об'єктом досліджень були круп'яні запіванки. Завдання щодо розширення асортименту даних кулінарних виробів в технології харчування включало зміну круп'яної основи і додаткових смакових

компонентів, корегування харчової цінності та підвищення споживчих властивостей круп'яних запіванок, що було вирішено за допомогою моделювання рецептур. Розробку рецептур полікомпонентних запіванок здійснювали шляхом комп'ютерного проектування [7]. Основним завданням, вираженим у вигляді цільової функції, було отримання рецептур із збалансованим нутрієнтним складом. Підвищення біологічної цінності продукту за рахунок корекції амінокислотного складу враховувалося у вигляді обмежень в надбудові Excel «Пошук рішення».

В результаті проектування було отримано ряд рецептур, дві з яких наведено в таблиці 1. Набір круп в розроблених рецептурах запіванок розширений до трьох видів. З метою отримання виробів з виразною структурою було запропоновано включення до складу продукту перлової крупи, що містить значну кількість розчинної клітковини (β-глюканів), та зберігає форму зерен при тривалому варінні. Введення додаткових специфічних компонентів сприяло поліпшенню органолептичних властивостей і збільшенню вмісту біологічно активних речовин.

У розроблених рецептурних композиціях масова частка цукру, що вводиться в страву зменшена в 2,5...3,3 рази порівняно з аналогом (запіванка «Пшенична»). Зменшення вмісту цукру в страві, яка є джерелом складних вуглеводів з низьким глікемічним індексом, забезпечує незначний підйом рівню цукру та інсуліну в крові та тривале відчуття ситості в результаті споживання запіванки на сніданок. Маргарин, як джерело транс-жирів, замінений на масло вершкове. Введені специфічні компоненти, такі як імбир, куркума і кедрові горіхи. Вміст білка курячих яєць збільшено в 2,7...2,8 рази [8].

Враховуючи те, що різні види круп неоднаково швидко набухають та розварюються, тривалість їхньої гідротермічної обробки визначали шляхом встановлення зміни твердості в процесі варіння. Доведення продукту до готовності відповідало часу, при якому значення твердості крупи було в діапазоні 0...5 °Ф. Отримані дані дозволили встановити послідовність технологічних операцій при приготуванні запіванок, що відображено у вигляді діаграми Ганта на прикладі приготування запіванки «Зерниста» (рис. 2). Розроблена технологія приготування запіванок передбачає наступні операції: варіння в'язких каш з передбачених рецептурою

круп (T = 96...98 °C, τ₁ = 50 хв для запіванки «Зерниста», τ₂ = 25 хв для запіванки «Золотиста»), подальше уведення додаткових інгредієнтів та запівання (T = 180...190 °C, τ₁ = 30 хв, τ₂ = 20 хв). Згідно з наведеною діаграмою тривалість приготування запіванки «Зернистої» складає 91 хвилину, що несуттєво відрізняється від традиційної технології (довше на 20 хвилин). Технологічний процес приготування запіванки «Золотиста» потребує меншої тривалості (63 хвилини), за рахунок наявності у рецептурному складі круп, які швидше доходять до кулінарної готовності.

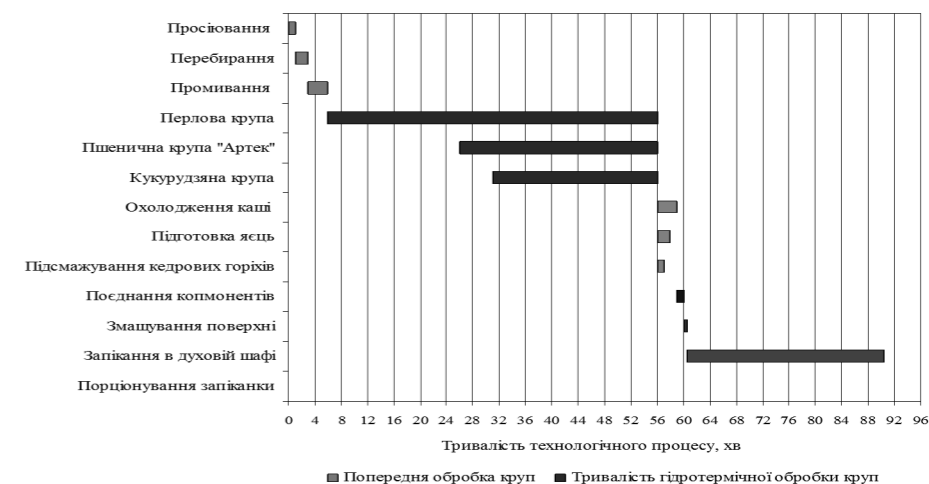


Рис. 2. Технологічний процес приготування запіванки «Зерниста» за діаграмою Ганта

Необхідно відмітити, що окрім досягнення збалансованості за основними нутрієнтами, виготовлені запіванки мають високі органолептичні показники. Неоднорідна за розмірами крупінчаста текстура запіванки «Зерниста» зумовлена наявністю в рецептурі перлової крупи, що зберігає форму зерен після тривалої гідротермічної обробки. Уведення незначної кількості (6 %) обсмаженого кедрового горіха до рецептури запіванки надає специфічного аромату і повноти смаку. Незначна масова частка ваніліну (0,3 %) сприяє утворенню витонченого аромату, зберігаючи аромат природної сировини, трансформований під впливом кулінарної обробки. Запіванка «Зерниста» має абсолютно збалансований склад завдяки оптимальному підбору інгредієнтів та введенню в рецептуру додаткового джерела жирів – кедрових горіхів. Включення до рецептури запіванки «Золотиста» пшоно та цукатів з імбиру надає готовому виробу жовтувато-золотистого кольору, додавання куркуми, як джерела фосфору, заліза, йоду, вітамінів С, В₂, В₃ та К, – підвищення біологічної цінності.

Оскільки розробка рецептур запіванок була проведена з використанням комп'ютерної техніки, необхідною умовою їх впровадження у виробництво була оцінка органолептичних, ряду фізико-хімічних показників та безпеки, що формують

якість кулінарної продукції. Для отримання комплексної оцінки якості розроблених запіканок, яка узагальнює всі показники досліджуваних кулінарних виробів, було використано мультиплікативний тип адитивної моделі комплексної оцінки, виражений у вигляді середньозважених арифметичних величин. Основна перевага представленої моделі полягає у відображенні внутрішнього взаємозв'язку одиничних і комплексних показників:

$$K_o = \sum_{i=1}^n M_i \cdot K_i \quad (1)$$

де K_o – узагальнений показник якості;

M_i – коефіцієнт вагомості i -го показника якості;

K_i – відносний показник якості.

Для знаходження відносного критерію якості використовували функцію бажаності Харрінгтона, яка дозволяє перетворити фактор моделювання в безрозмірну величину, що виступає показником відповідності його значення еталону [9]. Використання шкали бажаності Харрінгтона, вираженої в безрозмірних одиницях (від 0 до 1), дало змогу оцінити показники якості з використанням різних параметрів і діапазонів значень (рис. 3).

Використана методика дозволила оцінити вплив основних показників якості полікомпонентних запіканок на формування комплексного показника готових виробів. Для розроблених виробів комплексний показник якості перевищує аналог на 15...22%. Покращилися харчова (на 22% і 16% для рецептур запіканок «Золотиста» і «Зерниста» відповідно) і біологічна цінність (в середньому на 16%) продукту. Так, вміст білків в розроблених виробках ближче до фізіологічної норми на 33...50% в порівнянні з існуючою рецептурою. Енергетична цінність запіканок «Зерниста» та «Золотиста» складає 293,1 ккал та 325,7 ккал відповідно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Timlin, M.T. Breakfast frequency and quality in the etiology of adult obesity and chronic diseases [Text] / M.T. Timlin, M.A. Pereira // Nutrition Research Reviews. – 2007. – Vol. 65 (Pt.1) – P. 268-281.
2. Kochar, J. Breakfast cereals and risk of type 2 diabetes in the Physicians' Health Study I [Text] / J. Kochar, L. Djoussé, J.M. Gaziano // Obesity (Silver Spring). – 2007. – Vol. 15. – P. 3039-3044.
3. Timlin, M.T. Breakfast eating and weight change in a 5-year prospective analysis of adolescents: Project EAT (Eating Among Teens) [Text] / M.T. Timlin, M.A. Pereira, M. Story, D. Neumark-Sztainer // Pediatrics. – 2008. – Vol. 121 (3). – P. 638-645.
4. Benton, D. Breakfast, blood glucose and memory [Text] / D. Benton, J. Sargent // Biological Psychology. – 1992. – Vol. 33. – P. 207-210.
5. U.S. Department of Agriculture; U.S. Department of Health and Human Services [Text] // Dietary Guidelines for Americans. – 2011. – 7th Ed. Washington D.C., U.S. Government Printing Office.
6. Insulin Resistance: insulin action and its disturbances in disease [Text] / Kumar S., O'Rahilly S. (ed.). – Wiley. com, 2005. – 598 p.
7. Тележенко, Л.М. До питання розробки композиції каш функціонального призначення [Текст] / Л.М. Тележенко, Н.А. Кушнір, М.А. Кашкано // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2013. – № 1 (17). – С. 10-17.
8. Здобнов, А.И. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / А. И. Здобнов, В. А. Цыганенко. – К.: А.С.К., 2002. – 656 с.
9. Топольник, В.Г. Квалиметрия в ресторанном хозяйстве: моногр. / В.Г. Топольник, А.С. Ратушный. – Донецк: ДонНУЭТ, 2008. – 243 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

но. При цьому, виготовлені запіканки за рахунок підбору сировини є продуктами з середнім (40...69) глікемічним індексом.

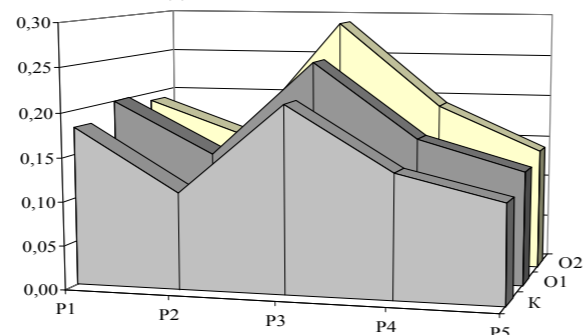


Рис. 3. Мультиплікативна модель відносних функцій бажаності основних показників якості запіканок: К – запіканка «Пшенична» (контроль), $K_0 = 0,75$; O_1 – запіканка «Зерниста», $K_0 = 0,88$; O_2 – запіканка «Золотиста», $K_0 = 0,96$. P_1 – органолептичні показники, P_2 – фізико-хімічні показники, P_3 – показники харчової цінності, P_4 – показники біологічної цінності, P_5 – показник безпеки

Таким чином, рекомендація розроблених полікомпонентних круп'яних запіканок для споживання на сніданок обґрунтована високими показниками якості, властивими даним кулінарним виробам. Запіканки, приготовлені за наведеною технологією та математично змодельованими рецептурами, характеризуються збалансованістю за основними нутрієнтами, підвищеними харчовою і біологічною цінностями, що підтверджують комплексні показники якості. Споживання таких продуктів зранку сприятиме нормальному протіканню метаболічних циклів організму та запобігатиме розвитку ряду аліментарних захворювань, в тому числі пов'язаних з порушеною секрецією інсуліну в організмі.

УДК 577.114.4:663.126

ЧЕРНО Н.К., д-р техн. наук, профессор, СТАНКЕВИЧ Г.Н., д-р техн. наук, профессор, ШАПКИНА К.И., аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БЕТА-ГЛЮКАНА КЛЕТОЧНЫХ СТЕНОК ДРОЖЖЕЙ *Saccharomyces cerevisiae*

Установлены оптимальные режимы дезинтеграции клеточных оболочек дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* раствором пероксида водорода. Разработана и обоснована технология получения структурного глюкана дрожжей.

Ключевые слова: структурный полисахарид, дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, математическое планирование многофакторного эксперимента.

The optimal modes of cell walls disintegration of yeast *Saccharomyces cerevisiae* by hydrogen peroxide solution were found. The technology of obtaining the yeast structural glucan was developed and substantiated.

Keywords: structural polysaharidami, yeast *Saccharomyces cerevisiae*, mathematical plans of multivariable experiment.

В настоящее время возрос интерес к β -глюканам как соединениям с широким спектром физиологических эффектов. Они являются веществами, которые обладают иммуномодулирующими, противоопухолевыми, радиопротекторными, антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, проявляют способность к снижению уровня холестерина и глюкозы в крови [1].

Анализ и обобщение фармакодинамических эффектов β -глюкана позволяют рассматривать его в качестве средства профилактики и лечения бактериальных, вирусных, грибковых, паразитарных инфекций, а также применять при аллергических и сердечно-сосудистых заболеваниях [2].

Одним из перспективных источников получения β -глюкана являются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Медико-биологическими исследованиями было показано, что биологическая активность глюкана дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* значительно выше активности глюканов другого происхождения, что связано с особенностью структуры полисахарида [3].

В дрожжах β -глюкан выполняет функцию структурного полисахарида, который локализован в клеточной оболочке и прочно связан с маннопротеиновым комплексом [4]. Получение глюкана удовлетворительной степени чистоты является сложной задачей. Основная проблема заключается в удалении сопутствующих ему биполимеров — маннана и белка в виде прочно связанного маннопротеинового комплекса.

Известные способы получения структурного β -глюкана дрожжей имеют ряд недостатков, среди которых наиболее значимыми являются трудоемкость и энергоемкость производства, либо недостаточная степень очистки получаемого полисахарида. Кроме того, производство препаратов дрожжевых глюканов в Украине отсутствует, потребность в диетических добавках и функциональных продуктах с включением β -глюканов удовлетворяется за

счет импорта, что определяет актуальность разработки отечественных технологий β -глюкана дрожжей.

Нами предложен новый, более простой способ получения структурного β -глюкана дрожжей, который заключается в обработке дрожжей пероксидом водорода массовой долей 3...24% с последующей экстракцией сопутствующих глюкану веществ растворами щелочей и кислот [5].

Цель настоящего исследования — определение оптимальных режимов дезинтеграции клеточных оболочек дрожжей пероксидом водорода и разработка с учетом полученных результатов технологии производства структурного глюкана *Saccharomyces cerevisiae*.

Для определения оптимальных условий дезинтеграции клеточных оболочек дрожжей раствором пероксида водорода, необходимо определить влияние концентрации раствора H_2O_2 ($C_{H_2O_2}$), отношение твердой и жидкой фаз (гидромодуль GM) и длительности процесса (τ) на выходные параметры — содержание белковых веществ в полученном препарате (y_1) и выход полисахарида (y_2), которые были приняты в качестве критериев оптимальности.

С целью сокращения количества опытов и получения достоверных данных о закономерности процесса дезинтеграции целесообразно использовать методы математического планирования многофакторных экспериментов. Для этого был реализован план полного трехфакторного эксперимента ПФЭ- 2^3 .

Исходя из необходимости получения продукта, пригодного для введения в пищевые системы, и опираясь на известную из литературных источников информацию, а также с учетом результатов наших предыдущих исследований, были выбраны уровни и интервалы варьирования факторов, влияющих на содержание белковых веществ и выход конечного продукта. Процесс дезинтеграции проводили при температуре окружающей среды 18...20 °C, исходя не только из сохранения нативной структуры белка, но с целью экономии энергозатрат, то есть без нагревания.

Опыты проводили в трех параллелях. Однородность результатов опытов оценивали по критерию Кохрена. Чтобы исключить влияние систематических ошибок, вызванных внешними условиями, и уменьшить случайные ошибки, опыты были рандомизированы [6].

Матрица плана экспериментов и полученные результаты процесса разрушения клеточных оболочек дрожжей (усредненные опытные \bar{y}_1 и \bar{y}_2 , а также расчетные \hat{y}_1 и \hat{y}_2) приведены в таблице. В этой же таблице приведены относительные ошибки

между параллельными опытами ($\delta_{\bar{y}_1}$ и $\delta_{\bar{y}_2}$) и между опытными и расчетными значениями выходных параметров ($\delta_{\hat{y}_1}$ и $\delta_{\hat{y}_2}$).

Таблица

Матрица плана экспериментов и результаты зависимости содержания белка (y_1) и выхода полисахарида (y_2) при разных условиях процесса разрушения клеточных оболочек дрожжей

№ п/п	Условия опытов в размерности						Результаты опытов, %				Относительные ошибки, %			
	натуральной			кодированной			белок		полисахариды		белок		полисахариды	
	$C_{H_2O_2}$, %	GM	τ , мин	x_1	x_2	x_3	эксп. \bar{y}_1	расч. \hat{y}_1	эксп. \bar{y}_2	расч. \hat{y}_2	эксп. $\delta_{\bar{y}_1}$	расч. $\delta_{\hat{y}_1}$	эксп. $\delta_{\bar{y}_2}$	расч. $\delta_{\hat{y}_2}$
1	3	1	60	-1	-1	-1	17,5	17,54	16,3	16,1	4,14	0,43	2,15	1,38
2	24	1	60	1	-1	-1	7,50	7,43	12,2	12,4	2,67	1,00	4,56	1,71
3	3	2	60	-1	1	-1	14,03	13,96	14,2	14,4	4,35	0,53	2,16	1,59
4	24	2	60	1	1	-1	3,77	3,84	12,0	11,8	4,06	1,99	3,82	1,74
5	3	1	300	-1	-1	1	5,37	5,37	10,9	11,2	9,19	0,00	3,21	2,06
6	24	1	300	1	-1	1	0,60	0,60	8,9	8,7	16,67	0,00	3,37	2,34
7	3	2	300	-1	1	1	5,10	5,10	9,7	9,4	7,07	0,00	3,37	2,34
8	24	2	300	1	1	1	0,3	0,33	7,9	8,1	4,85	0,00	3,88	2,65

Используя метод наименьших квадратов, последовательный регрессионный анализ и программу PLAN [6], были получены следующие уравнения регрессии, описывающие зависимость содержания белковых веществ (y_1 , %) и выхода полисахарида (y_2 , %) от исследуемых факторов:

$$y_1 = 6,7708 - 3,7208 \cdot C_{H_2O_2} - 0,9625 \cdot GM - 3,920 \cdot \tau + 1,3375 \cdot C_{H_2O_2} \cdot \tau + 0,8291 \cdot GM \cdot \tau, \quad (1)$$

$$y_2 = 11,5083 - 1,2667 \cdot C_{H_2O_2} - 0,5833 \cdot GM - 2,1667 \cdot \tau + 0,2750 \cdot C_{H_2O_2} \cdot GM + 0,3083 \cdot C_{H_2O_2} \cdot \tau. \quad (2)$$

В первом уравнении коэффициент $b_{12} = -0,0375$ оказался статистически незначим, так как по модулю он меньше доверительного интервала $\varepsilon_{b_i} = 0,1788$ и, в связи с этим, был исключен из уравнения регрессии. Поскольку расчетное значение критерия Фишера меньше, чем критическое ($F = 5,06 < F_{кр} = 19,43$), то с 95 % надежностью можно утверждать, что полученное уравнение адекватно описывает экспериментальные данные.

Во втором уравнении коэффициент $b_{23} = 0,0083$ оказался статистически незначим, так как по модулю он меньше доверительного интервала $\varepsilon_{b_i} = 0,1708$ и, в связи с этим, был исключен из уравнения регрессии. Поскольку расчетное значение критерия Фишера меньше, чем критическое ($F = 3,62 < F_{кр} = 3,63$), то с 95 % надежностью можно утверждать, что полученное уравнение адекватно описывает экспериментальные данные.

Более наглядно влияние факторов на процесс дезинтеграции прослеживается на графически представленных изолиниях (рис. 1), построенных на основании уравнений (1) и (2).

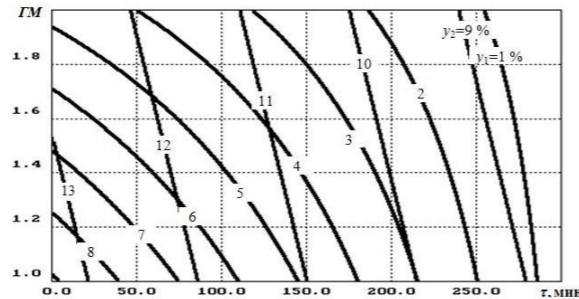


Рис. 1. Изолинии зависимости выхода белка (y_1) и полисахарида (y_2) от гидромодуля (GM) и продолжительности обработки (τ) при массовой доле H_2O_2 в растворе $C_{H_2O_2} = 24\%$

Следующей задачей исследований было определение условий, при которых содержание белковых веществ в конечном препарате составляло бы около 3,8 % [7], так как данная чистота полисахарида считается эталонной.

В результате анализа изолиний (рис. 1) и проведенных расчетов, были определены оптимальные значения, соответствующие содержанию белка 3,8 %, которые составляют $C_{H_2O_2} = 24\%$, $GM = 1,55$ и $\tau = 135$ мин. При этих условиях выход полисахарида составляет 10,96 % с. в. дрожжей.

Следует отметить, что в зависимости от поставленной цели при получении глюкана клеточных стенок дрожжей, варьируя концентрацию пероксида водорода, GM и продолжительность процесса можно получать серию полисахаридов, отличающихся выходом и содержанием сопутствующего белка.

Учитывая полученные оптимальные условия, которые позволяют получить продукт с заданной чистотой, технология получения структурного глюкана дрожжей представлена на рисунке 2.

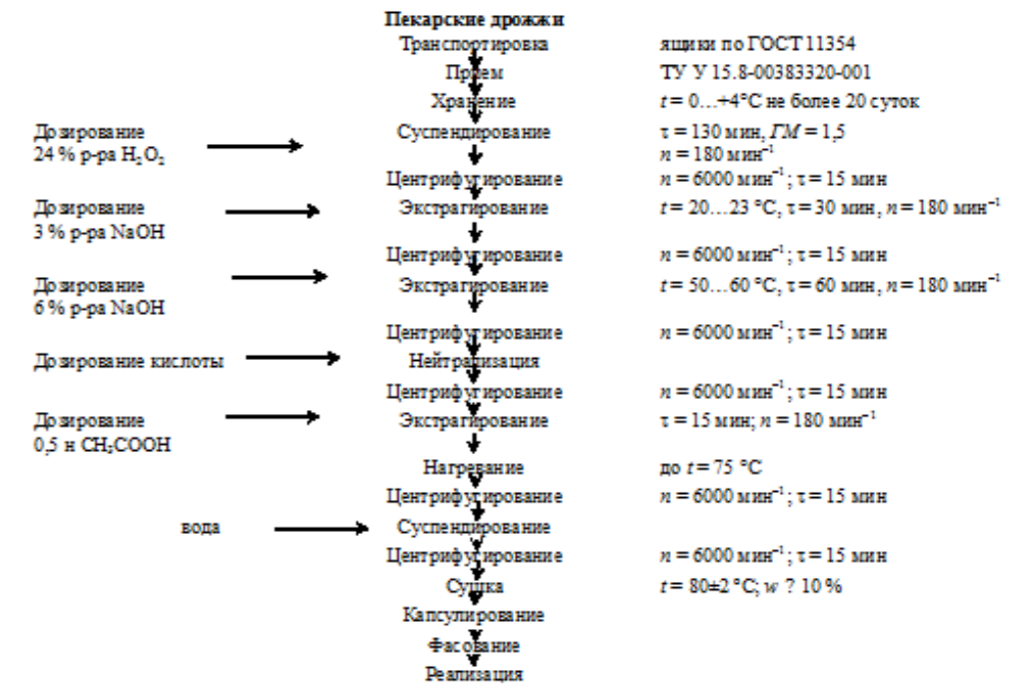


Рис. 2. Технологическая схема производства β -глюкана клеточных стенок дрожжей

Свежие прессованные пекарские дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) загружают в резервуар, используя элеватор «Гусиная шея», куда насосом подают раствор пероксида водорода концентрацией не менее 24 % ($GM = 1,5$) для разрушения клеточных оболочек дрожжей. Смесь перемешивают в течение 130 минут после чего перекачивают в центрифугу для отделения твердой фазы, которую затем погружают в резервуар, куда дозатором заливают 3 % раствор NaOH для экстрагирования веществ, сопутствующих глюкану. Их экстракцию проводят без нагревания ($20...23^\circ C$, $GM = 5$) в течение 30 минут с периодическим перемешиванием, затем смесь перекачивают в центрифугу.

Твердый остаток подают в резервуар, в который дозатором добавляют 6 %-ный раствор NaOH ($GM = 5$). Экстракцию ведут при температуре $50-60^\circ C$ в течение 60 минут с периодическим перемешиванием, центрифугированием отделяют твердую фазу от жидкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Vetvicka, V. Effects of marine b-1,3-glucan on immune reactions [Текст] / V. Vetvicka, J. C. Yvin, International Immunopharmacology – 2004, – 4, – 721–730 p.
- Chen, J. Medicinal importance of fungal β -(1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 6)-glucans // J. Chen, R. Seviour, Mycological research III – 2007, – 3, – 635–652 p.
- Vetvicka, V. Beta glucans: mechanisms of action [Текст] / V. Vetvicka, M. Novak, Science Publication – 2011 – 82 p.
- Zlatkovic, D. A glucan from active dry baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae*: A chemical and enzymatic investigation of the structure [Текст] / D. Zlatkovic, D. Jacovljevic, D. Zekovic, M.M. Vrvic J. Serb. Chem. Soc. 2003. – 68, (11) – 805-809 p.
- Черно, Н.К. Спосіб отримання бета-глюкану клітинних стінок дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* [Текст] / Н.К.Черно, О.В. Коваленко, К.І. Шапкіна // Прогресивні техніки та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х.: 2012. – Вип. 2(16). – С.321-326
- Математическое моделирование процессов пищевых производств: Сб. задач. Учеб. пособие [Текст] / Н. В. Остапчук, В. Д. Каминский, Г. Н. Станкевич, В. П. Чучуй; Под ред. Н. В. Остапчука. — К.: Вища шк., – 1992. – 175 с.
- Методы химии углеводов [Текст] / Под ред. Н. К. Кочеткова. – М.: Мир, 1967. – 125 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

БІЛЕНЬКА І.Р., канд. техн. наук, доцент, **БУЛАНША Н.А.,** асистент
Одеська національна академія харчових технологій

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ФЕРМЕНТОВАНИХ СОКІВ НА ОСНОВІ ТОПІНАМБУРА

В статті наведені основні технологічні операції, режими та параметри виробництва ферментованих соків на основі топінамбура, отриманих за допомогою молочнокислих бактерій *L. plantarum* АН 11/16, а також рецептури соків в асортименті.

Ключові слова: топінамбур, ферментація, соки, обробка СВЧ-струменями, молочнокислі бактерії *L. plantarum* АН 11/16.

In the article describes the basic technological operation modes and parameters of the production of fermented juices based artichoke obtained by lactic acid bacteria *L. plantarum* АН 11/16 and the formulation in the range of juices.

Keywords: artichoke, fermentation, juice, processing microwave beams, lactic acid bacteria *L. plantarum* АН 11/16.

Одним з важливих факторів, що визначають здоров'я населення є правильне харчування, незалежно від сезонності надходження сировини. На сьогоднішній день консервна промисловість України практично не виробляє ферментовану продукцію тривалого зберігання, за винятком обмеженого асортименту квашених овочів та фруктів. Разом з тим, ферментовані продукти володіють антиоксидантними, антиканцерогенними, пробіотичними властивостями та захищають людину від хвороб цивілізації.

Проблемною технологічною операцією при переробці топінамбура є очищення, тому з метою вирішення цього питання та зменшення відходів при виробництві ферментованих продуктів на основі топінамбура, було розглянуто декілька способів попередньої підготовки сировини та проведено мікробіологічний аналіз зразків для дослідження загальної забрудненості сировини. В якості контролю використовували зразок неочищених до миття бульб (таблиця 1).

Таблиця 1
Мікробіологічний аналіз поверхні бульб топінамбура
(n = 3, p ≥ 0,95)

Вид підготовки сировини	Загальна забрудненість сировини, КУО
Неочищений до миття	$2,15 \cdot 10^6$
Неочищений після миття	$1,6 \cdot 10^5$
Очищений після миття	$2 \cdot 10^4$
Неочищений після НВЧ-обробки за режимом: 100 Вт протягом 240 с	$2,8 \cdot 10^4$
180 Вт протягом 210 с	$2,5 \cdot 10^4$
300 Вт протягом 180 с	$2,2 \cdot 10^4$
450 Вт протягом 120 с	$1,7 \cdot 10^4$
600 Вт протягом 60 с	$6 \cdot 10^3$

Отримані дані показали, що найменш забрудненою була сировина без попереднього очищення з обробкою НВЧ-струменями. Показник загальної забрудненості неочищеної, обробленої НВЧ-струменями сировини за режимом 600 Вт протягом

60 с менший ніж для сировини неочищеної до миття у 358 разів, а за сировину очищену після миття менше в 3,3 рази. Саме цей режим і був обраний за оптимальний.

З метою підвищення поживної цінності та покращення органолептичних якостей продуктів, виготовлених на основі ферментованого топінамбура були розглянуті наступні комбінації компонентів:

- сік з ферментованого топінамбура з додаванням соків з моркви та селери (зразок 1);
- сік топінамбурово-томатний з додаванням соку селери (зразок 2);
- сік топінамбурово-морвяний з додаванням соку яблук та екстракту м'яти перцевої (зразок 3).

Отримані експериментальним шляхом співвідношення рецептурних компонентів перевіряли за допомогою уніформротабельного плану другого порядку. Оцінку якості отриманих соків проводили за наступними органолептичними показниками: зовнішній вигляд, колір, наявність м'якоті, аромат, смак та загальне враження. За результатами досліджень проведено розрахунки рецептурних співвідношень, які представлені у таблиці 2[1].

Таблиця 2
Оптимальний рецептурний склад розроблених продуктів
(n = 3, p ≥ 0,95)

Компоненти рецептури, %	Номери зразків		
	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Сік ферментованого топінамбура	56,61	68,54	65,89
Сік моркви	30,10	–	21,29
Сік селери	13,29	21,46	–
Сік томату	–	10,00	–
Сік яблук	–	–	12,32
Настоянка м'яти перцевої	–	–	0,50

Використовуючи отримані дані з обробки неочищених бульб топінамбура НВЧ-струменями, проведення їх ферментації за участю молочнокислих бактерій *L. plantarum* АН 11/16, були виготовлені купажовані соки («Вітамінна свіжість», топінамбурово-томатний з соком селери, топінамбурово-морвяний з соком яблук та екстрактом м'яти перцевої).

Грунтуючись на результати проведених досліджень, розроблено технологічні схеми виробництва купажованих соків (рис. 1) на основі ферментованого топінамбура.

При виготовленні купажованих соків на підготовчій стадії топінамбур замочують в обладнанні, яке забезпечене похилим пластинчастим конве-

ером зі скребками, де відмиті забруднення провалюються через отвори і осідають на днищі. За допомогою скребків бульби спрямовують до вивантажувального лотка, звідки вони потрапляють на миття, яке відбувається у двох послідовно встановлених мийних машинах: щіткового і барабанного типу. Миття здійснюється з метою видалення ме-

ханічних забруднень, мікроорганізмів з поверхні сировини.

Після миття бульби піддають інспекції та ополіскуванню, обробці НВЧ-струменями на протязі 60 с при потужності 600 Вт з метою попередження потемніння внаслідок окислювальних процесів та зниження мікробіоцинітичності.

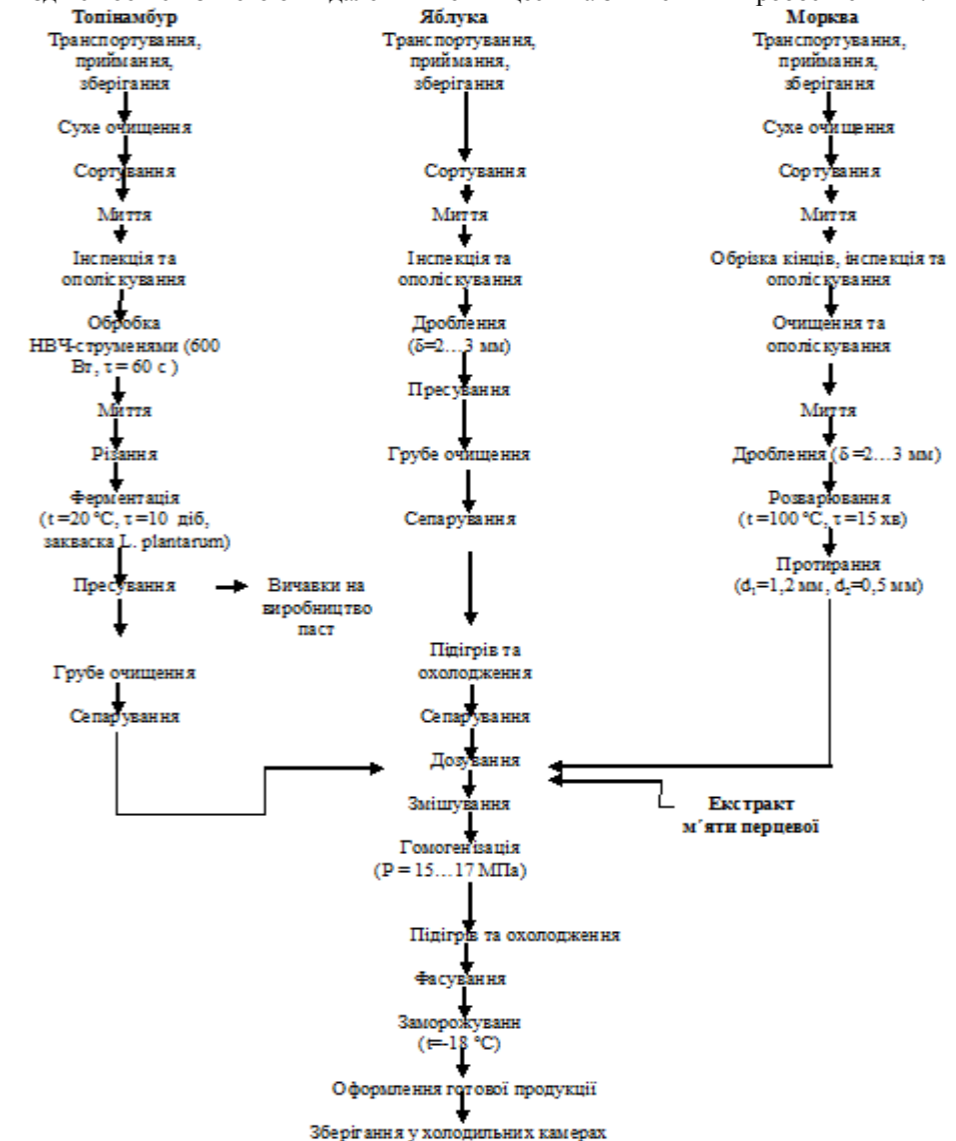


Рис. 1. Технологічна схема виробництва соку топінамбурово-морквяного з додаванням соку яблук та екстракту м'яти перцевої

Після НВЧ-обробки топінамбур ріжуть на лотки розміром 20...30 мм на різальній машині та заправляють закваскою на основі чистих культур *Lactobacillus plantarum* штам АН 11/16 в кількості 1 % від підготовленої маси топінамбура. Ферментацію проводять протягом 10 діб при температурі 20 °С в термостатній камері. Ферментований топінамбур подають на стрічковий прес для розділення на фракції: сік та вичавки. Рідку фракцію спрямовують на виробництво купажованих соків, а з вичавок отримують овочеві пасти.

Отриману рідку фракцію направляють на грубе очищення та сепарування. Після вказаних технологічних операцій ферментований сік дозують та змішують з іншими компонентами у співвідношенні згідно рецептурі. Змішування відбувається у реакторі МЗС-320. Для отримання однорідної консистенції суміш гомогенізують, використовуючи для цього гомогенізатори плунжерного типу. Тиск при гомогенізації 15...17 МПа.

Напівфабрикати підігрівають до температури 85...90 °С та охолоджують до температури 30...35 °С і направляють на фасування, яке проводять на фасува-

льному автоматі у попередньо підготовлену тару, яка пройшла санітарну обробку. В якості тари використовують полістирольні стаканчики місткістю 100 см³. Наповнені стаканчики герметично закупорюють фольгою та заморожують при температурі -18 °С в морозильній камері. Готовий продукт зберігають при аналогічній температурі.

Для виробництва соку топінамбурово-морквяного з додаванням соку яблук та екстракту м'яти перцевої передбачено виготовлення соку з моркви м'якоттю, соку з яблук неосвітленого та екстракту м'яти перцевої.

Сік з яблук неосвітлений отримують наступним чином: сировину сортують, миють в барабанній та вентиляторній мийних машинах, інспектують на стрічковому конвеєрі та подають на дроблення.

Сировину подрібнюють до розмірів часток 2...3 мм та направляють на пресування.

Пресування здійснюють на стрічковому пресі. Отриману рідку фазу направляють на грубе очищення та сепарування. Після чого сік підігривають в теплообміннику до температури 85...90 °С та охолоджують до температури 30...35 °С і направляють на сепарування. Отриманий сік дозують та змішують з іншими компонентами згідно розробленої рецептури.

Для виробництва соку топінамбурово-морквяного з додаванням соку яблук та екстракту м'яти перцевої передбачено виготовлення екстракту з м'яти.

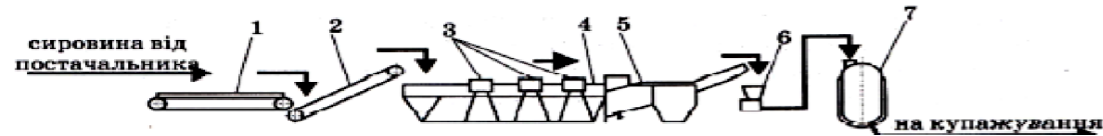


Рис. 2. Апаратурно-технологічна схема приготування водного екстракту м'яти перцевої: 1 - стрічковий інспекційний конвеєр; 2 - конвеєр подачі сировини; 3 - робочий стіл; 4 - конвеєр для інспекції; 5 - мийна машина; 6 - дробарка; 7 - апарат для приготування екстракту

При виробництві соку топінамбурово-морквяного з додаванням соку яблук та екстракту м'яти перцевої використовували свіжу сировину, екстракт готують наступним чином: сировину мили, подрібнювали, перенесли до пляшки з темного скла та заливали водно-спиртовою сумішшю. Масова концентрація спирту в суміші складає 40 %. Пляшки закупорювали та залишали у темному місці для екстрагування протягом 30 діб при температурі 18...20 °С. Після екстрагування розчин фільтрували та використовували при виготовленні купажованого соку на основі ферментованого топінамбура.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Станкевич, Г. М. Оптимізація рецептур соків та паст на основі ферментованого топінамбура [Текст] / Г.М. Станкевич, І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // Харч. наука і технологія. – 2011. – № 4(17). – С. 86-90.
2. Домарецький, В.А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини [Текст] / В.А. Домарецький, В.Л. Прибилий, М.Г. Михайлов. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 408 с.
3. Домарецький, В.А. Производство концентратов, экстрактов и безалкогольных напитков [Текст] / В.А. Домарецький. – К.: Урожай, 1990. – 248с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 637.147:613.292:665.3

МОГИЛЯНСЬКА Н.О., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій

РОСЛИННІ ОЛІЇ – КОМПОНЕНТ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У роботі доведено необхідність використання рослинних олій у функціональних молочних продуктах для харчування людей, хворих на цукровий діабет, та наведено основні етапи моделювання жирнокислотного складу молочно-жирових сумішей для їх виробництва.

Ключові слова: цукровий діабет, рослинні олії, жирнокислотний склад, молочно-жирова основа.

In work the necessity of use of vegetable oils is proved in the functional dairy products to supply people with diabetes and are the main stages of the simulation fatty acid composition of milk-fat mixtures to produce them.

Keywords: diabetes, vegetable oils, fatty acid composition of milk fat basis.

Харчуванню, поряд з лікарняною терапією, надається величезне значення у лікуванні та профілактиці ряду "захворювань цивілізації", таких як цукровий діабет, дисбактеріоз, серцево-судинні та інші захворювання.

В сучасному уявленні про здорове харчування особлива роль належить продуктам функціонального призначення, які мають бути досить поширеними і при постійному вживанні здійснювати позитивний вплив на організм людини та попереджувати виникнення багатьох захворювань. Молоко та молочні продукти, займаючи суттєву частку щоденного раціону українців, повинні не тільки постачати їх організм есенціальними речовинами (білками, жирами, вуглеводами, вітамінами, мікро- та макроелементами), а й забезпечувати його функціональними інгредієнтами [1-2].

Цукровим діабетом у світі хворіють понад 100 мільйонів чоловік. Кожні 10-15 років чисельність хворих збільшується вдвоє, а до 2030 р. ця цифра, за прогнозами, може сягнути 230-240 млн. чоловік [2-4].

Одним із основних методів лікування людей, хворих на цукровий діабет, є дотримання суворої дієти. Це, зокрема, стосується хворих на інсулінне-залежний діабет [3-4]. Тому розробка нових функціональних молочних продуктів для діабетичного харчування є важливим соціально-економічним завданням, актуальним на сучасному етапі.

Мета даної роботи – розробка рецептури молочно-жирової основи функціональних молочних продуктів спеціального призначення, склад якої відповідав би вимогам нутриціології до продуктів для харчування людей, хворих на цукровий діабет.

У роботі вирішувалися наступні задачі:

- вибір рослинних олій, які відповідали б вимогам нутриціології до продуктів діабетичного харчування;

- моделювання жирнокислотного складу молочно-жирової основи для діабетичних продуктів;

- надання рекомендацій щодо використання молочно-жирової основи у виробництві функціональних молочних продуктів діабетичного призначення.

До якісного складу жирів для продуктів діабетичного харчування існує ряд вимог, які базуються на сучасних уявленнях нутриціології [5, 6]:

- жир продуктів діабетичного призначення повинен проявляти гіпохолестеринемічну, гіполіпідемічну, антиатерогенну та тромболітичну дію;

- співвідношення насичених (НЖК), мононенасичених (МНЖК) та поліненасичених (ПНЖК) жирних кислот повинно становити 1,0 : 1,0 : 1,0.

Всі природні жири, в тому числі і молочний, не задовольняють усім цим вимогам, тому одним із завдань розробки молочно-жирової основи для виробництва продуктів діабетичного харчування є оцінка жирнокислотного складу сировини з метою наступного його корегування і забезпечення оптимального жирнокислотного складу готового продукту.

Молочний жир містить незначну кількість ПНЖК (особливо у осінньо-зимовий період), недостатню кількість МНЖК та надмірну кількість НЖК. Співвідношення між НЖК : МНЖК : ПНЖК у молочному жирі складає у середньому 0,63 : 0,32 : 0,06 [7]. Для наближення жирнокислотного складу молочного жиру до рекомендованого нормами нутриціології для продуктів спеціального призначення необхідно провести його нормалізацію рослинними оліями, які містять значну кількість ПНЖК і, крім того, не містять холестерину. Дефіцит ПНЖК в організмі може стати причиною онкологічних захворювань, атеросклерозу, передчасного старіння організму, виникнення алергічних і багатьох інших захворювань. ПНЖК нормалізують обмін холестерину, таким чином знижуючи ризик розвитку атеросклерозу і серцево-судинних захворювань, а також ефективні при лікуванні цукрового діабету [6]. Найбільш поширеними на споживчому ринку України є рафіновані та дезодоровані соняшникова, кукурудзяна та соєва олії. Як відомо [7], соняшникова олія не містить ліноленої кислоти, яка відноситься до сімейства ω-3 і володіє гіпохолестеринемічною, гіполіпідемічною, антиатерогенною, тромболітичною дією, а кукурудзяна олія містить лише 0,6 % цієї жирної кислоти, тому для корегування жирнокислотного складу молочних продуктів діабетичного харчування їх рекомендувати недоцільно.

Однак, використання лише соєвої олії для нормалізації жирнокислотного складу молочно-жирової основи не дасть можливості досягти бажаного співвідношення між НЖК : МНЖК, оскільки

ця олія містить незначну кількість МНЖК (19,8 %) [7]. Проведені клінічні дослідження впливу дієти, збагаченої МНЖК (переважно, за рахунок використання оливкової олії), на клініко-метаболічні показники хворих на цукровий діабет II типу свідчать про те, що всі хворі добре переносили дієту, будь-яких побічних явищ при її застосуванні не виникало. Незалежно від варіанту дієти, що застосовувалася, у всіх обстежених спостерігалася позитивна динаміка: зменшилися скарги на спрагу, слабкість, стомлюваність, головний біль, запаморочення, підвищилася фізична активність [5]. Значну кількість МНЖК містять оливкова та рапсова олії (66,9 та 70,0 % відповідно) [7], представлені на ринку України, але у виробництві діабетичних продуктів із наведених олій можливо використання лише оливкової олії, оскільки рапсова олія містить 33 % ерукової жирної кислоти, яка має кардіотоксичний ефект. Тому за жирові добавки у продукти діабетичного харчування вибрано соєву та оливкову олії.

Важливим компонентом всіх рослинних олій є β-ситостерин, який утворює нерозчинний комплекс із холестерином, запобігаючи таким чином випаданню останнього у кровоносних судинах та жовчних шляхах людини і сприяючи нормалізації холестеринового обміну [9]. Крім того, рослинні олії містять значну кількість жиророзчинних вітамінів (вітамін Е, β-каротин, токофероли), які є потужними біоантиоксидантами, необхідними у харчуванні людей, хворих на цукровий діабет [7].

Обидві рослинні олії містять лише вітамін Е (β-каротин у них практично відсутній), який проявляє в організмі людини протиракову дію, стимулює функцію серцевого м'язу, є стабілізатором біологічних мембран [9, 10] і для організму є дуже важливим [3].

Результати досліджень, проведених з метою вибору жирових компонентів для оптимізації жирнокислотного складу функціональних молочних

продуктів діабетичного призначення, доводять, що з точки зору підвищення харчової цінності та антиоксидантного статусу доцільним є використання комплексу на основі оливкової та соєвої олій.

Для проектування жирнокислотного модулю молочно-рослинних вершків використовували математичну модель професора М.М. Ліпатова [11]:

$$L_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^m \times \sum_{j=1}^n x_i \times L_i \times L_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_i \times L_i} \quad (1)$$

де L_j – масова частка j-их жирних кислот у жирі багатокомпонентних харчових продуктів;

X_i – масова частка i-го жировмісного компонента в проектованому харчовому продукті, частка одиниці;

L_i – масова частка жиру в i-ому компоненті, %;

L_{ij} – масова частка j-их жирних кислот у жирі L-го компоненту, %.

При проведенні математичного моделювання жирнокислотного модулю молочно-рослинної основи для виробництва функціональних продуктів діабетичного призначення вміст рослинних олій у основі варіювали від 10 до 50 % (з інтервалом в 10 %) від загальної масової частки жиру основи (масову частку жиру у молочних напоях діабетичного призначення прийнято 0,5 та 1,0 %, у сметані – 10,0 %, у кисломолочному сирі – 2,0 та 4,0 %, оскільки люди, які хворіють на цукровий діабет, як правило, страждають на серцево-судинні захворювання, тому продукти діабетичного призначення повинні бути нежирними або маложирними); співвідношення між оливковою та соєвою олією також варіювалося з інтервалом у 5 %. Результати математичного моделювання складу молочно-жирової основи для функціональних молочних продуктів діабетичного призначення для кожного з варіантів наведено в табл. 1–5.

Таблиця 1

Склад молочно-жирової основи із заміною 10 % молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій

Компонент	Вміст компоненту у молочно-жировій основі при співвідношенні жирів молочний : соєвий : оливковий				
	100:0:0	90:10:0	90:5:5	90:0:10	80:20:0
Жирні кислоти, % від суми ліпідів	95	95	95	95	95
НЖК, %	59,72	55,14	55,23	55,33	50,56
МНЖК, %	29,44	28,48	30,84	33,20	27,52
ПНЖК, %	5,83	11,38	8,92	6,46	16,92
НЖК : МНЖК : ПНЖК	0,63:0,32:0,06	4,9:2,5:1,0	6,2:3,5:1,0	8,6:5,1:1,0	3,0:1,6:1,0

Таблиця 2

Склад молочно-жирової основи із заміною 20 % молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій

Компонент	Вміст компоненту у молочно-жировій основі при співвідношенні жирів молочний : соєвий : оливковий					
	100:0:0	80:20:0	80:15:5	80:10:10	80:5:15	80:20:0
Жирні кислоти, % від суми ліпідів	95	95	95	95	95	95
НЖК, %	59,72	50,56	50,65	50,74	50,84	50,93
МНЖК, %	29,44	27,52	29,88	32,24	34,60	36,96
ПНЖК, %	5,83	16,92	14,46	12,00	9,55	7,09
НЖК : МНЖК : ПНЖК	0,63:0,32:0,06	3,0:1,6:1,0	3,5:2,07:1,0	4,2:2,7:1,0	5,3:3,6:1,0	7,18:5,2:1,0

Таблиця 3

Склад молочно-жирової основи із заміною 30 % молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій

Компонент	Вміст компоненту у молочно-жировій основі при співвідношенні жирів молочний : соєвий : оливковий			
	100:0:0	70:30:0	70:25:5	70:20:10
Жирні кислоти, % від суми ліпідів	95	95	95	95
НЖК, %	59,72	45,98	46,07	46,17
МНЖК, %	29,44	26,56	28,92	31,28
ПНЖК, %	5,83	22,46	20	17,55
НЖК : МНЖК : ПНЖК	0,63:0,32:0,06	2,05:1,2:1,0	2,3:1,45:1,0	2,6:1,8:1,0

Таблиця 3а

Склад молочно-жирової основи із заміною 30 % молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій

Компонент	Вміст компоненту у молочно-жировій основі при співвідношенні жирів молочний : соєвий : оливковий			
	70:15:15	70:10:20	70:5:25	70:0:30
Жирні кислоти, % від суми ліпідів	95	95	95	95
НЖК, %	46,26	46,35	46,45	46,54
МНЖК, %	33,64	36	38,36	40,72
ПНЖК, %	15,01	12,64	10,18	7,72
НЖК : МНЖК : ПНЖК	3,07:2,2:1,0	3,7:2,8:1,0	4,6:3,8:1,0	6,03:5,3:1,0

Таблиця 4

Склад молочно-жирової основи із заміною 40 % молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій

Компонент	Вміст компоненту у молочно-жировій основі при співвідношенні жирів молочний : соєвий : оливковий				
	100:0:0	60:40:0	60:35:5	60:30:10	60:25:15
Жирні кислоти, % від суми ліпідів	95	95	95	95	95
НЖК, %	59,72	41,4	41,5	41,6	41,7
МНЖК, %	29,44	25,6	28	30,33	32,7
ПНЖК, %	5,83	28	25,55	23,1	20,63
НЖК : МНЖК : ПНЖК	0,63:0,32:0,06	1,5:0,9:1,0	1,6:1,1:1,0	1,8:1,3:1,0	2,0:1,6:1,0

Таблиця 4а

Склад молочно-жирової основи із заміною 40 % молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій

Компонент	Вміст компоненту у молочно-жировій основі при співвідношенні жирів молочний : соєвий : оливковий				
	60:20:20	60:15:25	60:10:30	60:5:45	60:0:40
Жирні кислоти, % від суми ліпідів	95	95	95	95	95
НЖК, %	41,8	41,9	42	42,1	42,15
МНЖК, %	35,04	37,4	39,8	42,12	44,48
ПНЖК, %	18,18	15,72	13,26	10,81	8,35
НЖК : МНЖК : ПНЖК	2,3:1,9:1,0	2,7:2,4:1,0	3,2:3,0:1,0	3,9:3,9:1,0	5,0:5,3:1,0

Таблиця 5

Склад молочно-жирової основи із заміною 50 % молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій

Компонент	Вміст компоненту у молочно-жировій основі при співвідношенні жирів молочний : соєвий : оливковий					
	100:0:0	50:50:0	50:45:5	50:40:10	50:35:15	50:30:20
Жирні кислоти, % від суми ліпідів	95	95	95	95	95	95
НЖК, %	59,72	36,8	36,9	37	37,1	37,2
МНЖК, %	29,44	24,6	27	29,4	31,7	34,1
ПНЖК, %	5,83	33,6	31,1	28,6	26,2	23,7
НЖК : МНЖК : ПНЖК	0,63:0,32:0,06	1,1:0,7:1,0	1,2:0,9:1,0	1,3:1,0:1,0	1,4:1,2:1,0	1,6:1,4:1,0

Таблиця 5а

Склад молочно-жирової основи із заміною 50 % молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій

Компонент	Вміст компоненту у молочно-жировій основі при співвідношенні жирів молочний : соєвий : оливковий					
	50:25:25	50:20:30	50:15:35	50:10:40	50:5:45	50:0:50
Жирні кислоти, % від суми ліпідів	95	95	95	95	95	95
НЖК, %	37,3	37,4	37,5	37,6	37,7	37,8
МНЖК, %	36,4	38,8	41,1	43,5	45,9	48,2
ПНЖК, %	21,3	18,9	16,4	13,9	11,4	9
НЖК : МНЖК : ПНЖК	1,8:1,7:1,0	2,0:2,1:1,0	2,3:2,5:1,0	2,7:3,1:1,0	3,3:4,0:1,0	4,2:5,4:1,0

Як свідчать наведені дані, із зростанням масової частки суміші рослинних олій у молочно-жировій основі вміст насичених кислот зменшується, а важливих для організму МНЖК та ПНЖК – збільшується. Слід зазначити, що співвідношення між жирними кислотами суттєво залежить не лише від рівня заміни молочного жиру сумішшю рослинних олій, а й від співвідношення між вибраними оліями: при переважанні в суміші рослинних олій соєвої спостерігається різке підвищення ПНЖК, при переважанні оливкової – МНЖК.

Близьке до рекомендованого нормами нутриціології для продуктів діабетичного харчування співвідношення між жирними кислотами (1,0 : 1,0 : 1,0) у молочно-жировій основі спостерігається при 50 %-му рівні заміни молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій, співвідношення між якими повинно складати 1 : 4; при цьому співвідношення НЖК : МНЖК : ПНЖК складає 1,3 : 1,0 : 1,0.

50 %-на заміна молочного жиру сумішшю оливкової та соєвої олій покращує збалансованість жирнокислотного складу молочно-жирової основи та підвищує її антиатерогенні, ліпотропні та антисклеротичні властивості у порівнянні з молочною основою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Капельнянц, Л.В. Функціональні продукти [Текст]: монографія / Л.В. Капельнянц, К.Г. Іорганова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с. – ISBN 966-8099-83-4.
- Шулюк, В.В. Дослідження теплообмінних процесів отримання розчинного порошку з топінамбура: Дис... канд. техн. наук: 05.18.04. УДУХТ, Київ, 1998, - 240 с.
- Остроухова, Е.Н. Правильное питание при сахарном диабете [Текст]. – СПб.: «Издательство «ДИЛІЯ», 2004. – 160 с. – ISBN 5-88503-034-3
- Кило, Ч. Что такое диабет? Факты и рекомендации [Текст]: рук. разработчика: [пер. с англ.] / Ч. Кило, Дж. Уильямсон, Д. Ричмонд – М.: Мир, 1993. – С.18–20.
- Шарафетдинов, Х.Х. Влияние диеты, обогащенной мононенасыщенными жирными кислотами, на клинико-метаболические показатели у больных сахарным диабетом 2 типа [Текст] / Х.Х. Шарафетдинов, О.А. Плутникова, С.Н. Кулакова // Вопр. питания. – 2004. – №4. – С. 20–24.
- Исаев, В.А. Применение биологически активной добавки, содержащей полиненасыщенные жирные кислоты семейства ω-3, у больных сахарным диабетом 2 типа [Текст] / В.А. Исаев, В.М. Панченко, Л.В. Лютова // Вопр. питания. – 2004. – №1. – С. 16–19.
- Химический состав пищевых продуктов [Текст]. Книга 2 // Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
- Слейперс, Ю.Г. Верхние безопасные уровни потребления микронутриентов; узкие пределы безопасности [Текст] // Вопросы питания. – 2002. – №1. – С. 28–35.
- Хмельевский, Ю.В. Витамин Е – незаменимый антиоксидант; защита организма от болезней [Текст] / Ю.В. Хмельевский, Ю.А. Поскрипко, С.К. Олейник // Проблемы питания и здоровье. – 1997. – № 1. – С.10–12.
- Лобарева, Л.С. Витамины антиоксидантного действия и ревматические заболевания [Текст] / Л.С. Лобарева, Л.Н. Денисов, Е.О. Якушева // Вопр. питания. – 1995. – №4. – С.24–29.
- Липатов, Н.Н. Принципы проектирования состава и совершенствования технологии многокомпонентных мясных и молочных продуктов: Дис. ... докт. техн. наук: 05.18.04. – М., 1988. – 670 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

UDC 346.548:332.147

KHOLODOVA O.J., Ph. D., Assoc., Dnepropetrovsk University of Alfred Nobel, Dnepropetrovsk, Ukraine ARRANGEMENTS OF THE PROTECTION OF CONSUMER RIGHTS

It was quoted the analysis of the economic entities verification. And the structure of fines and penalties for the violations of Consumer Right Protection Law, which were detected in Donetsk region by the results of the verification, was analyzed. The main Purpose of the study is the substantiation of the necessity to reform the arrangements for the protection of consumers rights (the case of Donetsk region) and the improvement of certain legal controlling instruments for the protection of consumer rights in Ukraine.

Keywords: consumer rights protection, free-trade zone, enterprise, risks, business entity.

Наведено аналіз результатів щодо перевірки суб'єктів господарчої діяльності, проаналізовано структуру стягнення

розроблену молочно-рослинну основу автор рекомендує використовувати у рецептурах молочних функціональних продуктів діабетичного харчування, молочна основа яких складена із вторинної молочної сировини – знежиреного молока або суміші знежиреного молока та маслянки.

Висновки:

- на основі аналітичного аналізу складу рослинних олій на відповідність вимогам нутриціології до продуктів діабетичного призначення та стану споживчого ринку України за жирові добавки у молочні продукти для діабетиків вибрано соєву та оливкову олії;

- проведено моделювання жирнокислотного складу молочно-жирової основи, яка відповідає вимогам нутриціології до продуктів діабетичного призначення: молочно-жирова основа повинна включати молочний, соєвий та оливковий жири у співвідношенні 50 : 40 : 10.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямку є дослідження кінетичної стійкості розроблених молочно-жирових основ для виробництва функціональних молочних продуктів діабетичного харчування та встановлення оптимальних параметрів їх термомеханічної обробки.

штрафів та покарань за порушення законодавства про захист споживачів, які було виявлено в результаті перевірок. Удосконалено науково-методичний підхід до вивчення механізму забезпечення прав споживачів, який, на протипаву існуючим, дозволяє суттєво покращити захист прав споживачів в Україні.

Ключові слова: захист прав споживачів, зони вільної торгівлі, підприємства, ризики, господарюючий суб'єкт.

The Ukraine construction of socially-oriented economy brings to the fore the human figure as a citizen, because of his rights become the basic value in

society. In this regard, the question of customer rights protection, labour and service one acquires increased relevance. The particular relevance is acquired by the question of customer protection in the conclusion of Free Trade Agreement with the European Union (EU). A free trade zone involves not only an abolishment of trade custom tariffs but also an adjustment of the Ukrainian regulatory environment to the EU. The free trade zone, which provides easier import access of high quality goods from the EU to Ukraine, will create more competition to Ukrainian manufacturers and require on them to apply rigorous control checks.

Today's organizational and legal framework of the quality and food safety State regulation in Ukraine partly satisfies the interests of consumers. This fact is proved by the researches described in the article.

Recent Research Analysis. The arrangements for the protection of consumer rights and problems in this field became relevant more than one hundred years ago. The first researchers on the development of the domestic consumer movement were Tugan-Baranovski M.I. [1], Zieber M.I., Charles Gide [2], Gurzhiy I.O. [3], Vysochanskiy P. [4]. These issues remain relevant and are investigated nowadays. This is shown by the works of the domestic authors Ivanenko L.M. [5] and Dudla I.O. [6].

The Formulation of the Article's Purposes (Problem Statement). The main purpose of the study is the substantiation of the necessity to reform the arrangements for the protection of consumers rights (the case of Donetsk region) and the improvement of certain legal controlling instruments for the protection of consumer rights in Ukraine. To achieve the purpose, the following problems were stated: to analyze the problems state connected with the protection of consumer rights in Donetsk region; to identify the state of legal protection of consumer rights in Ukraine and the feasibility of further legal regulation mechanisms development in this area.

The Main Research Material. It is considered that the consumption level of goods and services is an indicator of the citizens' life quality which includes the total value of the goods and services (fee-based, subsidized and free) consumed by a population at the expense of labour income, property and business one, social transfers, etc. According to the terminology dictionary, the quality of life is a generalized social and economic category, which is a generalization of the term "living standards" and involves not only the consumption of goods and services but also the satisfaction of spiritual needs, health, life expectancy, human environment, staff morale and peace of mind.

The State must provide a guaranteed level of consumption by stimulating the production of goods, works execution and services provision; by the introduction, if necessary, of the normalized distribution of goods, when there is no guarantee for their free acquisition by each consumer, and the introduction of com-

pensatory payments, various forms of assistance and benefits for citizens.

The protection of consumer rights is performed by a specially authorized central body of Executive Power in the field of consumer rights protection and its territorial bodies, the Council of Ministers of the Autonomous Republic of Crimea, local government organizations, bodies and institutions which carry out the state sanitary inspections, other executive authorities, unites of local self-government, in accordance with the law, and courts.

The development of market relations in Ukraine at the beginning of the 90's led to the need to develop an effective mechanism for the protection of consumer rights and legitimate interests. The implementation of State consumer policy is impossible without the appropriate legal regulation. The legislative framework in the field of consumer protection has been established in Ukraine, and is constantly being refined. The legal and regulatory framework in Ukraine has more than 50 laws and regulations in the field of consumer rights protection, in particular, the Law of Ukraine On Consumer Rights Protection (now operates in accordance with the Decision of 01.12.2005), the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine from June 1, 1992 "On the establishment of State Committee For Consumer Rights Protection in Ukraine", as well as the Constitution of Ukraine, the Articles that guarantee the State has a duty to establish for manufacturers the certain requirements for goods quality and obligate them to give all citizens the information about the properties of the goods offered.

On the assumption of the constitutional provisions, one of the basic constitutional rights of the citizen, the implementation of which requires the establishment of guarantees, is the right of consumers to purchase the goods of proper quality. Thus, according to the Article 50 of the Constitution, everyone has the right to a safe environment for life and health and to the compensation of damages caused by a violation of this right. Everyone is guaranteed the right to free access to information on the state of the environment, food and customer goods quality and the right to spread it, because such information cannot be confidential [7].

Proceeding from the position that the Constitution proclaimed the right of citizens to a safe environment for life and health and information on the food and customer goods quality, the State, local self-government authorities must create procedural and institutional, social, economic and power-coercive guarantee to ensure this right. In their turn, all citizens and legal persons are obligated to observe established rules, which are required to guarantee the above-mentioned right.

In accordance with the powers described in the Regulation №225 and Article 26 of the Law № 1023, the State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy takes charge of the consum-

er protection statutory compliance. In particular, the Committee checks economic entities of trade, services, restaurant business concerning the products quality, compliance with the product safety requirements, trade and services rules as well as providing consumers with relevant, affordable, reliable and timely information about the products.

In Donetsk region the enforcement in the field of consumer protection is carried out by the territorial bodies of the State Committee of Ukraine for Technical Regulation and Consumer Policy. And their powers are defined in Regulation 217.

In 2012 the number of the inspected entities was 3296 in Donetsk region, and the violations of 3165 entities were detected, as demonstrated in Fig. 1.

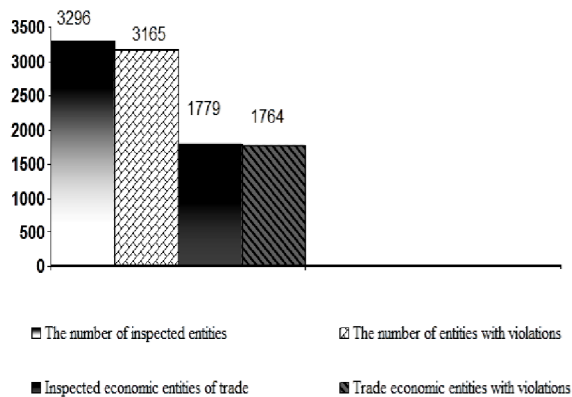


Fig. 1. The dynamic of number of inspected economic entities with violations in Donetsk region

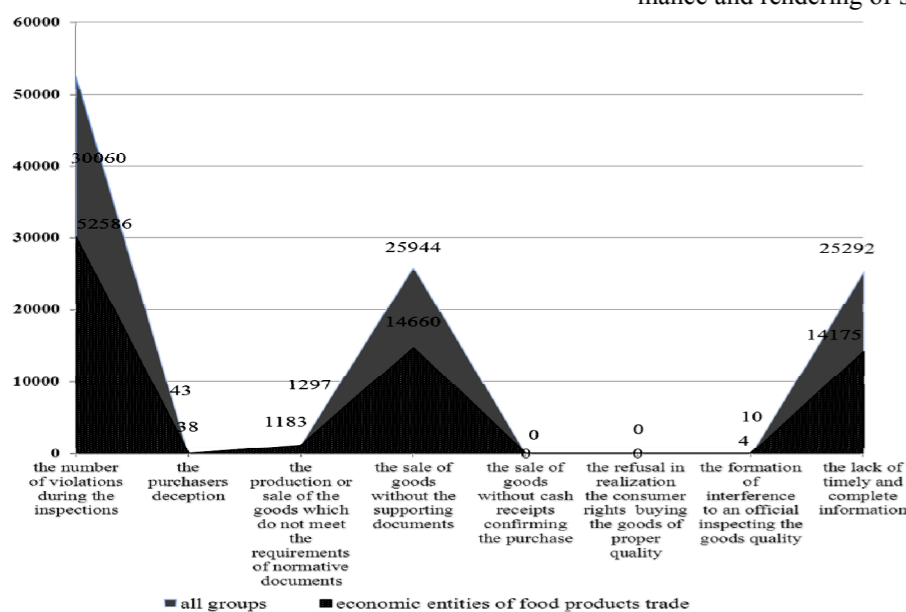


Fig. 2. The ratio of violations by economic entities identified in Donetsk region during the inspection

It was determined that not all the goods being sold by enterprises have the certificates confirming their safety for life and health of the consumer. It is about counterfeit goods and products with expired

shelf-life terms, a large number of which are sold through trading network without proper instructions. The observed situation on the market of food in Donetsk region creates a menace for the enforcement of the consumer rights and contributes to the emergence of consumer risks and consumption ones. In particular, among the 1779 inspected trade entities selling goods there were 1764 ones with violations.

The aim of the further analysis was to identify the types of violations during the inspections and their thorough analysis. Often, as a result of trade entities inspections, the sale of goods without proper documents was detected, as follows in 14660 such cases. It was not infrequent (in 14175 cases) that inspectors noted the lack of timely and complete information during the inspections. There were a large number (1183) of the cases of commodities production and goods sale that do not meet the requirements of the regulations. Also it was found 38 cases of cheating customers and 4 occasions when people interfered with an official performing their official duty. The analysis data is demonstrated in Fig. 2.

Economic entities of trade, catering and services in case of consumer protection law violation are responsible for: the refusal in realization the consumer rights set out in paragraph 1 of Article 14 and paragraph 3 of Article 15 of this Law; the production or sale of the goods, work performance, rendering of services which do not meet the requirements of normative documents and the realization of goods, work performance and rendering of services which are liable to the

certification process, but have no accordance certificates (adopting international standard product marking certificates). They are also responsible for: the production or sale of the goods, work performance, rendering of services which do not meet the requirements of normative documents concerning the safety of life, health, customers' property and environment; the realization of the goods, work performance and rendering of services which are banned for the production and realization by corresponding state body; the realization of dangerous goods (poisons, toxic chemicals, explosive and flammable materials) without proper warning labeling and information about the rules and terms of their safe use. In case of non-compliance with one or more of the above paragraphs, they are required to compensate the damage caused to a customer or his property in the

amount of 100 % of the value received for the realization of goods batch, and no less than 20 exception amounts in case of the economic entity is exempt from doing statutory income and expenditure recognition; the lack of sufficient, affordable, reliable and timely information about the goods, work, services; in the case when the economic entity interferes with an official authorized by Executive Body in the field of consumer protection and performing their official duty: inspecting the goods quality, performed works, provided services and trade rules, etc; in the case of the realization of goods and products with expired shelf-life terms. If there is a terms violation of the Agreement on the performance of work or service provision between the consumer and service provider, the compensation will be 100 % of the value of work or service. The same actions committed against a group of consumers.

The analysis of the structure of fines and penalties for violations of legislation on consumer rights protection, identified in Donetsk region during the inspections, showed: the total amount of fines for violations of legislation on consumer rights protection was about 535 thousand UAH, and 305,7 thousand UAH was the fines from economic entities of food products trade. About 107 improvement notices were given. The entities of food trade received 46 ones. And 36380 entities were forbidden to produce, load cargo and provide services, of which 20680 were engaged in trade of foods services. It was suspended the production, goods dispatch, commodity sale and service provision by 451 entities.

The data on the results of the inspections in Donetsk region indicate the seriousness of the situation at the regional consumer market. In the total number of indicated violations the sale of goods without the supporting documents and the lack of timely and complete information on the goods are more than a half of all inspections and are the biggest dangers because of their connection with the adulteration and insecurity of food products. And it gives rise to consumer risks and food consumption ones.

It should be noted that today the population remain priority issues, which are discussed at the State level. In particular, they are: the inadequacy of the market mechanism in the absence or distortion of the

information of goods and services; inflated prices and the availability of monopolist structures; the necessity to implement measures for more equitable distribution of income, reduction of living standards, provision of services in education, health care, accommodation, transport, and environmental protection. In the exercise of consumer rights protection, the State is focusing on creating and improving the regulatory framework, reforming the management system for the protection of consumer right. The State, when applying laws and regulations, seeks for the force sellers, entrepreneurs and manufacturers to offer the customers only quality goods.

It is hoped that the creation of free trade zone with the EU will improve significantly consumer rights protection in Ukraine. The rules, imposed by the agreement will solve the problems with non-transparent pricing, with the presence on the market of dangerous good and poor control over product quality. On the other hand the free trade zone will contribute to the gradual decline in the prices of some goods. The free trade zone with the EU provides potential benefits for Ukrainian business. In addition to access to the world's largest markets, it will provide better consumer protection and some improvements of domestic business climate. Such benefits will give a new impetus to the development of business in Ukraine. The agreement will also have a particular impact on daily lives of ordinary Ukrainians.

Conclusions. Thus, the protection of consumers as the main participants of market relations in modern conditions is priority. The primary mechanism for ensuring the protection of the consumer rights in the regional aspect can be considered as the effectiveness of the inspection on consumer rights protection.

The prospects for further research in this field are the improvement of the regulatory framework that covers all aspects of this problem. Also, it is necessary to encourage the development of public educational programs and information ones taking into account the cultural traditions of the population, to obligate the authorities to publish by media the results of comparative trials, which would contain general information about product features, traditions of consumption and goods production.

REFERENCES

1. Tugan-Baranovski M. Sotsial'nyia osnovy kooperatsii [Social Foundation of Cooperation]. Moscow, 1989. 262 p. (rus)
2. Charles Gide. Vlada spozhyvachiv / Charles Gide [Consumers Power / Charles Gide]. Kyiv, Publishing of the Dnieper Association of Consumer Union of Ukraine, 1919. 103 p. (ua)
3. Gurzhiy I.O. Ukraina v systemi Vserossiys'kogo rinku u 60 – 90 rokakh XIX st. [Ukraine in the Russian Market of the 60's – 90's in the XIX century]. Kyiv, 1968. 165 p. (ua)
4. Vysochanskiy P. Nacherk rozvytku Ukrain's'koi spozhyvchoi kooperatsii (diroyans'ka doba) / P. Vysochanskiy [An Outline of the Ukrainian Consumer Cooperatives development (pre-Soviet era) / P. Vysochanskiy]. Kyiv: Knyhospilka, 1925. 133 p. (ua)
5. Ivanenko L.M. Tsivilno-pravovi zasoby zakhystu prav spozhyvachiv (pokupitsiv) [Civil protective devices of the consumer (customer) rights protection] [text]: Monography/ L.M. Ivanenko. Kyiv, 1998. 169 p. (ua)
6. Dudla I.O. Zakhyst prav spozhyvachiv [The Protection of Consumer Rights]: Educative Manual. / I.O. Dudla. Kyiv: The Center of educative literature, 2007. 448 p. (ua)
7. The Constitution of Ukraine // The Supreme Rada statement. 1996. No. 30. p.141. (ua)

Отримано редакцією 11.2013 p.

DIMKA NESTOROVA, University of Food Technology, Plovdiv, Bulgaria
 ZADARKO EMILIAN, Rzeszow University, Physical Education Department, Poland
 EMILIA KARASLAVOVA, University "Paisii Helendarski", Plovdiv, Bulgaria
 TANYA KOLEVA, Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

PHYSICAL EDUCATION AND SPORT AS A PROMOTION TO A HEALTHY LIFESTYLE MONITORING OF STUDENTS' PHYSICAL EFFICIENCY (BEEP-TEST)

The aim of the study was to establish the state of physical efficiency of students as a part of health promoting. The standardized 20-m shuttle run test was used to determine the conditions of the students' cardio-respiratory system and its changes. The study was carried out among 415 non-athlete Bulgarian students (233 women and 192 men from UFT-Plovdiv, Bulgaria) with 758 observations and the results were compared with the results of 4355 Polish, Slovakian and Romanian students. In 2004, Bulgaria was stated as the country with the lowest level of physical efficiency and the highest burden of cardiovascular diseases (CVD). On the basis of the good practices and the achievements of the Polish and Slovak scientists and pedagogues [9], a national Bulgarian strategy to reduce the increasing hypodynamia has to be worked out, and it is also desirable that team resources of all state authorities be combined for achieving the health promotion. It is of great importance that more attention be paid on the physical prophylactic of each age group of the population so that a National program for prevention of chronic, non-communicable diseases (2013-2020) be worked out by the Ministry of Health Protection, the World Health Organization, the Ministry of Education, Youth and Science, and the Ministry of Physical Education and Sport in order to achieve an increasing quality of life and health prevention.

Keywords: health promotion, cardiorespiratory fitness, physical education.

Целью исследования было установить состояние физической работоспособности студентов в рамках укрепления здоровья. Стандартизированный 20-м Тест челночный бег был использован для определения условия кардиореспираторной системы у студентов и его изменений. Исследование проводилось среди 415 не-спортсменов болгарских студентов (233 женщины и 192 мужчин из UFT - Пловдив, Болгария) с 758 наблюдений и результатов сравнивались с результатами 4355 польском, словацком и румынских студентов. В 2004 году Болгария была сформулирована страны с самым низким уровнем физической работоспособности и наибольшим бременем сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). На основе передового опыта и достижений ученых и педагогов Польши и Словакии [9], национальный болгарский стратегия сокращения растущего гиподинамии должен быть разработан, и это также желательно, чтобы команда ресурсы всех государственных органов будет объединены для достижения укрепления здоровья. Это имеет большое значение, что больше внимания на физическом профилактики от каждой возрастной группы населения, так что Национальная программа профилактики хронических, неинфекционных заболеваний (2013-2020) быть разработаны Министерством охраны здоровья, Всемирная организация здравоохранения, Министерство образования, молодежи и науки, и Министерство по физической культуре и спорту в целях достижения все большее качество жизни и профилактики здоровья.

Ключевые слова: пропаганда здорового образа жизни, кардиореспираторная подготовка, физкультура.

The necessity to implement preventive actions is a result of the fact that cardiovascular diseases are still the main cause of death [5]. It should be noted that in 2004, Bulgaria was the country with the highest level of deaths caused by blood vascular diseases in the European Union [1]. The risk of Bulgarians dying from CVD is similar to that of the corresponding Eur-B+C

average; however, it is about three times higher than corresponding Eur-A average [8, 11]. According to the DALYs, high blood pressure and tobacco place the greatest burden of diseases on the Bulgarian males and respectively high blood pressure and high level of body mass index (BMI) on females. The lack of physical activity has rate 7 for males and 4 for females of the first ten burdens of diseases. Cardiovascular diseases (CVD) and neuropsychiatric condition account for the highest burden of disease, both among males and females in Bulgaria [8, 11].

There is subordination between the rating of cardiovascular diseases, the studied nationality [10, 11] and the problem of physical efficiency (Table 1).

Table 1
 Environmental burden by cardiovascular disease [DALYs/1000 capita], per year

Country	World's lowest country rate	Country rate	World's highest country rate
Poland	1.4	5.4	14
Slovakia		2.4	
Romania		8.3	
Bulgaria		11	

Sources: [10]

It has to be emphasized that the registered results about the condition of the cardiovascular system, as an indirect measurement of cardiovascular fitness through the 20-m shuttle running test, are substantiated by World Health Organization data and reports.

In relation to this, the *Keep Fit* program, coordinated by the Chief Sanitary Inspectorate was established in Poland. The program is focused on children and young adults as well as their parents [7]. Presently, a project named *Activity for the Whole Life - Polish - Slovakian Physical Education and Students' Health Promotion Platform* is being carried out. The project is about to identify and modify (educational action) selected risk factors of ischemic heart disease, such as low level of physical activity and cardio-respiratory resistance, irrational nourishing, overweight, abdominal obesity, tobacco smoking as well as activities related to health education. The Health Platform is elaborating to be a helpful tool in shaping health efficiency of youth, and particularly the morphologic and cardio-respiratory [9] efficiency so as to be connected to the high quality of life [6, 7].

The period of university study is the last stage in which cardiovascular disease prevention can be carried out through health education focused on development,

maintenance and physical monitoring [3, 6]. Unfortunately, there is no uniform system of measures for evaluating the physical fitness of the students in the Republic of Bulgaria. Following their rights of autonomy, higher schools (HS) decide on how they interpret legal regulations, as they autonomously determine the need of a control and assessment system. It has been proved that the efficacy of the teacher's educational work is directly dependent on the control, check-up and assessment of the results of his/her work. A preliminary analysis of the psycho-physical condition of trainees ensures that the educational process in Physical education is built-up in conformity with the didactical principles, and applying the appropriate physiological load, functional and structural refinement in line with the students' capacity is to be achieved. At the same time monitoring of physical condition would be part of health promotion of cardiovascular diseases.

The aim of the study was to establish the state of physical efficiency of the Bulgarian students as part of health promoting.

To achieve this objective, we had to fulfill some of the following basic tasks:

- Assessment and analysis to register results of the cardio-respiratory fitness of Bulgarian students.

- Compare the data gathered from the Bulgarian students with similar results taken from students from the former eastern block - Poland, Slovakia, Romania.

The methodology of the study included:

1. Analysis of the literature on the subject.
2. The method of determining the state of the cardio-respiratory system of the students that was used was: standard beep-test (Beep test), created by Dr. Maximillion Ledger in 1982, published in the European Journal of Applied Physiology and successfully applied in a number of international studies on the aerobic capacity (aerobic fitness) of different age groups [4- 6]. The test was carried out in a gymnasium (with a 5-min warm-up) and it was a controlled run of the distance of 20-m shuttle back and forth, with an increasing tempo given by a time signal, until the refusal (fatigue) of the tested person, or the decrease of run's tempo not accordingly to time signal [6, 7, 10-15].

3. The study of the physical performance (physical efficiency) of students was conducted at the University of Food Technology and the Agricultural University in Plovdiv in the period between 2008 and 2012. A total of 415 students were examined, 233 female students and 192 male students with a total of 758 observations.

4. Statistical processing of the obtained data (by sex designation). Arithmetic mean of the absolute value VO₂ max and the running distance for studied group. The analysis with program product of Microsoft Excel.

Table 2
 Distribution of the number of students (women and men) in accordance to their nationality

Gender	Nationality				Total
	Poland	Slovakia	Romania	Bulgaria	
Women	1965 (58.6%)	397 (61.2%)	204 (57.8%)	233 (56.1%)	2799
Men	1388 (41.4%)	252 (38.8%)	149 (42.2%)	182 (43.9%)	1971
Total	3353	649	353	415	4770

The total number of students tested through the Beep-test is 4770 from Poland, Slovakia, Romania and Bulgaria, where the dominant students are female in all the countries. Tables 2 and 3 show the distribution of the number of students in accordance to their nationality and the specification of their faculties, respectively. In the analysis of the results it is necessary to be marked that almost 1/3 (27%) of the tested Polish students were with professional qualification PE, which means that they have been or still were active athletes and they were in general in a higher level of condition (Table 3).

Table 3
 Distribution of the number of students in accordance to the specification of the structure of faculties

Faculty	Nationality				Total
	Poland	Slovakia	Romania	Bulgaria	
Physical education	906 (27%)	28 (4.3%)	60 (17.6%)		994
Others	2447 (73%)	621 (95.7%)	280 (82.4%)	415 (100%)	3763
Total	3353	649	340	415	4757

Level of cardio-respiratory fitness comparison observing nationality.

On the basis of the gathered results of male and female students, with the help of descriptive statistics (table 4) we can see that there is a high diversion of SD - 229 for women and 408.4 for men. The score of the average running distance for each gender certainly shows the lowest level of physical efficiency of the students which means a very poor condition of cardio-respiratory fitness. The average of running level for female 2.94 (377.5 m.) and 5.03 (784.1 m.) for male indicate that there is the very poor level of physical conditions for both sexes, in accordance with the established norms (very poor results <4 for female, <5 for male) [3].

Table 4
 Descriptive statistics of the results of bulgarian students

Index	FEMALE				MALE			
	Level	Shuttle	Distance	VO ₂ max	Level	Shuttle	Distance	VO ₂ max
Mean	2.94	3.99	377.5	23.97	5.11	5.03	784.1	31.78
Standard Error	0.09	0.16	15	0.297	0.162	0.21	30.28	0.555
Standard Deviation	1.3	2.4	229	4.531	2.182	2.89	408.4	7.493
Minimum	1	1	60	17.06	1	1	120	18.45
Maximum	7	9	1160	38.83	10	11	1820	49.24
Count	233	233	233	233	182	182	182	182
Confidence Level (95.0 %)	0.17	0.31	29.55	0.585	0.319	0.42	59.74	1.096

A detailed analysis of the data is available in previous related publications [5-7] so at present we focus on the main significant data. First of all, we were far from glad to observe the bad results of the Bulgarian

students, which show 90.1 % very poor or poor cardio-respiratory fitness for women and accordingly 86.8 % for men (Table 5).

Table 5

Specification of the level of cardio-respiratory fitness of the students in accordance to their nationality

Cardio-respiratory fitness		Nationality							
		Poland		Slovakia		Romania		Bulgaria	
		female n-1965	male n-1388	female n-397	male n-252	female n-204	male n-149	female n-233	male n-182
Very poor	n	14	25	3	5	1	3	192	145
	%	0,7%	1,8%	0,8%	2%	0,5%	2%	82,4%	79,7%
Poor	n	220	28	49	6	61	6	18	13
	%	11,2%	2%	12,3%	2,4%	29,9%	4%	7,7%	7,1%
Fair	n	526	194	127	39	74	37	14	24
	%	26,8%	14%	32%	15,5%	36,3%	24,8%	6%	13,2%
Good	n	507	250	91	52	40	33	9	
	%	25,8%	18%	22,9%	20,6%	19,6%	22,1%	3,9%	
Excellent	n	421	449	83	84	10	35		
	%	21,4%	32,3%	20,9%	33,3%	4,9%	23,5%		
Superior	n	277	442	44	66	18	35		
	%	14,1%	31,8%	11,1%	26,2%	8,8%	23,5%		

As it can be seen from Figures 1 and 2 Bulgarian students not only demonstrated the weakest performance compared to students from other countries studied, but they also showed an extremely low level of adaptation of the cardio-respiratory system. Average values (fair) of the condition status of the Bulgarian students were identified only in 6 % of the observations in women and 13.2 % of the observations in men. The fact that the good results were recorded only with

female students and they were only 3.9 % of the examined, and there was not a single excellent or superior result in both sexes was disturbing. Overall, 90.1 % of the women and 86.8 % of the Bulgarian male students did not reach the average endurance state and fair physical fitness.

It is necessary to emphasize the high level of physical fitness of students from Poland, Slovakia and Romania, which have shown similar results with above the average level respectively 82.1 %, 80.1 % and 69.1 % in men and 61.3 %, 54.9 % and 33.3 % in women. Although closely behind, most observations on the levels of excellent and superior are observed for Polish students, which may be due to the largest number of respondents with a major in physical education.

The highest percentages of average values for women of all respondents were observed in the results of the Romanian students, respectively 24.8 % for men and 36.3 % for women.

There are excellent and superior results in the observed countries, except Bulgaria, for both genders. We can also say that there is a similar physical efficiency between the tested students from Poland and Slovakia. Romanian students have stable data of cardiovascular capacity with the similar result for good, excellent and superior rate for both female and male

students. Unlike other nations, where over 90 % of the subjects showed a level of cardio-respiratory system of above-average to excellent values, over 80 % of male and 90 % of female Bulgarian students displayed very poor indicators of physical endurance, and respectively the systems responsible for implementing the test, namely cardiovascular and respiratory.

Unfortunately, these data are positively correlate to the health status of the Bulgarians with one of the highest ratings for cardiovascular diseases – country rate for Bulgaria is 11 (World's highest country rate is 14) [10,11]. Bulgaria is the country with the lowest level of physical efficiency and the highest burden of cardiovascular diseases. But in accordance with the overall assessment and the fact that almost one third of Polish students are active athletes, we can claim that the Slovak had the highest level of physical fitness as general and the lowest burden of CVD -country rate for Slovakia was 2.4.

DISCUSSION AND CONCLUSION

All this groping about in the dark of the governmental policy during the socio-economic crisis of post-communism in Bulgaria on health and education of people results undoubtedly both in low quality of education and restriction of the capacity to carry out the social, healthcare and educational functions of the school subject Physical Education and Sports. Unfortunately, these trends are seen in practice where during sports lessons first-year students show a lack of the

necessary level of physical capacity, motor culture, skills and available knowledge for adequate performance of training in Physical Education and Sports. We consider it advisable that evaluating the physical endurance through the 20-m shuttle run test becomes a constant input in high school. This would stimulate the purposive work for the development of cardio-respiratory system, and at the same time, Physical Education would fulfill one of its main objectives, namely, health prevention of high-school students and prophylaxis of the cardiovascular diseases at young age. The choice of healthy lifestyle (including optimal physical activity) is a result of personal motivation, but appropriate information supporting undertaking this decision is a responsibility of health, social and state authorities. On the basis of the good practices and achievements of the Polish scientists and pedagogues www.studentfit.eu, a national Bulgarian strategy to reduce the increasing hypodynamia has to be worked out, and it is also desirable that team resources of all state authorities are combined for achieving the health promotion mentioned above. The effect of our sports-and-pedagogic work has to be improved by means of adequate content in accordance with the efficiency, motor and theoretical experience of students referring to their physical culture and healthy lifestyle since the health condition is a key factor in achieving happiness and high-quality life.

REFERENCES

- Karaslavova E, Risk factors for Acute Myocardial Infarction during the transition period in Bulgaria. Dissertation, Plovdiv, Bulgaria, 2007.
- Leger, L.A., Lamber, J. A maximal multistage 20 m shuttle run test to predict VO_{2max}, European Journal of Applied Physiology, Aol 49, p1-5, 1982.
- Nestorova, D. Beep-test and its possibilities to be applied in monitoring the physical endurance of student. Sport and science, number 6, 2009.
- Olds, T, Tomkinson, G, Leger, G, Cazorla, Worldwide variation in children's fitness: a meta-analysis of 109 studies on the 20m shuttle run from 37 countries, Journal of Sport Sciences V 24, number 10, 2006.
- Zadarko, Emilian, Zbigniew Barabasz, Beata Penar-Zadarko. Assessment of the students' physical efficiency in the context of health promotion. Academic physical education. Health, lifestyle and motor abilities.
- Zadarko, Emilian, Zbigniew Barabasz, Szabo-Alexi Paul, Szabo-Alexi Mariana, Suci Alina, Stef Mirela, Santa Cristian, Physical education and students' health platform as an element of European union's health strategy against the level of cardiorespiratory fitness of students from Poland, Slovakia and Romania. Studia UBB, Educatio artist gymn. LVI, 3, 2011.
- Zadarko, Emilian, Jun Junger, Zbigniew Barabasz, Physical activity and health of the students from Carpathian Euroregion, Wyd. Uniwersyte Rzeszowskiego, Rzeszow, 2010.
- World Health Organization, Health and Economic Development in South-Eastern Europe, Paris, France, 2006.
- Internet sources
- www.studentfit.eu
- <http://www.who.int/gho/countries/en/>
- www.euro.who.int/highlights
- http://en.wikipedia.org/wiki/Multi-stage_fitness_test
- <http://www.defence.gov.au/army/hq8bde/jobs/Fitness.htm>
- <http://www.topendsports.com/testing/vo2norms.htm>
- <http://www.torendsports.com/test/20mshuttle.htm>

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664.8.022.33:635.4

БЕЗУСОВ А.Т., д-р техн. наук, професор, КУЗНЕЦОВА К.Д., аспірант
Одеська національна академія харових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ
ЛИСТОВИХ ОВОЧІВ

В статті розглянуті фактори, що впливають на феофітінізацію пігментного комплексу зелених листових овочів. Встановлені параметри, що запобігають видозмінам хлорофілу та забезпечують його максимальне збереження в готовому продукті.

Ключові слова: хлорофіл, пігментний комплекс, біологічно активні речовини, антиоксиданти, листові овочі.
The article deals with the factors affecting pheophytinisation of green leafy vegetables pigment complex. Parameters that prevent

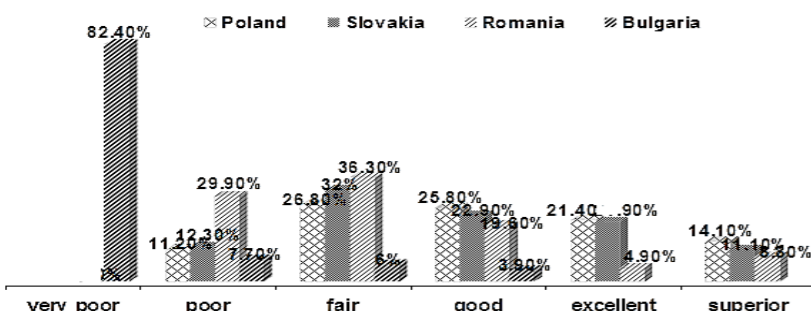


Fig 1. Specification of the level of cardio-respiratory fitness of students - female in accordance to nationality

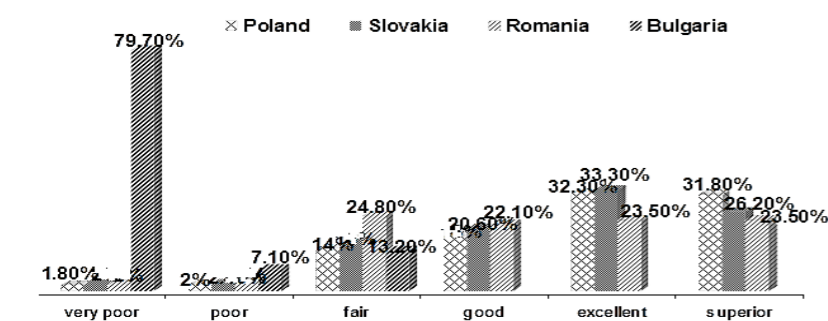


Fig 2. Specification of the level of cardio-respiratory fitness of students - male in accordance to nationality

modification of chlorophyll and ensure its maximum preservation of the finished product were established.

Keywords: chlorophyll, pigment complex, biologically active substances, antioxidants, leafy vegetables.

Харчова індустрія починає переорієнтовуватися на виробництво продуктів харчування з новими якостями, що поліпшують здоров'я. Аналіз науково-технічної літератури показав, що здоров'я сучасної людини у значній мірі визначається характером, рівнем і структурою харчування.

Позитивний вплив на людський організм речовин, що містяться в окремих продуктах харчування, все частіше стає предметом численних досліджень. Науковий прогрес дозволяє легше знаходити зв'язок між біохімічними структурами, які природним чином зустрічаються в продуктах харчування, і їх впливом на здоров'я. Але не тільки успіх у науці і технології пробуджує інтерес до створення нових продуктів функціонального харчування. Через зростаючі витрати на медичну допомогу, кожна людина стає все більш зацікавленою у самостійній підтримці здоров'я [1].

Одним зі шляхів профілактики захворювань являється керування універсальними процесами, що визначають стійкість організму, за допомогою захисних факторів природного походження. Лікувально-профілактичне харчування входить в якості обов'язкового компонента в систему попереджувальних та оздоровчих заходів при багатьох захворюваннях організму людини. На сучасному етапі лікувально-профілактичне харчування передбачає більш чітку диференціацію стосовно тих чи інших шкідливих факторів, що мають вплив на організм людини. Тому воно повинно не тільки підвищувати захисні сили, реактивність організму, але й володіти специфічним напрямом дії. Лікувально-профілактичні раціони містять компоненти, що покривають дефіцит біологічно активних речовин, поліпшують функції перш за все уражених органів і систем, нейтралізують шкідливі речовини, сприяють їх більш швидкому видаленню з організму [2, 3].

За сучасними уявленнями науки про харчування овочі набувають все більшого значення у профілактиці та лікуванні ряду захворювань. У зв'язку з цим особливу роль відіграють так звані зелені овочі. В асортименті харчових продуктів Японії особливе місце відводиться овочам, щоденне споживання яких на душу населення становить 22,7% загальної кількості харчових продуктів і серед 17 найбільш споживаних овочів відзначаються зелені культури (шпинат, салат, пряноароматичні), функціональною складовою яких являється хлорофіл.

Хлорофіли – магнієві комплекси різноманітних тетрапіролів, що мають порфіринову будову та структурно близькі гемоглобіну. Колір хлорофілу, виходячи з хімічної будови його молекули, пояснюється наявністю подвійних кон'югованих зв'язків у порфіриновому кільці та утворенням металор-

ганічного зв'язку з магнієм. Єдиним ферментом, що каталізує розщеплення хлорофілу, являється хлорофілаза. Хлорофілаза представляє собою естеразу, яка *in vitro* каталізує відщеплення фітолу від хлорофілів та їх похідних (феофітинів), що не містять магнію, утворюючи, відповідно, хлорофіліди та феофорбіди. Цей фермент активний в водних, спиртових та ацетонових розчинах. В присутності великої кількості таких спиртів, як метанол та етанол, фітолова група відщеплюється, і хлорофілід етерифікується з утворенням або метилового, або етилового хлорофіліду відповідно. Утворення хлорофілідів в свіжому листі не розпочинається до тих пір, поки фермент не активується тепловою обробкою після збору врожаю. Оптимальна температура для активності хлорофілази в овочах складає 60-76 °С. Активність хлорофілази зменшується при нагріванні рослинної тканини при температурі вище 80 °С і зупиняється при температурі 100 °С [4].

Похідні хлорофілу, утворені в ході нагрівання чи теплової обробки, за наявності чи відсутності атому магнію в тетрапірольному центрі можна розділити на 2 групи. Похідні з магнієм – мають зелений колір, а похідні, що його не містять, – оливково-бурий. Швейцарським фармакологом Бюрги Є. вперше експериментально в ході клінічних досліджень було доведено, що як сирий неочищений хлорофіл, так і продукти його розщеплення – феофітин і хлорофілін, підвищують рівень гемоглобіну в крові та мають однакову фізіологічну дію на організм людини. В Омському сільськогосподарському інституті Садирінін М.М. були отримані аналогічні результати експерименту [5]. Проведені цими авторами досліді по введенню хлорофілу в різних формах в раціон харчування тварин показали збільшення гемоглобіну в крові на 10,5%, еритроцитів – на 1,27 млн. клітин / мл, лейкоцитів – на 0,42 тис. клітин / мл. Також зазначався кращий ефект при поєднанні хлорофілу з каротиноїдами.

Однак, оскільки одним з найважливіших факторів, що зумовлюють харчову поведінку людини, є сенсорна реакція, кольорове оснащення їжі має надзвичайно велике значення і широко використовується в світовій практиці [6]. Пігментний комплекс листових овочів представлений хлорофілами, каротиноїдами та флавоноїдами. Однак найбільшу питому вагу в формуванні забарвлення зелених овочевих культур мають хлорофіли. Хлорофіли значною мірою обумовлюють органолептичні та біологічні показники якості продуктів переробки зелених листових овочів. Шляхи стабілізації хлорофілу пов'язані з хімічними або біохімічними факторами впливу на ферментну систему сировини, введенням антиоксидантів, частіше жиророзчинних, додаванням солей різних металів, або фізичними – криоскопічним впливом. При тепловій дії в процесі промислової переробки відбуваються зміни їх хімічної будови, що пов'язані зі змінами просторової орієнтації клітинних структур, коагулюван-

ням та денатурацією білкових речовин, інактивацією ферментів, окисними перетвореннями пігментного комплексу, частковим руйнуванням ряду вітамінів та ін. Глибоке вивчення видозмін хлорофілу при технологічній обробці було проведено професором Пилипенко Л.М. Досліджувався вплив різних за режимами технологічних операцій – стерилізації, бланшування і холодильного зберігання на ступінь деструкції пігментного комплексу листових овочів [6, 7].

На сьогоднішній день одним з перспективних напрямків досліджень є удосконалення технології переробки рослинної сировини з метою максимального збереження в ній біологічно активних речовин. Аналіз літературних даних показав, що стабілізація якості овочів може досягатися різними шляхами – за рахунок інгібування процесів ферментативного і неферментативного окислення, введення добавок органічного та мінерального походження, стабілізуючих лабільні компоненти сировини, створення протекторними композицій або додавання харчових стабілізуючих інгредієнтів. З урахуванням особливостей хімічної природи зелених листових культур нами була зроблена спроба розробити способи стабілізації їх органолептичних показників та харчової цінності. Раніше нами були проведені досліді, що дали змогу встановити вплив витримки листя шпинату у розчинах з концентрацією іонів Zn^{2+} в діапазоні 5-30 мг/100 г на протязі 24 годин на сумарну кількість хлорофілів та каротиноїдів [8].

Таблиця 1
Вплив концентрації іонів Zn^{2+} у розчині для бланшування на сумарну кількість хлорофілів, мг/100г

Час обробки, хв	Тип сировини		
	Шпинат	Кріп	Петрушка
Бланшування в присутності 10 мг $Zn^{2+}/100$ г			
5	113,5	68,9	82,4
10	120,8	70,1	82,5
15	156,8	78,5	83,1
20	140,3	60,2	80,9
Бланшування в присутності 20 мг $Zn^{2+}/100$ г			
5	146,7	78,4	90,2
10	161,3	79,8	92,5
15	170,5	80,6	93,5
20	170,1	80,0	90,8
Бланшування в присутності 30 мг $Zn^{2+}/100$ г			
5	187,7	86,4	130,8
10	186,5	87,2	134,5
15	190,4	90,5	140,8
20	187,6	87,1	130,2

В якості сировини для досліджень було обрано листя шпинату, кропу та петрушки. Для кращого збереження кольору листових культур бланшування проводили при температурі 70 °С. Хлорофіліди, що утворюються під дією ферменту хлорофі-

лази при такій обробці більш термостійкі, ніж вихідні сполуки. Але для промислового впровадження технології даного виду обробки недостатньо. Тому був досліджений вплив іонів металу, а саме Zn^{2+} на стабілізацію пігментного комплексу зелених листових овочів. Для цього проводили бланшування сировини при температурі 70 °С в діапазоні часу 5-20 хвилин з кроком в 5 хвилин при різних концентраціях іонів Zn^{2+} в розчині для бланшування. Результати дослідження представлені в таблиці 1 та на рисунку 1.

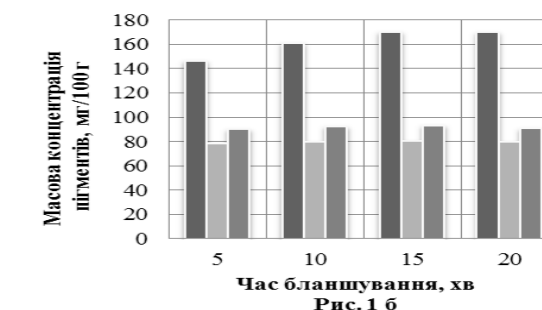
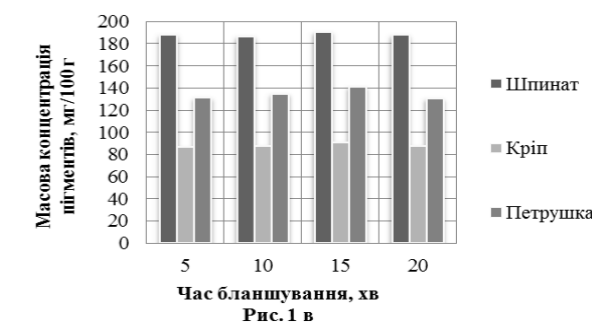
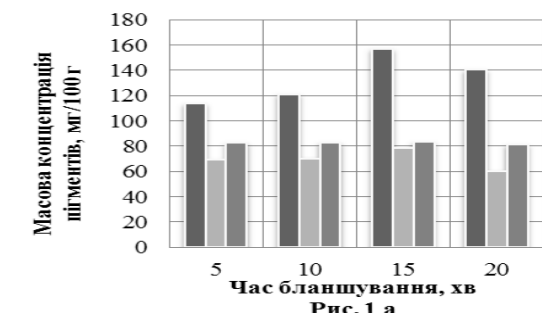


Рис. 1. Вплив концентрації іонів Zn^{2+} у розчині для бланшування на вміст хлорофілу та стабілізацію зеленого забарвлення (а – бланшування в присутності 10 мг $Zn^{2+}/100$ г; б – бланшування в присутності 20 мг $Zn^{2+}/100$ г; в – бланшування в присутності 30 мг $Zn^{2+}/100$ г)

Зелені листові овочі оброблені в такій модифікованій воді для бланшування більш зелені, ніж овочі оброблені за традиційною технологією. На рис. 1 (а, б, в) представлені діаграми залежності концентрації суми хлорофілів а і б в залежності від концентрації іонів Zn^{2+} у розчині для бланшування листових культур. Застосування інших двух- чи трьохвалентних іонів металів зазвичай менш ефек-

тивне або зовсім не ефективне. Сучасні спроби покращити колір зелених овочей після переробки та отримати хлорофіли, які можливо використовувати як барвні речовини, зводяться до використання комплексів похідних хлорофілу з міддю. Комплекси феофітину та феофорбіду з міддю промислово випускаються під назвою «мідний комплекс хлорофілу» та «мідний комплекс хлорофіліну» [4]. Але згідно літературних даних, більш доцільно використовувати іони Zn^{2+} для стабілізації зеленого забарвлення консервованих хлорофілвмісних продуктів, виходячи з того, що вони не мають негативного впливу на здоров'я людини порівнюючи з міддю.

Дослідження показали, що в сировині бланшованій у воді при температурі 70 °C в присутності 30 мг Zn^{2+} /100 г спостерігалася найбільша концентрація суми хлорофілів а і b та відбувалася стабілізація зеленого кольору сировини. Після теплової обробки протягом 20 хвилин відбувається пониження вмісту суми хлорофілів. Це можна пояснити утворенням комплексів фео- та пірофеофітину а з

цинком [4]. Подальше нагрівання підвищує концентрацію пірофеофітину за рахунок пониження вмісту феофітину. Комплекс пірофеофітину з цинком може утворюватися шляхом декарбоксиметилування комплексу феофітину з цинком чи реакцією пірофеофітину з Zn^{2+} . Додавання цинку в розчин для бланшування дає змогу підвищити проникність мембран рослинної тканини в ході теплової обробки, що сприяє утворенню комплексів з металами.

Таким чином, на основі лабораторних досліджень встановлено параметри, що запобігають видозмінам хлорофілу та забезпечують його максимальне збереження в готовому продукті. Перспективним напрямом в технології консервування являється наукове обґрунтування та розробка нових ефективних технологій переробки зелених листових культур збагачених хлорофілом, що дає змогу найбільш повно зберегти склад та властивості нативної сировини, покращити органолептичні показники та отримати біологічно активні лікувально-профілактичні продукти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дудкин, М.С. Новые продукты питания [Текст] / Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. // М.: МАИК «Наука», 1998.-304с., ил.
2. Смоляр, В.И. Рациональное питание [Текст] / Смоляр В.И. – Киев: Наукова думка, 1991, 368 стр.
3. Абрамова, Ж.И. Человек и противокислительные вещества [Текст] / Абрамова Ж.И., Оксенгендлер Г.И. – Л.: Наука, 1985. – 23 с.
4. Химия пищевых продуктов / Ш. Дамодаран, К.Л. Паркин, О.Р. Феннема (ред.-сост.). – Перев. с англ. – СПб.: ИД «Профессия», 2012. – 1040 с.
5. Захарова, Ф.В. Значение хлорофиллов в питании животных [Текст] / Захарова Ф.В. // М.: Сов. Россия, 1957. – 48 с.
6. Пилипенко, Л.М. Вивчення складу та властивостей натуральних барвників для виробництва фізіологічно функціональних харчових продуктів [Текст] / Пилипенко Л.Н., Олійник Л.Б., Пилипенко І.В. // Наук. праці ОДАХТ. Вип. 18.- Одеса, 1998. - С. 81-83.
7. Пилипенко, Л.Н. Научные основы технологии консервированных пищевых продуктов из листовых овощей [Текст] : дис. ... д-р техн. наук: 05.18.13 / Пилипенко Л.Н. – О., 1994. – 522 с.
8. Безусов, А.Т. Розробка та обґрунтування технології консервованих функціональних продуктів з заданим вмістом хлорофілу [Текст] / Безусов А.Т., Кузнецова К.Д. // Наукові праці ОНАХТ, випуск 44, т.2. – Одеса, 2013. – С. 4-7.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 635.8:577.12:542.48

ЧЕРНО Н.К., д-р техн. наук, професор, ОЗОЛНА С.О., канд. хім. наук, доцент,

НИКІТИНА О.В., мол. наук. спів. ПНДІ

Одеська національна академія харчових технологій

ФРАКЦІОНУВАННЯ ПОЛІСАХАРИДІВ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ *PLEUROTUS OSTREATUS*

Запропоновано схему фракціонування полісахаридів гливи звичайної *Pleurotus ostreatus*, згідно з якою отримано водо-, лугорозчинні фракції полісахаридів та нерозчинний біополімерний комплекс. Показано, що в їх гідролізатах домінує глюкоза. Полісахарид, вилучений 4 %-вим розчином лугу, є гомополісахаридом. Розчином 24 %-вого лугу отримано гетерополісахарид, який побудований з залишків галактози та глюкози. До біополімерного комплексу входять глюкан та хітин. Із застосуванням методів ферментативного гідролізу, ІЧ-спектроскопії, періодатного окиснення з подальшим розщепленням за Смітом встановлено, що кор макромолекул цих полісахаридів являє собою ланцюг, побудований з глюкопіранозних одиниць, які сполучаються між собою β -(1 \rightarrow 3)-зв'язками.

Ключові слова: глива звичайна, фракціонування, полісахариди, глюкан, біополімерний комплекс.

Water-, alkali soluble fractions of polysaccharides and biopolymer complex were obtained by applying the proposed fractionation scheme of polysaccharides from *Pleurotus ostreatus*. It is shown that the glucose dominated in their hydrolyzates. Polysaccharide extracted by 4 % alkali solution is the homopolysaccharide. The heteropolysaccharide containing galactose and glucose was obtained by 24 % alkali solution. The biopolymer complex has glucan and

chitin. It is found by using methods of enzymatic hydrolysis, IR-spectroscopy, periodate oxidation followed by Smith degradation that the core macromolecules of these polysaccharides consist of a backbone of glucose residues linked by β -(1 \rightarrow 3)-glycosidic bonds.

Keywords: mushroom usual, fractionation, polysaccharides, glucan biopolymer complex.

Серед біологічно активних речовин природного походження особливе місце посідають полісахариди вищих базидіальних грибів. В них знайдено як гомо-, так і гетерополісахариди. Гомополісахариди представлені β -(1 \rightarrow 3)/(1 \rightarrow 6)-D-глюканом, α -(1 \rightarrow 3)-D-глюканом, хітином, гетерополісахариди – маногалактоглюканом, галактоглюкомананом, фукоманогалактаном, арабіноксилглюканом, глюкуроноглюканом тощо. Деяка частина полісахаридів знаходиться в комплексі з білком, утворюючи протеоглікани [1, 2]. Всі ці біополімери проявляють

фізіологічну активність, проте вони відрізняються напрямом дії та ефективністю. Найбільш відомими серед грибних полісахаридів є β -(1 \rightarrow 3)/(1 \rightarrow 6)-D-глюкани. Вони проявляють високі імуномодулюючі та протипухлинні властивості.

Джерелом цих сполук є декотрі видів грибів: шіітаке *Lentinus edodes*, трутовик лакований *Ganoderma lucidum*, щелестнік звичайний *Schizophyllum commune*, глива звичайна *Pleurotus ostreatus* [2]. Останній промислово культивується в Україні.

Відсутність даних щодо полісахаридного складу гливи звичайної, яка вирощується в Україні, стримує розвиток досліджень, присвячених розробці методів отримання з неї високоочищених препаратів вуглеводної природи та вивченню особливостей їх фізіологічної дії. В зв'язку з цим метою дослідження було вивчення полісахаридного складу гливи звичайної, що культивується в Україні.

Встановлено, що у складі гливи звичайної найбільш розповсюдженого штаму К-17 переважають полісахариди [3]. Результати аналізу моносахаридного складу гідролізатів полісахаридної компоненти свідчать, що вона побудована з залишків галактози, глюкози, манози, ксилози, фукози та мінорної кількості уронових кислот (рис. 1). Домінуючим моносахаридом є глюкоза, масова частка якої складає 83,9 %. Вміст інших зазначених монозначно менший. Це є характерною особливістю представників грибів класу базидіоміцетів [2].

Фракціонування біополімерів сировини проводили із застосуванням екстрагентів різної природи в різноманітних умовах.

Кожну з отриманих фракцій, а також твердий залишок досліджували на вміст макрокомпонентів: вуглеводи визначали антроновим методом [4], білки – за методом Лоурі та Кьельдаля [5], меланін – спектрофотометрично за величиною поглинання при 490 нм [6].

Схема фракціонування, за допомогою якої були отримані водорозчинний β -глюкан та лугорозчинний α -глюкан з гливи, що вирощується в Чеській республіці [1], передбачає низку наступних операцій. Гриби обробляли 80 % розчином етанолу, рідину відокремлювали, а твердий залишок піддавали екстракції водою при температурі 100 °C протягом 6 год. Отриманий екстракт обробляли α -амілазою, проводили депротейнізацію за методом Севага. З очищеного екстракту водорозчинні полісахариди осаджували чотирикратним об'ємом спирту. З нерозчинної частини сировини глюкан екстрагували 1 М NaOH при температурі 4 °C протягом 4 год, очистку екстракту проводили такими ж методами. При використанні цієї схеми для регіональної сировини чисті гомополісахариди отримані не були. Так, водорозчинний полісахарид містив залишки галактози, глюкози, манози, фукози у масовому співвідношенні 1,3:4,7:1,0:1,0, а лугорозчинний – 1,5:6,8:1,0:0,1.

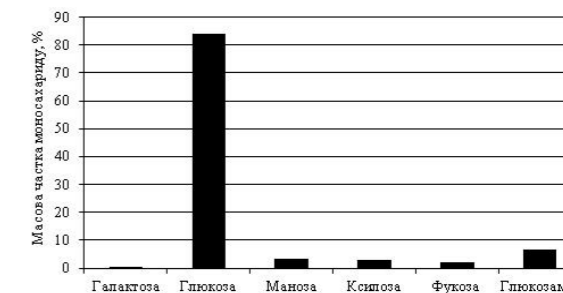


Рис. 1. Моносахаридний склад полісахаридної компоненти гливи звичайної

Подальше субфракціонування лугорозчинного полісахариду за допомогою реактиву Фелінгу, рекомендоване для отримання глюкану та ксиломанану з трутовика лакованого *Ganoderma lucidum* [7], також не привело до бажаного результату. При додаванні до лужного розчину полісахариду реактиву Фелінгу як у складі мідного комплексу, так і супернатанту було знайдено полісахариди, побудовані з залишків галактози, манози, ксилози, фукози. Вміст глюкози не перевищував 42 % і 55 % відповідно.

Окрім того, було апробовано запропоновану Мізуно із співавторами схему, яку широко використовують для виділення полісахаридів з макроскопічних грибів [2]. В її основу покладено послідовне екстрагування сировини різними реагентами з подальшим розділенням їх на нейтральні та кислі вуглеводи з використанням сучасних фізико-хімічних методів. Однак, така схема також не була ефективною.

Враховуючи, що загальноприйняті методи вилучення глюканів не дозволили отримати з гливи звичайної, яка культивується на території України, вказані полісахариди, здійснили дослідження щодо розробки більш ефективної схеми фракціонування. Вона передбачає низку обробок сировини кислим і лужним реагентами при підвищеній температурі, що сприяють розщепленню лабільних зв'язків між біополімерами, і тим самим дозволяє виділити окремі полісахариди для дослідження їх будови (рис. 2).

Згідно запропонованої схеми висушені подрібнені гриби знежирювали хлороформом, гексаном в апараті Сокслета, залишок висушували. Спирторозчинні сполуки видаляли екстракцією 70 %-вим киплячим розчином етанолу. До їх складу входять низькомолекулярні вуглеводи, маніт, нітрогеновмісні та фенольні речовини [8].

На наступному етапі грибно масу двократно обробляли водою при температурі 100 °C. За цих умов більшою мірою екстрагується вуглеводна складова грибів, масова частка якої сягає 52,7 % від загального вмісту сухих речовин в об'єднаній водорозчинній фракції. У її складі також було знайдено білок та меланіни, які, за деякими даними, існують у вигляді меланопротеїнового комплексу [6]. Враховуючи, що він осаджується при зниженні рН середовища, водний екстракт підкислювали оцтовою кислотою до рН=5,0. При цьому утворювався осад, в складі якого перева-

жав вказаний комплекс. Це дозволило підвищити масову частку вуглеводів у складі сухих речовин супернатанту в 1,3 рази.

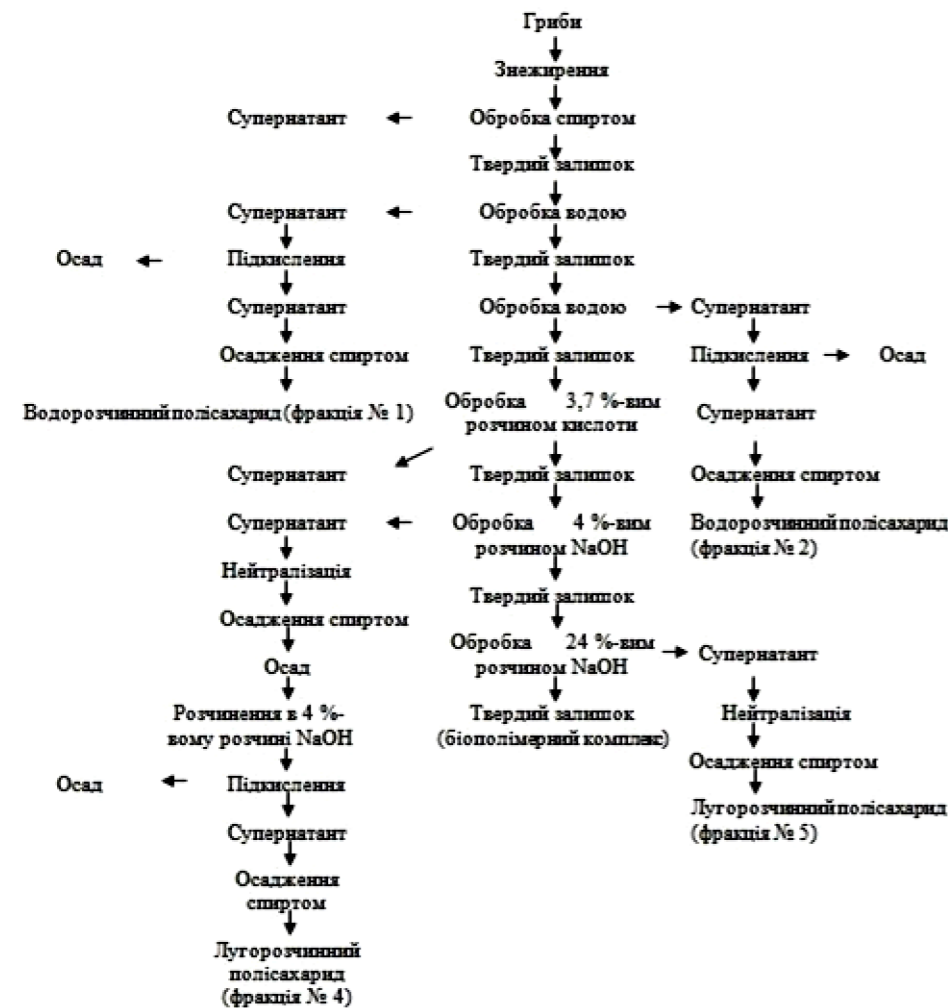


Рис. 2. Схема фракціонування полісахаридної компоненти гливи звичайної

Окремому дослідженню піддавали перший та другий екстракти (фракції № 1 та № 2) (табл. 1). Вони відрізнялися як за вмістом сухих речовин, так і за масовою часткою окремих компонентів. Так, до складу першого екстракту перейшло 15,4 % сухих речовин грибів, до другого – у 2,2 рази менше. Домінуючим компонентом фракцій були вуглеводи. Їх вміст у фракції № 1 сягав 56,6 %. Фракція № 2 характеризувалася наявністю значної кількості білка. Додавання оцтової кислоти до екстрактів сприяло осадженню меланопротеїнової компоненти.

Залишок після вилучення з грибної сировини спирто- та водорозчинних речовин обробляли 3,7%-вим розчином HCl при температурі 60 °C протягом 8 год. За допомогою цього екстрагенту було вилучено 12,0 % сухих речовин грибної сировини. Серед біополімерів цієї фракції переважала білкова компонента. Вміст вуглеводів складав 7,7 %.

Вилучення лугорозчинних речовин проводили обробкою сировини 4%-вим розчином NaOH при

температурі 100 °C. Як і слід було очікувати, ця фракція характеризувалася значним вмістом білка. Її масова частка складала 49,3 %. Другим за кількістю компонентом були вуглеводи.

Залишок обробляли 24%-вим розчином лугу при температурі 100 °C. При цьому до складу екстракту переходили переважно вуглеводи, масова частка яких сягала 81,5 % від маси сухих речовин фракції.

Нерозчинний залишок після низки екстракцій представляє собою біополімерний комплекс. На підставі аналізу його хімічного складу (табл. 2) встановлено, що в ньому домінують полісахариди. За результатами хроматографічного аналізу показано, що легкогідролізовані полісахариди представлені тільки глюканом. Масова частка важкогідролізованих сягає 69,9 % від загального вмісту вуглеводів. В їх гідролізаті ідентифіковано глюкозамін та глюкозу. Це вказує на те, що ця фракція складається з двох полісахаридів: глюкану та хітину. При цьому на долю останнього припадає 24,0 %.

Таблиця 1
Характеристика біополімерного складу фракцій гливи звичайної, %

Фракція	Екстрагент	Вуглеводи	Білок	Меланіни
1	Вода	56,6	15,2	2,0
2	Вода	44,0	25,8	3,4
3	3,7%-вий розчин HCl	7,7	32,7	0,3
4	4%-вий розчин NaOH	37,7	49,3	8,7
5	24%-вий розчин NaOH	81,5	6,9	6,5

Супутніми вуглеводам компонентами є білок та меланіни, масова частка яких у складі зразку в 1,6 рази менша за таку білка.

Таблиця 2
Хімічний склад біополімерного комплексу, %

Показник	Значення
Загальний вміст вуглеводів	88,6
в т.ч. легкогідролізовані полісахариди	18,7
хітин	16,8
Загальний нітроген	1,9
в т.ч. білковий нітроген	0,7
Меланіни	2,8

3 фракції №№ 1, 2, 4, 5 полісахариди осаджували додаванням чотирикратного об'єму етанолу. Моносахаридний склад гідролізатів полісахаридів визначали методом паперової, а також газоріднинної хроматографії [4]. Результати їх аналізу наведено у табл. 3.

Таблиця 3
Масове співвідношення моносахаридів у складі гідролізатів полісахаридів, %

Фракція	Галактоза	Глюкоза	Маноза	Ксилітоза	Фукоза
1	20,0	70,2	5,0	–	4,8
2	7,2	80,0	6,8	–	6,0
4	–	100,0	–	–	–
5	10,0	90,0	–	–	–

Осадженням спиртом сумарної водорозчинної фракції отримано зразок, який містив 67,0 % вуглеводів, 26,8 % білків, та 5,8 % меланінів. В його гідролізаті ідентифіковано галактозу, глюкозу, манозу та фукозу у молярному співвідношенні 1,1:3,8:1,0:1,0. У тому випадку, коли фракцію попередньо підкислювали, осад відокремлювали, а з розчину осаджували полісахарид, в його складі не тільки зменшувалась масова частка домішок (вміст білка не перевищував 6,4 %), але й в 1,3 рази підвищувався вміст залишків глюкози у складі полісахариду.

Наступне трикратне переосадження останнього препарату не супроводжувалося зміною масової частки білкової складової. Це свідчить про те, що полісахарид сполучений з білком, що характерно для водорозчинних полісахаридів грибів [2].

Отримані з першого та другого екстрактів водорозчинні полісахариди суттєво відрізнялися за вмістом глюкози. Вміст цього моносахариду у складі препарату, вилученого першою екстракцією, сягав 70,2 %, а другою – 80,0 %. Їх виходи складають 2,0 % та 1,2 % від маси сухої сировини відповідно.

Лугорозчинний полісахарид, осаджений з фракції № 4, містив 34,9 % білка та 9,7 % меланінів. Дослідження отриманого препарату на колонці з сефадексом G-150 (h = 38 см; d = 3,1 см; Pharmacia, Швеція) показало, що вихідні криві елюції полісахаридної та білкової складових суміщені незначною мірою (рис. 3). Це свідчить, що з вуглеводом сполучена лише невелика частина білка. При підкисленні лужного розчину препарату хлоридною кислотою переважна кількість білка і меланіну перейшла до складу осаду. У супернатанті містився практично позбавлений від домішок полісахарид,

побудований лише із залишків глюкози. Його вихід становив 2,6 % від маси сухої сировини.

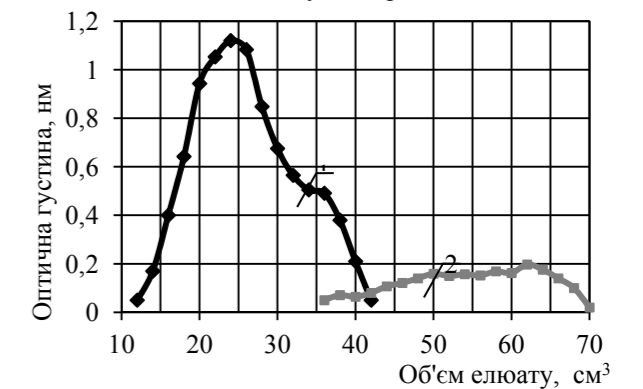


Рис. 3. Вихідна крива гель-фільтрації препарату, отриманого з фракції № 4, на сефадексі G-150: 1 – вуглеводи; 2 – білки

В гідролізаті полісахариду, отриманого з лугорозчинної фракції № 5, ідентифіковано глюкозу та галактозу у молярному співвідношенні 7:3. В результаті трикратного переосадження масова частка галактози у складі зразка знизилася лише частково. Це свідчить про те, що даний полісахарид побудований із залишків обох моносахаридів. Вихід полісахариду складає 3,7 % від маси сухої сировини.

Слід зауважити, що в літературі відсутні відомості про присутність в гливі полісахариду такого складу. Тому додатково була використана схема, яку рекомендовано для отримання глюкану з хлібопекарських дріжджів [8]. Вона передбачає обробку сировини окисником з подальшою екстракцією супутніх структурному глюкану речовин. При застосуванні цього методу для досліджуваної сировини при екстракції розчином лугу був вилучений полісахарид саме такого складу.

Отримані зразки полісахаридів характеризували, використовуючи періодатне окиснення з подальшим розщепленням за Смітом [4], гідроліз ферментним препаратом з β-(1→3)- та β-(1→4)-глюканазними активностями, ІЧ-спектроскопію.

Встановлено, що при окисненні водорозчинних вуглеводів (фракції № 1 і № 2) на одну ланку полісахариду витрачалося 1,20 моль і 0,97 моль періодату натрію відповідно. При дії ферментного препарату вони частково розщеплювалися. Тракування даних ІЧ-спектроскопії водорозчинних полісахаридів не дозволяє достовірно встановити конфігурацію зв'язку між залишками моносахаридів.

Таким чином інформація, отримана за результатами дослідження водорозчинних полісахаридів, не дозволяє зробити достовірних висновків щодо їх будови. Для цього необхідне проведення додаткових експериментів з використанням сучасних фізико-хімічних методів.

Отримані лужною екстракцією полісахариди (фракції № 4 і № 5), розщеплювалися при дії на них

ферментного препарату до низькомолекулярних фрагментів. Тобто в їх складі присутній один із згаданих типів зв'язків або обидва. Після гідролітичного розщеплення продуктів деградації зразків за Смітом ідентифіковано глюкозу, що можливо в двох випадках: при наявності (1→3)-зв'язків між глюкопіранозними ланками або при сполученні їх (1→4)-зв'язками, але при наявності бічних відгалужень за місцем О-2 або О-3. Остання із двох запропонованих структур далі не розглядалася, оскільки при подібній будові полісахариду витрати періодату натрію на структурну ланку були б близькими до одиниці. Для досліджуваних лугорозчинних глюканів витрати окисника становили 0,35 та 0,39 моль періодату на глюкозну ланку відповідно. Це може свідчити про наявність у них нерозгалуженого ланцюга, побудованого з β-(1→3)-глюкопіранозних залишків з чергуванням до 39 % інших зв'язків ((1→4), (1→2), (1→6)). Такі глюкани, у молекулах яких має місце чергування β-(1→3)- та β-(1→4)-зв'язків, характерні для зернових культур. В іншому можливому випадку кор макромолекули являє собою ланцюг глюкозних ланок, які сполучені β-(1→3)-зв'язками, бічні відгалуження розташовані за місцем О-6. Слід зауважити, що така структура притаманна полісахаридам клітинної стінки хлібопекарських дріжджів, деяких мікро- та макроскопічних грибів. Щодо лугорозчинного полісахариду з фракції № 5, то для нього ймовірно є наявність кору з (1→3)-сполучених глюкозних ланок, а залишки галактози являють собою бічні відгалуження.

Присутність в ІЧ-спектрах полісахаридів, отриманих при дії на грибку біомасу 4 % та 24 % розчинів лугу, смуг поглинання при 890 см⁻¹ підтверджує β-конфігурацію глікозидного зв'язку між залишками моносахаридів. В їх ІЧ-спектрах виявлено характерні для β-(1→3)-глюканів смуги поглинання при 2920, 1370, 1230 і 1200 см⁻¹.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity [Text] / A. Synytsya, K. Mickova, A. Synytsya and oth. // Carbohydrate Polymers. – 2009. – Vol. 7. – P. 548-556.
2. Wasser, S. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides [Text] / S. Wasser // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2002. – Vol. 60. – P. 258-274.
3. Черно, Н.К. Хімічний склад морфологічних частин гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) [Текст] / Н.К. Черно, С.О. Озоліна, О.В. Нікітіна // Розвиток наукових досліджень 2012: Матеріали восьмої міжн. наук.-практ. конф. 19-21 листопада 2012. – Полтава, 2012. – Т. 11. – С. 123-125.
4. Методи хімії углеводів [Текст] / под ред. Н.К. Кочеткова. – М.: Мир, 1967. – 125 с.
5. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений [Текст] / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
6. Физико-химические свойства меланинов, образуемых чагой в природных условиях и при культивировании [Текст] / Т.А. Кукулянская, Н.В. Курченко, В.П. Курченко, В.Г. Бабицкая // Прикл. биохимия и микробиология. – 2002. – Т. 38, № 1. – С. 68-72
7. Полисахариды базидиальных грибов. Растворимые в щелочи полисахариды из мицелия трутовика лакированного *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P.Karst [Текст] / М.С. Евсенок, А.С. Шашков, А.В. Автономова и др. // Прикл. биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 74, № 5. – С. 657-667.
8. Характеристика экстрактивных речовин культивованих грибів [Текст] / Н.К. Черно, Т.А. Лисогор, С.О. Озоліна, О.В. Нікітіна // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: 2013. – Вип. 44. – Т. 2. – С. 92-95
9. Черно, Н.К. Спосіб отримання бета-глюкану клітинних стінок дріжджів роду *Saccharomyces cerevisiae* [Текст] // Н.К. Черно, К.І. Шапкіна, О.В. Коваленко // Збірник наукових праць «Прогресивна техніка та технологія харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі». – № 2 (16), – Харків, 2012. – С. 321-326.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664. 8/9

ХОМИЧ Г.П., д-р. техн. наук, доцент
ВНЗ УКС «Полтавський університет економіки і торгівлі»

ЗМІНА ВМІСТУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ГОРОБИНИ ЧОРНОПЛІДНОЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОКІВ

У статті наведено результати досліджень хімічного складу плодів горобини чорноплідної та впливу технології переробки на якість соку з горобини чорноплідної. Встановлено, що використання для попередньої обробки м'язги ферментативного каталізу позитивно впливає на показники якості соків з горобини чорноплідної. Проаналізовано зміну фенольних сполук горобини чорноплідної при виробництві соків.

Ключові слова: горобина чорноплідна, сік, ферментні препарати пектолітичної та целюлолітичної дії, мультиензимна композиція, фенольні сполуки.

The results of researches of chemical composition of the aronia and influence of technology of processing are driven on quality of juice from the aronia is resulted in the article. It is set that the use for previous treatment of enzymic catalysis positively influences on the indexes of quality of juices from the aronia. The change of phenolic connections of the aronia is analysed at the production of juices.

Keywords: aronia, juice, enzymic preparations of pectolytic and cellulolitical actions, composition of multienzyme, phenic connections.

Харчування населення є важливою соціальною проблемою, тому що глобальне забруднення навколишнього природного середовища досягло критичного рівня. Наукові дослідження показують, що світове виробництво продуктів харчування не задовольняє біологічні потреби населення.

Через широкий спектр факторів хімічної, фізичної та біологічної природи, які виявляють негативний вплив на організм людини, підвищився рівень захворювань і смертних випадків; знизилась тривалість життя населення та його фізіологічна активність; збільшились мутагенні, терратогенні зміни і новоутворення злоякісного характеру.

Однією з основних причин патологічних процесів у організмі людини, яка викликає передчасне старіння й розвиток багатьох захворювань, у тому числі серцево-судинних і онкологічних, є надлишкове накопичення вільних радикалів, що підтверджено чисельними дослідженнями проведеними останнім часом у різних країнах [1, 2].

Відомо, що свіжі плоди та ягоди – це багате джерело вітамінів, мінеральних речовин, каротиноїдів, фенольних сполук, ферментів, що у більшості є антиоксидантами. Горобина чорноплідна серед інших культур має чи не найбільшу палітру цінних властивостей. Особливо цінною є здатність горобини чорноплідної концентрувати селен і накопичувати йод. [3].

Найціннішою складовою горобини чорноплідної є біофлавоноїди – катехіни, флавоноли, антоціани. Такої кількості Р-вітамінних речовин немає ні в одній плодово-ягідній культурі. Основна ж цінність горобини чорноплідної – це високий вміст антоціанових речовин. Завдяки наявності у їх складі саме цих речовин, харчові продукти із горобини

чорноплідної мають високу біологічну цінність. Застосування технології, яка дозволить одержати харчові продукти з підвищеним вмістом БАР, є актуальною проблемою сучасного консервного виробництва.

Метою роботи було дослідження хімічного складу горобини чорноплідної та впливу технології переробки на якість соку з цієї сировини.

Предметом досліджень були плоди та соки з горобини чорноплідної.

Попередніми дослідженнями було встановлено режими попередньої обробки м'язги горобини чорноплідної мультиензимним комплексом ферментних препаратів пектолітичної і целюлолітичної дії: співвідношення ферментних препаратів у МЕК – 1: 7 (Пектофоедин П10х : Целотерин Г3х), температура 50 °С, тривалість 60 хв [4].

Масові концентрації органічних кислот, цукрів, фенольних речовин в ягодах та соках з горобини чорноплідної визначали методом високоефективної рідинної хроматографії на хроматограф Agilent Technologies (модель 1100).

Сировину аналізували у стадії споживчої стиглості. За органолептичною оцінкою ягоди горобини чорноплідної мали темно-фіолетове забарвлення, з сизуватим відтінком, приємний кисло-солодкий, злегка терпкуватий смак та легкий, специфічний аромат.

Аналіз хімічного складу горобини чорноплідної (табл. 1, 2) показав, що вона є багатим джерелом біологічно активних сполук. Плоди горобини чорноплідної містять у своєму складі близько 80 % води.

Таблиця 1
Склад органічних кислот та цукрів у плодах горобини чорноплідної, % (n = 3, p ≤ 0,05)

Сухі речовини	Органічні кислоти			Цукри		Поліспирт
	лимонна	яблучна	янтарна	глюкоза	фруктоза	
21,25	0,036	1,198	1,037	3,700	3,165	7,219

Враховуючи, що головну частку розчинних сухих речовин у горобині чорноплідній становлять цукри, дослідженнями встановлено, що вони представлені виключно гексозами – глюкозою та фруктозою. У складі горобини чорноплідної міститься сорбіт, вміст сорбіту складає 51 % від загального вмісту цукрів. Наявність сорбіту в горобині чорноплідній свідчить про лікувально-профілактичні властивості даної сировини.

Окрім цукрів смакові властивості сировини визначаються наявністю органічних кислот. В плодах горобини чорноплідної переважає яблучна кис-

лота. Міститься в достатній кількості у складі горобини чорноплідної янтарної кислоти, що підвищує її антиоксидантні властивості.

Таблиця 2

Вміст біологічно-активних речовин в плодах горобини чорноплідної (n = 3, p ≤ 0,05)

Масова концентрація, мг/100 г			Біологічна активність, ум. од. акт.
L-аскорбінової кислоти	барвних речовин	фенольних речовин	
37,50	718,86	1020,00	7706,00

Визначено, що показник біологічної активності (табл. 2) у плодах горобини чорноплідної високий і становить 7706,0 од. акт., а вміст L-аскорбінової кислоти – 37,50 мг/100 г. Основним показником, який характеризує антиоксидантну активність плодів горобини чорноплідної є наявність у їх складі фенольних речовин. Серед фенольних речовин переважають антоціани.

Структура поверхні плодів горобини чорноплідної має складну будову і характеризується товстими клітинними стінками [5]. Визначено співвідношення складових частин сировини та вміст в їх складі барвних та фенольних речовин (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст поліфенолів у складових частинах горобини чорноплідної (n = 3, p ≤ 0,05)

Складові частини зразка	Частка, %	Масова концентрація, мг/100 г	
		барвних речовин	фенольних речовин
М'якоть	72,58	343,07	600,00
Шкірка	19,09	1399,22	2000,00
Насіння	8,33	36,89	120,00

Дослідження складових частин горобини чорноплідної (табл. 3) підтверджує, що максимальна кількість барвних та фенольних речовин у сировині локалізується саме в шкірці, тому при первинній обробці сировини необхідно максимально зруйнувати жорстку клітинну оболонку для їх вивільнення і переходу в готовий продукт.

Ферментні препарати целюлазної і геміцелюлазної дії, які мають набір ферментів ендо- і екзогенного характеру, руйнують структуру клітинних стінок і цільність рослинних тканин, що сприяє підвищенню їх екстрактивної здатності. При цьому слід очікувати, що ферментна обробка здійснить сприятливий вплив і на хімічний склад отримуваних гідролізатів. У них підвищиться вміст екстрактивних і фенольних сполук, у тому числі, барвних речовин, органічних кислот, вітамінів, цукрів, які є структурними компонентами вуглеводних полімерів клітинних стінок целюлози і геміцелюлоз.

Ферментативний каталіз м'язги комплексом ферментних препаратів, які володіють пектолітичною та целюлолітичною активністю, показав, що цей технологічний прийом призводить до руйнування клітинних агрегатів, оболонок клітин і виходу клітинного соку. Завдяки цьому всі поживні речовини, які є в клітинах, вивільняються, переходять у готовий продукт і можуть бути засвоєні організмом.

Попередню обробку м'язги горобини чорноплідної проводили мультиензимною композицією ферментів (варіанти Ф1, Ф2, Ф3) і порівнювали отримані результати з контрольними зразками (К1, К2). За контрольні зразки брали: К1 – сік з сировини після механічного подрібнення та К2 – сік з механічно подрібненої сировини, що попередньо витримувалася в умовах аналогічних умовам ферментування. Ферментовані зразки: Ф1 – в підготовлену м'язгу вносили комплекс ферментів і витримували протягом 60 хв при температурі ферментування; Ф2 - м'язгу попередньо прогрівали до температури 85±5 °С, охолоджували до температури ферментування і вносили комплекс ферментів; Ф3 - м'язгу після ферментування прогрівали до температури 85±5 °С, охолоджували і пресували.

Досліджено фенольний склад горобини чорноплідної та вплив на вилучення фенольних речовин різних способів ферментативного каталізу (табл. 4) і склад глікозидів антоціанів у сировині та соках з неї (табл. 5).

Встановлено, що в плодах горобини чорноплідної антоціани представлені глікозидами ціанідину з вуглеводами – глюкозою, галактозою, арабінозою та ксилозою. Частка антоціанів серед флавоноїдів горобини чорноплідної складає 95,9 %. У складі антоціанів переважає ціанідин-3-О-галактозид – 442,43 мг/100 г (64,2 % від загального вмісту антоціанів), виявлено також ціанідин-3-О-арабінозид – 185,36 мг/100 г (26,9 %) і практично в однакових частках ціанідин-3-О-глюкозид (31,72 мг/100 г) та ціанідин-3-О-ксилозид (30,03 мг/100 г). Серед флавоноїдів горобини чорноплідної є представники флавонів, їх частка складає 4,1 % від загального вмісту флавоноїдів, і вони представлені кверцетин-3-О-глюкозидом (20,95 мг/100 г) та кверцетин-3-О-галактозидом (8,37 мг/100 г).

У фенольному складі горобини чорноплідної виявлені оксикоричні кислоти та їх похідні, їх частка складає 20,1 % від вмісту фенольних речовин і представлені вони кавовою кислотою (92,90 мг/100 г) та похідними кавової кислоти (88,07 мг/100 г).

В процесі ферментолізу плодів горобини чорноплідної вилучення оксикоричних кислот та їх похідних становить 70,39 % (Ф3)...79,18 % (Ф2) від загального вмісту в плодах. Переважають похідні кавової кислоти, вміст яких складає 75,26...81,89 % від вмісту в сировині. Частка оксикоричних кислот у соках горобини чорноплідної складає 15,8...17,8 % від вмісту фенольних речовин, а похідні кавової кислоти – 50,38...51,95 % від загального вмісту оксикоричних кислот та 15,78...17,80 % від загального вмісту фенольних речовин. Частка флавонів та їх похідних у соках горобини чорноплідної становить: у ферментованих зразках 3,86...4,35 % від загального вмісту фенольних речовин, а у контрольних – 2,12...4,00 %.

Перехід флавонів у сік при ферментолізі складає: 55,32 % – зразок Ф3; 59,17 % – зразок Ф1 та 65,55 % – зразок Ф2 від вмісту в сировині. На відміну від ферментованих зразків в контролі перехід флавонів значно нижчий і становить 13,54 % (К1).

Домінуючим представником у соках горобини чорноплідної є кверцетин-3-О-глюкозид, вміст якого складає 3,03...3,39 % від вмісту фенольних речовин та 72,21...78,42 % від вмісту флавонів.

Таблиця 4

Фенольні сполуки в плодах та соках горобини чорноплідної, мг/100г (n = 3, p ≤ 0,05)

Назва зразка	Групи фенольних речовин	Вміст		% від вмісту фенольних	Домінуючий представник	Вміст		% від вмісту фенольних	% від загального вмісту групи
		мг/100 г	%			мг/100 г	%		
Плоди	Оксикоричні кислоти та їх похідні	180,97	100,00	20,11	Похідні кавової кислоти	88,07	100,00	9,79	48,67
К1		89,74	49,59	52,70		50,99	57,80	27,22	56,82
К2		127,39	70,39	34,60		64,58	73,33	17,54	50,70
Ф1		143,15	79,10	35,32		72,12	81,89	17,80	50,38
Ф2		143,80	79,18	32,55		72,84	82,71	16,49	50,65
Ф3		127,58	70,50	30,38		66,28	75,26	15,78	51,95
Плоди	Флаволи та їх похідні	29,32	100,00	3,26	Кверцетин-3-О-глюкозид	20,95	100,00	2,33	71,45
К1		3,97	13,54	2,12		3,30	15,75	1,76	83,12
К2		14,71	50,17	4,00		11,27	53,80	3,06	76,62
Ф1		17,35	59,17	4,28		13,17	62,86	3,25	75,91
Ф2		19,22	65,55	4,35		14,96	71,41	3,39	77,84
Ф3		16,22	55,32	3,86		12,72	60,72	3,03	78,42
Плоди	Антоціани	689,55	100,00	76,63	Ціанідин-3-О-галактозид	442,43	100,00	49,17	63,34
К1		93,65	13,58	49,98		60,10	13,58	32,08	64,18
К2		226,10	32,79	61,41		144,81	32,73	39,33	64,05
Ф1		244,77	35,50	60,40		156,42	35,36	38,60	63,91
Ф2		279,30	40,50	63,21		182,16	41,17	41,23	65,22
Ф3		276,16	40,05	65,76		176,70	39,94	42,08	63,99

Таблиця 5

Склад глікозидів антоціанів у плодах та соках з горобини чорноплідної

Назва зразка	Представники антоціанів	Масова концентрація, мг/100 г	% від вмісту фенольних сполук	Домінуючий представник	Масова концентрація, мг/100 г	% від вмісту фенольних сполук	% від вмісту антоціанів
Ягоди	Ціанідини	617,80	75,87	Ціанідин-3-О-галактозид	426,10	52,33	68,97
К1		84,10	39,94		57,90	27,50	68,85
К2		202,54	60,71		138,00	41,36	68,13
Ф1		217,90	59,54		148,50	40,58	68,15
Ф2		250,90	53,28		174,70	37,10	69,63
Ф3		247,70	65,08		169,80	44,61	68,55

Таблиця 6

Вміст органічних кислот та цукрів у соках з горобини чорноплідної, % (n = 3, p ≤ 0,05)

Назва зразка	Розчинні сухі речовини	Органічні кислоти			Цукри		Поліспирт
		лимонна	яблучна	янтарна	глюкоза	фруктоза	
Контроль К1	17,20	0,03	1,02	0,55	3,58	2,98	7,05
Обробка МЕК	18,80	0,13	1,63	0,77	4,28	3,51	7,41

Результатами експериментальних досліджень (табл. 5) підтверджено, що найбільшу частку в соках складають антоціани – 60,40...65,76 %. Під час ферментолізу відбувається максимальний перехід антоціанів із сировини у сік: 35,50 % – зразок Ф3; 40,05 % – зразок Ф1 та 40,50 % – зразок Ф2. Вста-

неному вигляді вони швидко засвоюються організмом, фруктоза у 2,5 рази солодша від глюкози і в 1,7 рази – від сахарози. Застосування ферментативного каталізу підвищує вміст цукрів у зразках соків на 18,8 % у порівнянні з контрольним зразком. Поряд з цукрами у соках з горобини чорноплідної виявлено багатоатомний спирт сорбіт – вміст його, у

зразках соків, отриманих із застосуванням МЕК, підвищується на 5,0 %.

Висновки.

Результатами проведених досліджень встановлено, що попередня обробка м'язги горобини чорноплодної ферментними препаратами збільшує загальний вміст сполук, що формують якість соків. Проведено аналіз фракційного складу фенольних

сполук при різних способах попередньої обробки м'язги і визначено, що максимальний перехід фенольних сполук досягається при ферментативному каталізі м'язги, що пройшла попереднє прогрівання з метою інактивації ендоферментів сировини.

Перспективою подальших досліджень у даному напрямі є перевірка вдосконаленої технології виробництва соків у виробничих умовах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дадали, В.А. Биологически активные вещества лекарственных растений как фактор детоксикации организма [Текст] / В.А. Дадали, В.Г. Макаров // Вопр. питания – 2003 – №5 – С.49-55.
2. Wang Shiw, U. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage [Text] | U. Shiw Wang, Hsin-Shan Vin // J. Agr. and Food Chem. – 2000. – Vol. 48, № 2. – P. 140-146.
3. Хомич, Г.П. Фенольні сполуки дикорослих плодів і ягід: склад, властивості, зміни при переробці: монографія [Текст] / Г.П. Хомич, Л.В. Капрельянц – Полтава: ПУЕТ, 2013. – 217 с.
4. Хомич, Г.П. Використання ферментних препаратів для переробки плодово-ягідної дикорослої сировини [Текст] / Г.П. Хомич, Л.В. Капрельянц, Н.І. Ткач // Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. пр. ДонНУЕТ – Донецьк. – 2010. – Вип. 25. – С. 123-128.
5. Хомич, Г.П. Вплив гідролітичних ферментів на харчову цінність соків із аронії [Текст] / Г.П. Хомич, Л.В. Капрельянц // Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. пр. ДонНУЕТ – Донецьк, 2011. – Вип.26. – С. 493-499.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664-404.9:577.151.62

НІКІТЧІНА Т.І., канд. техн. наук, доцент, АФАНАСЬЄВА Т.М., канд. техн. наук, асистент

Одеська національна академія харчових технологій

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ПЕКТИНМЕТИЛЕСТЕРАЗ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФРУКТОВИХ ДРАГЛЕПОДІБНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Одержанні модифіковані пектинові речовини із використанням рослинного комплексу пектолїтичних ферментів і продукти на його основі із густою, драгледоподібною консистенцією без додавання цукру і кислоти.

Ключові слова: пектинові речовини, пектолїтичні ферменти, ступінь етерифікації, драглі, фруктове пюре.

Obtaining modified pectin using pectinase enzyme complex of vegetable products and products based on it with thick, gelatinous consistency without the addition of sugar and acid.

Keywords: pectin, pectinase enzymes, the degree of esterification, jelly, fruit puree.

Великий інтерес представляє одержання консервованих продуктів із підвищеними функціональними властивостями. Ці властивості посилюються завдяки введенню до їх складу низькоетерифікованого пектину, який володіє комплексують здатністю стосовно багатовалентних металів та сприяє драглетворенню фруктовоочових мас без введення цукру в продукт або при низьких його кількостях.

Міцність драглі залежить від молекулярної маси пектину, його ступеня етерифікації, концентрації цукру, кількості баластних речовин, супутніх даному пектину, температури і рН середовища [1].

Метою роботи стало одержання продуктів із густою, драгледоподібною консистенцією без додавання цукру і кислоти на основі введення природних структуроутворювачів – пектинових речовин, властивості яких були модифіковані при використанні рослинного комплексу пектолїтичних ферментів.

Змінити ступінь етерифікації пектинових речовин сировини можна кислотним, лужним та ферментативним способами. Для кислотного способу отримання низькометоксильованих пектинових ре-

човин характерна низька швидкість процесу деетерифікації, що призводить до деполімеризації макромолекул пектинових речовин, особливо при нагріванні. Перевагою лужного способу деетерифікації є його висока швидкість проходження цього процесу і низька температура, що значно знижує деградацію макромолекули пектину. Ферментативний спосіб за швидкістю деетерифікації не поступається лужному способу і протікає без змін значення молекулярної маси [2].

При ферментативному способі деетерифікації на властивості пектинових речовин впливає природа пектинметилестерази. Так, пектинметилестераза рослинного походження послідовно відщеплює метоксильні групи, починаючи від вільної карбоксильної групи, утворюючи блоки до 14 вільних карбоксильних груп. Пектинметилестерази мікробного походження відщеплюють метоксильні групи хаотично. Розподіл вільних карбоксильних груп відбувається аналогічно процесу деетерифікації при дії кислот і лугів [3].

Об'єктами у лабораторних дослідженнях стали свіжі яблучні вичавки після вилучення від 60 % до 87 % соку з яблук, які використовували для одержання пектинових речовин за традиційною технологією кислотним гідролізом [4], у якості контрольного зразка. Також фруктова сировина осіннього сезону: яблука, сливи, груші, айва, яку використовували для одержання концентрованого фруктового пюре. Раніше нами встановлена активність пектинметилестерази різних овочів [7]. Джерелом пектолїтичних ферментів були екстракти листя вищих

рослин: подорожника, люцерна, конюшини [5, 6, 7]. Їх активність досліджували за швидкістю гелеутворення одного відсоткового розчину яблучного пектину із ступенем етерифікації 75 % [7].

Ферментативний витяг виготовляли екстрагуванням тонкоподрібненого сушеного листя рослинної сировини і води у співвідношенні 1:3, протягом 3 годин при температурі не вище 20°C. Процес драглетворення досліджували на модельному одновідсотковому розчині пектину (с.е. 75 %) та водного екстракту листя (табл. 1).

Таблиця 1

Активність пектолїтичного комплексу ферментів рослинної сировини

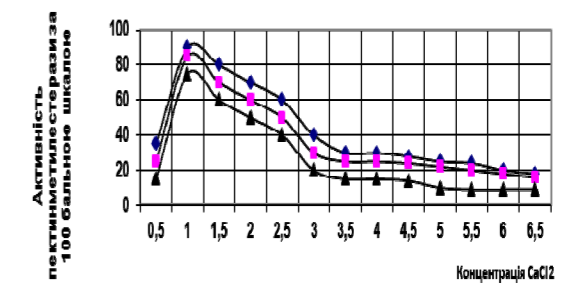
Сировина	Пектолїтична активність, за 100 бальною шкалою		Швидкість гелеутворення, хв
	пектинметилестеразна	полігалактуразна	
Листя подорожника	80	40	10
Листя люцери	90	20	5
Листя конюшини	70	50	15

Активність пектинметилестерази листя люцери на 10% більше естеразної активності листя подорожника і на 20% – листя конюшини, в той же час полігалактуразна активність листя люцери нижча на 20 – 30 %.

Таким чином володіючи найвищою пектинметилестеразною та найнижчою полігалактуразною активністю листя люцери проявляють у 100 разів швидше свою гідролізуючу дію на пектинові речовини ніж листя подорожника і конюшини.

Оптимум дії рослинних пектинметилестераз знаходиться у межах рН 4,5 – 6,0 та температурі 30 – 40 °С.

Особливістю драглетворення низькоетерифікованих пектинових речовин є наявність в суміші іонів багатовалентних металів (рис. 1).



—♦— Листя подорожника —■— Листя люцери —▲— Листя конюшини

Рис.1. Вплив концентрації CaCl₂ на активність пектолїтичних ферментів рослинної сировини

Головною умовою драглетворення є також наявність в сировині достатньої кількості пектинових речовин. Для високоетерифікованих пектинових речовин (с.е. до 75%) утворення драглі проходить при його вмісті близько один відсоток.

Вміст пектинових речовин у яблуках, сливі, груші, айві (рис. 2). Значний вміст водорозчинного пектину у айві, яблуках і сливі. Пектинові речовини груш мають слабкі властивості до утворення драглі.

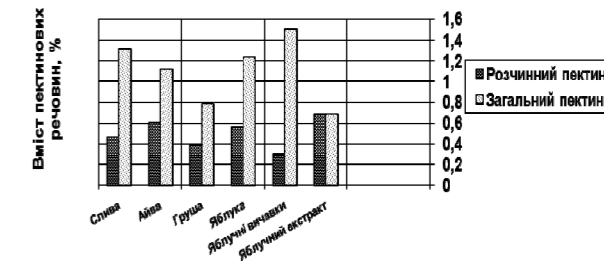


Рис.2. Динаміка масової частки різних форм пектинових речовин у фруктній сировині і напівфабрикатах

Співвідношення між формами пектину у різних видів і сортів сировини різне. У яблук вміст протопектину в середньому біля 50% загального його вмісту, у айви цей показник менше (табл. 2).

Таблиця 2

Фізико-хімічна характеристика досліджуваних фруктів та продуктів їх переробки

Сировина	Масова частка					
	Сухих речовин, %	Органічних кислот у перерахунку на яблучну, %	Загального пектину, %	Водорозчинного пектину, %	Вуглеводів, %	Аскорбінової кислоти, мг/100г
Яблука пюре	12	0,50	1,23	0,56	10,0	8,0
			1,23	1,13		5,0
Айва пюре	12,5	0,54	1,12	0,6	9,8	11,0
			1,12	1,05		5,2
Груша пюре	11,5	0,28	0,78	0,39	9,3	10,0
			0,78	0,55		6,3
Слива пюре	10	0,62	1,31	0,46	8,8	9,0
			1,31	1,23		7,8
Яблучні вичавки пюре	14,8	0,29	1,5	0,3	3,56	1,15
			1,5	1,28		0,2

Встановлено, що в утворенні пектинового драглю приймає участь тільки розчинний пектин.

Утворення пектинового гелю проходить лише з водорозчинними пектином. Для переводу протопектину в розчинну форму фрукти бланшували і

протирали. Отриману пореподібну масу використовували для досліджень вибору співвідношення пюре – водний екстракт пектинметилестерази та терміну процесу ферментоліза (рис. 3, 4).

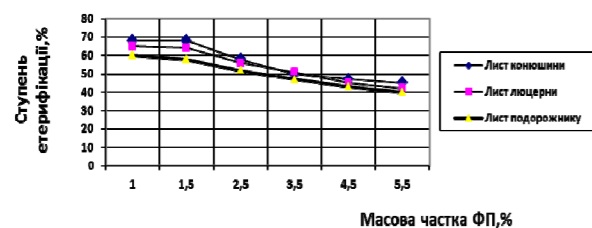


Рис.3. Вплив масової частки водного екстракту пектинметилестерази на зміну ступеня етерифікації пектину

Оптимальна кількість ферментного препарату подрібненого листа складає 3,5 %, що дає змогу знизити ступінь етерифікації яблучного пектину до 40 %. Така ступінь етерифікації дозволяє згущувати фруктові напівфабрикати без додавання цукру в присутності іонів Са.

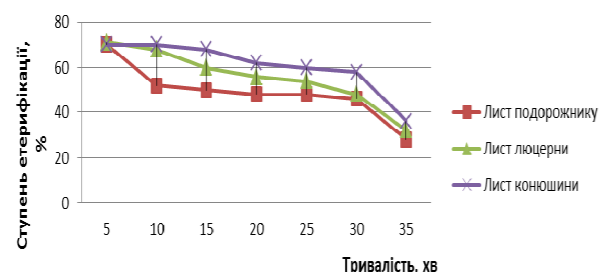


Рис.4. Кінетика зміни ступеня етерифікації пектинових речовин яблучного екстракту під дією пектинметилестерази рослинного походження

Зниження ступеня етерифікації пектинових речовин призводить до утворення згустків.

Дослідження тривалості зниження ступеню етерифікації яблучного пектину під дією пектинметилестерази різної рослинної сировини показало, що процес повинен протікати не більше 30 хв. для попередження утворення нерозчинної Са-солі полігалактуронової кислоти.

Дослідним шляхом встановлювали співвідношення яблучного екстракту і фруктової протертої маси для досягнення оптимальної кількості пектинових речовин – 1 г на 100г продукту (рис.5) і послідовного одержання згущеного продукту без додавання цукру.

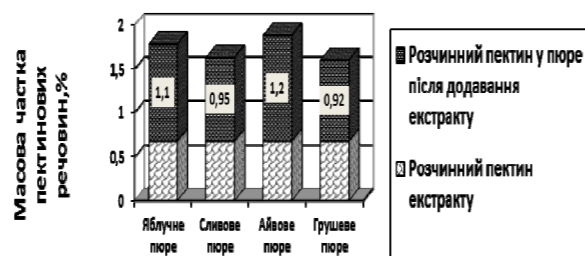


Рис 5. Вплив додавання пектинового екстракту на масову частку пектинових речовин у фруктовому пюре: пюре : екстракт – 1:0,3; 1:0,3; 1:0,4; 1:0,5 відповідно

Одержали умови для згущування фруктового пюре без цукру із яблучним пектином зі зміненими властивостями за рахунок додавання ферментного препарату рослинного походження табл. 3.

Таблиця 3
Оптимальні умови одержання структурованого фруктового пюре

Напівфабрикат	Співвідношення пюре, яблучного екстракту, ферментативний препарат	Умови ферментування (листя подорожника, або люцерни чи конюшини)
Яблучне пюре	1:0,3:0,03	35 ± 5°C, рН 5,5 ± 5, у присутності СаCl ₂ не більше 1% до екстракту, тривалість 10±5 хв
Айвовое пюре	1:0,3:0,04	
Грушеве пюре	1:0,3:0,05	
Сливеое пюре	1:0,3:0,03	

Одержання згущених фруктових напівфабрикатів з використанням ферментів рослинного походження передбачає миття, сортування, підігрів, протирання фруктів і змішування із пектиновим екстрактом із свіжих яблучних вичавок та екстрактом пектинметилестерази.

Суміш витримують при температурі 35±5 °С протягом 10±5 хв., нагрівають до температури 85±3 °С і фасують у скляну тару місткістю до 1дм³.

Готовий продукт має природний смак і колір тих плодів із яких вони виготовлялись. Фізико-хімічні показники у продукті не перевищують встановлених нормативних показників властивих даному виду продукту за діючими нормативними документами.

Таблиця 4

Згущене фруктовое пюре	Фізико-хімічна характеристика холодно-протертих фруктових мас						Енергетична цінність	
	Сухих речовин, %	Органічних кислот у перерахунку на яблучну, %	Загально-го пектину, %	Водорозчинного пектину, %	Вуглеводів, %	Аскорбінової кислоти, мг/100г	ккал	кДж
Яблучне	14	0,52	1,33	1,18	12,0	10	48	192
Айвовое	14,5	0,48	1,22	1,12	12,2	14	48,8	195,2
Грушеве	12,5	0,38	1,10	0,82	10,5	12	42	168
Сливеое	11,5	0,62	1,36	1,25	9,5	10	38	152

Встановили, що одержані згущені фруктові продукти характеризуються добрими біологічними властивостями і є низькокалорійними, що дозволяє їх рекомендувати для використання у харчовій промисловості для виробництва фруктово-ягідних киселів із підвищеним вмістом пектину та, як низь-

коцукристу згущену продукцію, для дисертів і кондитерських виробів. Підвищений вміст високоякісного полісахариду – пектину у розробленому продукті може бути добавкою при утворенні нутрієнтно-адекватних дієт для різних вікових груп населення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Голубев, В.Н. Пектин: химия, технология, применение [Текст] / В.Н. Голубев, Н.П. Шелухина. – М., 1995. – 317 с.
2. Кочеткова А.А., Колеснов А.Ю. Строение, функциональные свойства и производство пектина // Пищевая пром-сть. – 1993. - №1. – С. 31-33.
3. Губенкова Е.Н., Сомов В.К. Физико-химические свойства пектина, растворов и студней на его основе // Пищ. пром-сть. – 1988. – № 5. – С. 13-16.
4. Пектин Производство и применение [Текст] / Н.С. Карпович, Л.В. Донченко, В.В. Нелина и др. – К.: Урожай, 1989. – 88 с.
5. Технология ферментных препаратов, И.М. Грачев, М., «Агропромиздат», 1987, 335с.
6. Влияние способов дестерификации пектиновых веществ на их растворимость в кислых средах. Безусов А.Т., Белоусова И.А., Никитчина Т.И. // Научно-виробничий журнал. Харчова наука і технологія/ ОНАХТ, Т2(2). - Одеса, 2008. – С. 27-30.
7. Дослідження активності пектолітичного комплексу ферментів рослинної сировини в технології низькометоксильованого пектину. Безусов А.Т., Сторожук В.М., Нікітчина Т.І., Мілева І.С. // Наук. праці / ОНАХТ. Вип. 44,Т.2 – Одеса, 2013. – С. 8-12.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664.0:637.52

БАЛЬ-ПРИЛИПКО Л.В., д-р техн. наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА
М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

В статті представлено результати експериментальних досліджень щодо реалізації комплексного підходу до забезпечення високого рівня якості і біологічної безпеки м'ясних продуктів із застосуванням біотехнологічних прийомів.

Ключові слова: якість, біотехнологія, інновації, екологія, біобезпечність.

The paper presents experimental studies on an integrated approach to providing high quality and biological safety of meat products using biotechnology techniques.

Keywords: quality, biotechnology, innovation, ecology, bio safety.

Промислова біотехнологія мікроорганізмів – самостійна наука, яка включає в себе закони, спрямованого біосинтезу продуктів і речовин з використанням одноклітинних живих організмів або їх ізольованих компонентів. Мікробні біотехнології інтегровані в науку з природи, що обумовлює використання мікробних і ферментативних процесів для виробництва харчових продуктів, та ґрунтуються на теоретичних і методологічних позиціях молекулярної біології, генетики, біохімії, фізіології і цитології. Біоконсервування засновано на використанні бактеріоцинів – як перспективного підходу до збереження продуктів харчування, у тому числі м'ясних. Пошук природних консервантів, що відповідають вимогам безпеки для споживачів і виробників – актуальне питання для харчової промисловості. Бактеріальний антагонізм давно відомий, але в останні роки це явище отримало належної уваги, особливо при використанні різних штамів молочнокислих бактерій. У ферментованих харчових продуктів молочнокислі бактерії володіють різною активністю антагоніста. Це обумовлено головним чином до утворення органічних кислот та інших речовин, таких як бактеріоцини, і пептиди. Після запуску ферментації вуглеводів кисломолочних

культур, спостерігається зниження рН, як відомо, низьке значення рН призводить до гомеостазу патогенних бактерій і інгібує їх ріст. Одна з важливих властивостей стартових культур – здатність синтезувати антимікробні речовини, бактеріоцини. Бактеріоцини – це складний комплекс, частиною якого білковий або поліпептидний компонент, що відповідає за бактерицидну активність, яка призводить до інгібування росту і розмноження бактерій. Інтерес до цих речовин значно зріс в зв'язку з перспективами їх використання для продовження термінів зберігання м'ясних продуктів, у якості інноваційною альтернативи хімічним консервантам. Бактеріоцини продукують такі мікроорганізми: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *nonpatogenic*, *Staphylococcus xylosus* і *Staphylococcus carnosus*. Один з можливих способів поліпшення фізичної та хімічного захисту клітини бактерій молочної кислоти стимулюють вироблення і секрецію вторинних метаболітів у виробництві м'ясних продуктів мікрокапсулювання іммобілізації клітини.

Відповідно до сучасних вимог щодо якості та безпеки м'ясних продуктів колективом авторів розроблено комплексний підхід до вирішення даного питання. Суть комплексного підходу полягає в одночасному використанні:

- антимікробного засобу на основі католіту з показниками рН = 11–12; ОВП= -600 ± 50 мВ;
- бактеріального препарату «Аромалакт», який складається зі стартових культур (*Lactobacillus plantarum* 21, *Pediococcus acidilactici* 55, *Staphylococcus xylosus* 45, *Debaryomyces hansenii* Dhi) та

володіє вираженою нітраторедуктазною активністю;

– препарату для поверхневої обробки, розробленого на основі аноліту.

Основним технологічним завданням розробленого комплексного підходу було пролонгування терміну зберігання варених ковбас до 10 діб зі стабільно високим рівнем якості та біологічної безпечності, при одночасному зменшенні залишкового вмісту нітриту натрію в готовому продукті. Удосконалена технологія реалізується шляхом: додавання в м'ясну систему бактеріального препарату «Аромалакт» після подрібнення сировини на вовчк, у кількості 100г/100 кг; внесення на стадії кутурування антимікробного засобу замість водної складової рецептури; поверхневої обробки готових батонів вареної ковбаси бактерицидним препаратом на основі аноліту протягом 15 хвилин, замість звичайної води на стадії охолодження.

Таблиця 1
Результати дослідження нітраторедуктазної активності бактеріального препарату «Аромалакт»

Показник	Зразки варених ковбас			
	1 – контрольний 0,0075 % NaNO ₂	2 – дослідний «Аромалакт»+ 0,0075 % NaNO ₂	3 – дослідний «Аромалакт» 0,005 % NaNO ₂	4 – дослідний «Аромалакт»+ 0,003 % NaNO ₂
Масова частка нітриту натрію, %	0,0047±0,0002	Виявлені сліди	Виявлені сліди	Виявлені сліди
Кількість нітрозопігментів, %	68,15±0,56	78,93±0,45	77,48±0,59	70,11±0,44

Для визначення мінімально можливого рівня виведення нітриту натрію у м'ясний фарш та оцінки нітраторедуктазної активності бактеріального препарату «Аромалакт» було підготовлено чотири зразки: 1-й – контроль, 2-й, 3-й і 4-й – з додаванням нітриту натрію в кількості 3, 5 і 7,5 мг на 100 г сировини, відповідно. Результати дослідження нітраторедуктазної активності бактеріального препарату «Аромалакт» представлено в таблиці 1.

Визначення вмісту залишкової нітриту натрію показало відсутність іонів нітриту (точність вимірювання ± 0,00002 %) у дослідних зразках (№ 2, 3, 4) в порівнянні з контрольним (№ 1). Зразки без залишкового нітриту відрізнялися більш високим вмістом нітрозопігментів в порівнянні з контрольним, що засвідчує виражену нітраторедуктазну активність бактеріального препарату «Аромалакт». Отримані дані свідчать про можливість зниження

рівня введення нітриту натрію в варені ковбасні вироби з 0,0075 % до 0,003 % при одночасному виведенні в рецептуру бактеріального препарату.

Подальші дослідження проводили з урахуванням результатів попередніх з двома зразками вареної ковбаси – контрольним, виробленим за стандартною технологією, кількість внесення нітриту натрію становить 7,5 мг на 100 г сировини та дослідним – виготовленим за удосконаленою біотехнологією, кількість внесення нітриту натрію становить 3 мг на 100 г. Результати дослідження хімічного складу контрольних та дослідних зразків варених ковбас представлено на рисунку 2.

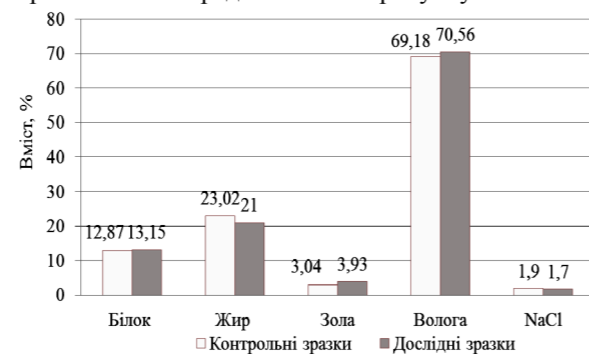


Рис.1. Хімічний склад варених ковбас

Аналіз даних на рисунку 1 свідчать про те, що контрольні та дослідні зразки варених ковбас відповідають вимогам, щодо якості. Внесення до складу дослідних зразків ковбасних виробів антимікробного засобу та бактеріального препарату чинить позитивний вплив на загальне розподілення складових компонентів, що є перевагою у порівнянні з контролем. Зниження вмісту жиру і підвищення вмісту білку зменшує загальну калорійність продукту, що відповідає сучасним тенденціям в області здорового харчування. Також слід відмітити підвищення вмісту вологи в дослідних зразках, що говорить про покращення розподілення та зв'язування вологи у продукті. Для оцінки харчової цінності досліджено амінокислотний склад варених ковбас та розраховано амінокислотні скороти (табл. 2).

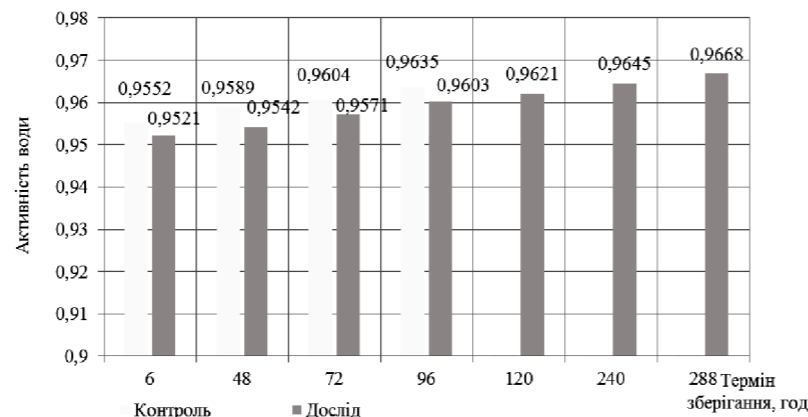


Рис. 2. Зміна активності води a_w під час зберігання зразків варених ковбас

Дегустаційною комісією було відзначено, що органолептичні показники якості дослідних зразків вареної ковбаси в динаміці зберігання значно перевершували контрольні, та були стабільно високої якості протягом 10 діб.

Аналіз даних рисунку 2 свідчить, що у дослідних зразках активність води менша ніж у контролі та в динаміці зберігання не перевищує значення 0,9668, що є допустимим рівнем і свідчить про стійкість м'ясної системи до життєдіяльності мікрофлори.

Наступним етапом наукової роботи було дослідження динаміки змін стану ліпідної фракції варених ковбас протягом гарантованого терміну зберігання та двох резервних діб. Оцінку стійкості проведено за характеристиками кислотних, перекисних і тіобарбітурових чисел. Результати свідчать про те що, на 10 добу зберігання перекисне, кислотне та тіобарбітурове числа дослідних ковбас заходилися в межах допустимих стандартами норм. Підвищення стійкості ліпідної фракції до окисних процесів пояснюється антиоксидантною дією антимікробного засобу, також в якості протектора до процесів псування виступає поверхнева обробка бактерицидним препаратом. Основним критерієм для позитивної гігієнічної оцінки обгрунтованості термінів придатності продукції є відсутність негативної динаміки всього комплексу досліджуваних показників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Концепції державної політики у сфері управління якістю продукції (товарів, робіт, послуг): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.08.2002 р. № 447 // Офіційний вісник України. – 2002. – № 34. – С. 238.
2. Указ Президента України "Про заходи щодо підвищення якості вітчизняної продукції" № 113/2001 : підписано 23 лютого 2001 р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К.: Парлам. вид-во, 2001. — (Бібліотека офіційних видань).
3. Закон України "Про безпечність та якість харчових продуктів Документ 771/97-вр: остання редакція від 30.05.2011/ Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К.: Парлам. вид-во, 2011. — (Бібліотека офіційних видань).

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК: 637.522; 579.674

ДАНИЛЕНКО С.Г., канд. техн. наук., ПАНАСІОК І.В.,
мол. наук. спів., НЕДОРІЗАНЮК Л.П., мол. наук. спів.
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ
МІКРОФЛОРА М'ЯСНИХ РОЗСОЛІВ

Досліджено мікрофлору м'ясних розсолів. Встановлено, що мікрофлора розсолів представлена переважно родами Lactobacillus, Micrococcus та Staphylococcus. Показано, що чисельність бактерій у см³ розсолу, не перевищує мільйонів клітин. Оцінено технологічний потенціал вилучених штамів. Встановлено наявність нітратредукуючої, каталазної та ароматоутворювальної активностей у 52 % відібраних штамів бактерій, що дає підстави розглядати їх як промислово перспективні культури.

Ключові слова: мікрофлора, розсіл, технологічні властивості, штами.

Studied microflora meat brines. It is established that microflora brines presents mainly by Lactobacillus, Micrococcus and Staphylococcus. Estimated technological potential of the isolated strains. In 52 % of the selected strains of bacteria shown the presence of nitrate reductase, katalase and aroma forming activities, it allows you to replenish the best of them in a collection of industrial strains.

Keywords: microflora, brine and engineering properties of strains.

Під час дослідження мікробіологічних показників в процесі зберігання зразків варених ковбас виявлено, що в контрольних зразках на 5 добу розвиваються дріжджі. Санітарно-гігієнічні показники дослідних зразків варених ковбас відповідали всім вимогам безпечності протягом гарантованого терміну зберігання та двох резервних діб. Дана тенденція пояснюється комплексною дією бактеріального препарату «Аромалакт», антимікробного засобу та бактерицидного препарату для поверхневої обробки вареної ковбаси.

Висновки. В результаті комплексних досліджень гіпотеза щодо використання біотехнологічних прийомів, зокрема екологічно безпечних антимікробних, бактеріальних та бактериостатичних препаратів для покращення комплексних показників якості та безпечності м'ясних продуктів була експериментально підтверджена. Отримані результати дозволяють рекомендувати комплексний біотехнологічний підхід для пролонгування терміну зберігання вареної ковбаси до 10 діб з гарантовано високим рівнем якості і біологічної безпечності, та підвищення екологічної чистоти готових продуктів за рахунок мінімізації рівня внесення нітриту натрію до 3 мг на 100 г, що дозволяє практично усунути його залишковий вміст в продукті.

кі, кокурії та дріжджі відносять до технологічно бажаної мікрофлори; у м'ясній сировині вони активно розмножуються, розкладають глікоген, білки, жири, утворюють речовини, які пригнічують розвиток умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів. Завдяки їхній життєдіяльності формуються органолептичні показники, притаманні саме ферментованим м'ясним виробам: щільна консистенція, характерний червоний колір, специфічна гама аромату та смаку, а також здатність до тривалого зберігання [1–4].

Метою роботи було дослідження мікрофлори розсолів, що застосовується у виробництві м'ясних продуктів та пошук штамів різних таксономічних груп з високим рівнем біохімічної активності.

Об'єктами дослідження були зразки розсолів, мікрофлора м'ясних виробів, молочнокислі бактерії.

Дослідження вели традиційними мікробіологічними методами за схемою, яка передбачала виділення перспективних для промисловості штамів грам-позитивних каталазопозитивних коків, молочнокислих бактерій. Наявність санітарно-показової (БГКП, сульфитредукувальні клостридії, *Proteus ssp.*), умовно-патогенної (*S. aureus*) та патогенної мікрофлори (бактерії родів *Salmonella*, *Listeria*) визначали згідно з ГОСТ 21237-75 та ДСТУ ISO 11290-1:2003.

Ідентифікацію мікроорганізмів здійснювали за морфологічними, фізіолого-біохімічними властивостями, а саме ріст за анаеробних умов, утворення газу з глюкози, рухливість, ріст за різних температурних режимів (10–45 °C), у межах (3,0–9,2) од. рН; ріст на МПБ і з вмістом хлориду натрію (4–15) %, використання вуглеводу як єдиного джерела живлення (арабінози, галактози, глюкози, ксилози, лактози, мальтози, манітолу, маннози, меліцитози, рафінози, рибози, сахарози, трегалози, фруктози, целобіози), здатність до розрідження желатину, наявність каталази, лецитинази, термостабільної ДНКазы тощо вивчали за методами, описаними Ф. Герхардом [5], Френевром [6]. Для визначення окремих біохімічних властивостей також використовували набір-тестів фірми HiMedia Laboratories Pvt Ltd., Індія.

Протеолітичну активність культур визначали на МПА з 5 % NaCl з додаванням 10 % гідролізованого молока. З добової культури готували бактеріальну суспензію у фізіологічному розчині з густиною 0,5 за стандартом Макфарланда ($1,5 \times 10^8$ КУО/см³), в яку вносили на 3–5 хв стерильні диски з фільтрувального паперу (діаметром 6 мм). Диски просякнуті різними культурами розкладали на поверхню середовища (4–6 на одну чашку). Після інкубації упродовж 72 год за температури 30 °C проводили оцінювання протеолітичної активності за наявністю зони просвітлення навколо диску, площу якої обчислювали у мм² за формулою $S = \pi (R^2 - r^2)$, де R – радіус зони просвітлення, r – радіус колонії [7].

Приналежність позитивних за Грамом та каталазою коків до роду *Staphylococcus* встановлювали за такими діагностичними тестами: ферментація глюкози з утворенням кислоти за анаеробних умов; здатність до окиснення гліцерину в присутності еритроміцину (0,4 мг/л); чутливість до фуразолідону (диски 100 мкг); стійкість до лізоциму.

За допомогою діагностичної експрес-системи «Діастаф» [8] підтверджували чистоту культури стафілококів, і у разі потреби розділяли змішані культури.

Наявність коагулази визначали для попередньої оцінки ступеня безпеки стафілококів, проводили згідно з ДСТУ IDF 138:2003. За позитивний і негативний контроль брали реакцію з типовими колекційними штамми *S. aureus* ГСК 049065 та *Kocuria varians* ATCC 9341 відповідно.

Для мікробіологічного дослідження було взято 5 зразків розсолів. Ці розсоли застосовували для різної м'ясної сировини, рівень рН знаходився у межах 6,4 до 6,6. Проби розсолів були відібрані за різною тривалістю соління, а саме розсоли №1 – 3 для шинки «Особливої», розсоли №4 – 5 для балику було взято через 7 діб соління через 7 діб та 2 доби відповідно.

В обстежених зразках перелічені вище санітарно-показові мікроорганізми були відсутні і це є позитивною ознакою, яка свідчить про високий рівень санітарно-гігієнічних умов виробництва цих продуктів.

У результаті проведеного мікробіологічного дослідження було показано, що загальна чисельність мікрофлори у застосовуваних у технології розсолах була майже однаковою і коливалась в межах від $1,3 \cdot 10^6$ КУО/см³ до $5,6 \cdot 10^6$ КУО/см³ та розрізнялась за співвідношенням основних груп мікроорганізмів (табл.).

Таблиця

Зразок	Загальна чисельність мікроорганізмів, КУО/г	Співвідношення груп мікроорганізмів, %				
		МКБ	МК+СТ	ДП	СУ	СПМ
Розсіл 1 для шинки	$1,4 \cdot 10^6$	43	10	16	22	9
Розсіл 2 для шинки	$4,2 \cdot 10^6$	38	15	17	24	6
Розсіл 3 для шинки	$5,6 \cdot 10^6$	35	26	11	18	10
Розсіл 4 для балику	$1,3 \cdot 10^6$	25	35	14	17	9
Розсіл 5 для балику	$1,3 \cdot 10^6$	20	33	15	21	11

Примітка. МКБ – молочнокислі бактерії; МК+СТ – мікрококи та стафілококи; ДП – дріжджі, СУ – спорутовувальні бактерії; СПМ – санітарно-показова мікрофлора.

Зокрема у розсолах для шинки переважали молочнокислі бактерії (35 – 43 %), тоді як у розсолах для балику перевага була на боці кокових форм – мікрококів та стафілококів (33 – 36 %). Значну частку склали дріжджі (11 – 17 %) та споруто-

увальні бактерії – від 17 до 24 %. Вміст санітарно-показової мікрофлори не перевищував 11 %.

За допомогою діагностичних тестів було виділено 27 ізолятів каталазопозитивних коків, з розсолів, і 20 із них (74,4 %) віднесено до роду *Staphylococcus*.

За попередньою оцінкою ступеня безпеки 20 штамів стафілококів, було встановлено, що 3 штам – коагулазопозитивні і є потенційно небезпечними. Їх було вилучено з подальшої роботи.

Серед нововиділених штамів 82 % були здатні до відновлення нітратів/нітритів, решта не володіла такою властивістю.

Дослідження здатності до росту в діапазоні температур, вмісту NaCl та рівня кислотності середовища, що є характерним для розсолу та готових ферментованих м'ясних продуктів показало, що майже всі культури росли у межах температур (10–40) °C (рис.1). Зі зростанням солоності середовища зменшувалась кількість штамів, здатних до росту. Так, якщо за концентрації хлориду натрію 4,0 % та 6,5 % зафіксовано ріст, відповідно, для 100 % та 96 % штамів, то вже за 10 % вмісту NaCl – лише для 80 %.

Істотним фактором, який обмежував ріст стафілококів, була активна кислотність середовища рН 4,5 од. За такої кислотності життєздатними були лише 64 % досліджених штамів.

Відомо, що смак і аромат сиров'ялених продуктів утворюється за рахунок ліполітичної і протеолітичної активності мікроорганізмів. Під дією протеолітичної активності бактеріальних культур білки м'яса розщеплюються до вільних амінокислот, які безпосередньо беруть участь у формуванні смаку. Завдяки ліполітичній активності мікроорганізмів утворюються легкі жирні кислоти, які надалі перетворюються у карбонільні сполуки і сприяють утворенню аромату готової продукції. Консистенція м'ясних продуктів також залежить від стану м'язових білків (саркоплазматичних і міофібрилярних). Чим сильніше відбувається протеоліз в

м'ясному продукті, тим нижнішим він стає і відповідну роль у цьому процесі відіграють бактеріальні культури, які впливають на консистенцію внаслідок своєї протеолітичної активності.

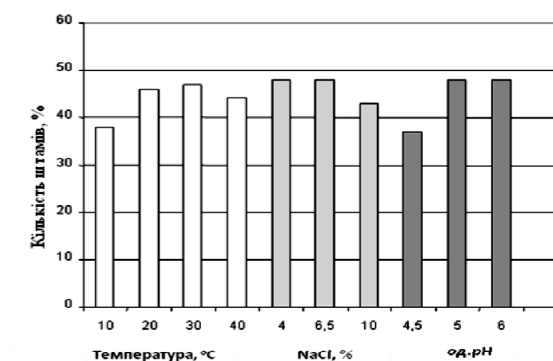


Рис.1. Здатність до росту штамів стафілококів в умовах, характерних для розсолу.

Дослідження штамів за протеолітичною активністю показало, що переважна більшість штамів стафілококів була здатна до гідролізу молочних білків. Так, з 17 досліджених штамів: 3 – утворювали зону просвітлення діаметром понад 10 см, 6 – від 13 см до 15 см, 2 – до 20 см, для решти 6 протеолітичну активність не спостерігали. Найбільшим діаметром зони просвітлення характеризувався *S. xylosus* 5307 – 24 см.

Висновки. Проведено аналіз мікрофлори 5 зразків розсолу з метою вивчення кількісного і якісного складу мікрофлори.

Показано, що чисельність бактерій у см³ розсолу, не перевищує мільйонів клітин. Визначено, що найпоширенішими родами є *Lactobacillus*, *Micrococcus* та *Staphylococcus*.

Встановлено наявність нітратредукувальної, каталазної та ароматоутворювальної активностей у 52 % відібраних штамів бактерій, що дає підстави залучити найкращі з них розглядати як промислово перспективні культури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Caplice E. E., Fitzgerald F.F/ Food fermentation: role of microorganisms in food production and preservation // Int. J. Food Microbiol. – 1999. – Vol. 50, № 1. – P. 131–149.
- Martin B. Molecular, technological and safety characterization of Gram-positive cocci from slightly fermented sausages / B. Martin, M. Garriga, M. Hugas et al. // Int. J. Food Microbiol. – 2007. – Vol. 107, № 2. – P. 148–158.
- Spaziani M., Del Torre M., Strecchini M.L. Changes of physicochemical, microbiological, and textural properties during ripening of Italian low-acid sausages. Proteolysis, sensory and volatile profiles // Meat Science. – 2009. – Vol. 81, № 1. – P. 77–85.
- Talon R., Leroy S., Lebert I. Microbial ecosystems of traditional fermented meat products: The importance of indigenous starters // Meat Science. – 2007. – Vol. 77, № 1. – P. 55–62.
- Герхард Ф. Методы общей бактериологии. В 3 томах / Под ред Ф. Герхард и др.; пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 1270 с.
- Frenev J., Kloos W.E., Hajek V. Recommended minimal standards for description of new staphylococcal species. Subcommittee on the taxonomy of staphylococci and streptococci of the International Committee on Systematic Bacteriology // Int. J. Syst. Bacteriol. – 1999. – Vol. 49, № 2. – P. 489–502.
- Essid I., Hanen Ben Ismail, Sami Bel Hadj Ahmed Characterization and technological properties of *Staphylococcus xylosus* strains isolated from Tunisian traditional salted meat // Meat Science. – 2007. – Vol. 77, № 2. – P. 204–212.
- Смирнов В.В., Киприанова Е.А., Проскурякова Н.Б., Гвоздяк О.Р., Гарагуля А.Д. «Диастаф» – экспрес-метод диагностики стафилококков // Информационное письмо Республиканского центра научной медицинской информации. – 1995. – Вып. 6. – 96 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

ВАРАНКІНА О.О., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

БІОЛОГІЧНА ДІЯ БЕТА-КАРОТИНУ: ПОЗИТИВНІ І НЕГАТИВНІ АСПЕКТИ

Систематизовано дані останніх досліджень стосовно функцій та механізмів біологічної дії бета-каротину. Розглянуто провітамінну, антиоксидантну, імуностимулюючу дію та функцію стимуляції міжклітинної взаємодії бета-каротину. Висвітлено позитивні та негативні аспекти дії провітамін А *in vivo*.

Ключові слова: добавка, бета-каротин, провітамін А, антиоксидант, окислювальний стрес, імуностимулююча дія.

The results from recent studies on the functions and mechanisms of biological effects of beta-carotene are systematized. The provitamin A activity of beta-carotene, the antioxidant and immunostimulant actions of beta-carotene, the function of beta-carotene stimulation of cell-cell interactions are considered. The positive and negative aspects of *in vivo* provitamin A actions are presented.

Keywords: supplement, beta-carotene, provitamin A, antioxidant, oxidative stress, immune-stimulating effects.

В останні десятиліття для населення України і світу гостро постала проблема якості харчування. Рівень споживання основних харчових продуктів залишається низьким, а раціони харчування – незбалансованими, у тому числі за вмістом бета-каротину (БК).

БК є есенціальною речовиною і відноситься до групи каротиноїдів – природних органічних пігментів, які утворюються під час фотосинтезу бактеріями, грибами, водоростями, деякими губками, коралами та вищими рослинами.

Каротини є харчовою добавкою *E160a*, що дозволена для використання в харчових продуктах. Згідно українського законодавства добавка *E160a* – це екстракти натуральних каротинів або БК синтетичний. Згідно європейського законодавства відрізняють: *E160a(i)* – суміш каротинів (*mixed carotenes*) та *E160a(ii)* – БК (*beta-carotene*). *E160a(i)* – це суміш каротинів, що включає рослинні каротини. Рослинні каротини отримують шляхом екстракції розчинником з моркви, рослинних олій, кропиви, інших їстівних рослин. Суміш каротинів, де вміст БК є основним, може бути також отримана шляхом екстракції олією з водорості *Dunaliella salina*. *E160a(ii)* включає БК, що отриманий шляхом хімічного синтезу, та БК із *Blakeslea trispora* [1–2].

Можна виділити основні шляхи подолання проблеми недостатності БК серед населення України та світу: збільшення вживання рослинної та тваринної їжі, що багата на провітамін А (ПА); вживання функціональних продуктів харчування, що збагачені БК; вживання добавок чи фармацевтичних препаратів БК (за призначенням лікаря). Згідно з „Концепцією поліпшення продовольчого забезпечення та якості харчування населення” найбільш ефективним шляхом подолання проблеми незбалансованого харчування населення є розвиток виробництва продуктів з високою харчовою і біологічною цінністю, в тому числі збагачених мікро- і макронутрієнтами. Тому для подолання проблеми недоста-

тності БК серед населення України актуальним є розробка та виробництво нових функціональних продуктів масового споживання, що збагачені ПА.

Збагачувати слід, перш за все, продукти м'ясного споживання, які доступні всім групам населення та регулярно використовуються в повсякденному харчуванні.

Практика збагачення харчових продуктів БК, а саме: молочних напоїв, кисломолочних продуктів, хлібу, кондитерських виробів, сокових напоїв, – має місце в Росії, Японії, Китаї, США, Угорщині. Українські вчені також займаються питанням розробки продуктів харчування (молочних продуктів, рослинних олій, маргаринів) із вмістом БК. Частіше за все, препарати БК використовують в якості барвника та вносять в занадто малій або великій кількостях порівняно з рекомендованими нормами (дозування від 0,005 до 795 мг БК на 100 г готового продукту). Вживання БК (як попередника вітаміну А) населенням нормується відповідно до законодавчих актів певних держав, а на світовому рівні – Всесвітньою організацією охорони здоров'я. Добова потреба дорослої людини в БК з урахуванням фактору перетворення на ретинол за українськими нормами становить 6000 мкг [3].

Низький рівень споживання БК розглядають, в першу чергу, в якості передумови розвитку А-вітамінної недостатності та в якості фактора, що провокує розвиток онкологічних хвороб. Однак, систематизовані дані стосовно дії БК *in vivo* в сучасній літературі відсутні. Тому для подальшого вивчення було обрано питання про біологічну дію БК.

Завданням дослідження стали всебічний аналіз та систематизація останніх досліджень і публікацій із врахуванням як позитивних, так і негативних сторін дії БК в організмі людини.

В процесі дослідження використано наступні методи: абстрактно-логічний; монографічний (для детального вивчення певних біологічних функцій БК); аналізу і синтезу (для деталізації об'єкта дослідження шляхом розчленування його на окремі складові частини); статистичний (прийом порівняння – для зіставлення фактичних даних стосовно позитивного та негативного впливу БК на організм людини).

В ході дослідження систематизовано результати тривалих експериментів як вітчизняних, так і закордонних вчених, стосовно дії БК *in vivo*.

Експериментально підтверджені наступні функції БК в організмі людини: провітамінна, антиоксидантна, імуностимулююча та функція стимуляції міжклітинної взаємодії.

Основні функції та механізми біологічної дії бета-каротину		
Функція або механізм біологічної дії БК	Дослідження (дослідники, країна проведення, рік подання результатів), що підтверджують	
	позитивну дію БК	негативну дію БК
Провітамінна	1. James Allen Olson, 1989. 2. E. J. Johnson та інші, 1995. 3. Yusuke Seino, 2008. 4. Інші дослідження.	–
Антиоксидантна:	Дихальна система	
2.1 Протиракова:	1. R. G. Ziegler та інші, США, 1991. 2. L. G. Wood та інші, Австралія, 2003. 3. D. A. Cooper та інші, США, 2004 4. A. Nadeem та інші, США, 2008. 5. R. L. Keith та інші, США, 2009 6. M. Epplein та інші, США, 2009	1. The Alpha-Tocopherol Beta Carotene Cancer Prevention Study Group, Фінляндія, США, 1994. 2. G. S. Omenn та інші, США, 1996. 3. S. A. R. Paiva та інші, США, 1999.
	Шлунково-кишковий тракт	
	1. S. A. R. Paiva та інші, США, 1999. 2. B. E. Wendland та інші, США, 2001 3. P. Palozza та інші, Італія, 2008. 4. C. Persson та інші, Японія, 2008. 5. C. Pelucchi та інші, Італія, 2009. 6. You-Lin Qiao та інші, США, Китай, 2009	–
	Молочна залоза	
	1. Kyung-Jin Yeum та інші, США, Корея, 1998. 2. E. B. Ших, Росія, 2008. 3. Yan Cui та інші, США, 2008. 4. T.-Y. David Cheng та інші, США, 2009. 5. G. C. Kabat та інші, США, 2009. 6. A. C. Butalla та інші, США, 2009.	–
Функція або механізм біологічної дії БК	Дослідження (дослідники, країна проведення, рік подання результатів), що підтверджують	
	Сечостатева система	
	1. P. Palozza та інші, Італія, 2008. 2. R. H. Paul та інші, США, 2008. 3. J. Eun Lee та інші (результати 13 досліджень), США, 2009.	–
2.2 Запобігає появі і розвитку серцево-судинних хвороб	1. J. T. Salonen та інші, Фінляндія, 1991 2. J. M. Gaziano та інші, США, 1993. 3. J. P. Allard та інші, Канада, 1994 4. Etsuo Niki та інші, США, 1995. 5. G. Van Poppel, Нідерланди, 1996. 6. S. T. Mayne та інші, США, 2003. 7. Н. П. Базеко та інші, Росія, 2004. 8. A. Harari та інші, Італія, 2008. 9. B. Buijsse та інші, Нідерланди, 2008.	–
2.3 Запобігає появі і розвитку хвороб зорової системи	1. P. F. Jacques та інші, США, 1991. 2. C. H. Hennekens та інші, Великобританія, 1996. 3. National Eye Institute, США, 2001. 4. П. А. Бездетко та інші, Україна, 2008. 5. Ava Grace Tan та інші, США, 2008. 6. M. Dherani та інші, Фінляндія, 2008. 7. Y. Rotenstreich інші, Ізраїль, 2008. 8. J. A. Giaccon та інші, США, 2008. 9. J. O. Mason та інші, США, 2009. 10. E. Y. Chew та інші, США, 2009. 11. L. Ho та інші, США, 2009. 12. M. Belkin та інші, Ізраїль, 2009.	–
2.4 Запобігає появі і розвитку хвороб шкіри	1. Se-Young Oh та інші, Корея, 2008. 2. G. Valacchi та інші, США, Корея, Італія, 2009.	–
Імуностимулююча	1. K. Schmidt, Німеччина, 1991. 2. Н. П. Базеко та інші, Росія, 2004. 3. С. О. Ключников та інші, Росія, 2007. 4. G. Valacchi та інші, Італія, 2009. 5. Geoffrey C. Kabat та інші, США, 2009.	–
Функція стимуляції міжклітинної взаємодії	1. W. Stahl та інші, США, 1997 2. J. S. Bertram, США, 1999. 3. С. О. Ключников та інші, Росія, 2007. 4. Е. В. Ших, Росія, 2008.	–

Однією з основних функцій БК є перетворення його в організмі людини на вітамін А (ВА). ВА є есенціальною речовиною, яка необхідна в малій кількості для нормального функціонування зорової системи, для підтримки функції росту клітин, цілісності епітелію, продукування червоних кров'яних клітин, імунітету та репродуктивної функції організму [4 – 6].

БК проявляє антиоксидантні властивості, запобігаючи процесам окислювального стресу в організмі людини, інактивує на різних рівнях високотоксичні форми кисню, азоту та вільні радикали, які безперервно утворюються в процесі нормальної життєдіяльності будь-якої клітини. З антиоксидантною функцією БК пов'язують його антиканцерогенну дію [6 – 10].

Вчені довели, що БК має імуностимулюючу функцію. БК бере участь у процесах ділення імунокомпетентних клітин, синтезі імуноглобулінів, інтерферону, лізоциму та інших чинників специфічного і неспецифічного захисту від інфекцій, активує ферменти лізосом в фагоцитах, що необхідно для перетравлювання патогенних мікроорганізмів [11, 12]. БК та інші каротиноїди можуть полегшити взаємодію між сусідніми клітинами шляхом стимуляції синтезу коннексин-протеїнів. Каротиноїди полегшують міжклітинну взаємодію, підвищуючи експресію гену, що кодує коннексин-білок (цей ефект не пов'язаний ні з ВА, ні з антиокислювальними діями різних каротиноїдів). [13,14].

В таблиці представлено основні функції та механізми біологічної дії БК в організмі людини; наведено результати досліджень, що говорять як про позитивну, так і про негативну дію БК *in vivo*.

Однією з основних функцій бета-каротину є перетворення його в організмі людини на ВА. Існує багато експериментальних підтверджень даного факту, тому у таблиці наведено декілька з них. Од-

нак відкритим питанням для науковців, що визиває багато дискусій, залишається визначення фактору перетворення БК на ретинол.

Дані таблиці показують, що біологічні функції БК мають, значною мірою, позитивний характер, що підтверджується великою кількістю тривалих сучасних вітчизняних і закордонних досліджень. Окрім досліджень щодо позитивного впливу БК слід зазначити і негативні результати, які було отримано у трьох рандомізованих дослідженнях. Так, фінські та американські вчені зазначають, що додаткове вживання БК підвищує ризик появи та розвитку раку легенів у курців та осіб, професійна діяльність яких пов'язана із контактом з азбестом. Проте, слід зазначити, що в усіх цих дослідженнях використовувалися значно більші дози провітаміну А, ніж людина може отримати з їжі (до 50 мг на добу), а вміст БК в крові перевищував нормальний в 2–6 разів (за Експертним оглядом здоров'я та харчування, США). Негативні результати, що отримані в цих трьох дослідженнях, можливо, є причиною невірної дозування каротину чи невірним терміном лікування, чи лікування було почато надто пізно, коли ракові новоутворення уже були присутні (через надмірне та тривале паління). Також, високі дози добавки БК можуть сприяти не тільки накопиченню цієї речовини, але й її метаболітів у тканинах легенів, які у сполученні з сигаретним димом та/або з сполуками азбесту, можуть чинити не анти-, а прораковий ефект.

Висновок

Таким чином, проаналізувавши результати вітчизняних та закордонних досліджень, доречно виділити чотири основні функції та механізми біологічної дії бета-каротину в організмі людини: провітамінну, антиоксидантну, імуностимулюючу та функцію стимуляції міжклітинної взаємодії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах : постанова Кабінету Міністрів України № 12 від 04 січня 1999 року // Офіційний вісник України. – 1999. – № 1. – 22 січня. – 75 с.
2. Commission Directive 2004/47/EC of 16 April 2004 amending Directive 95/45/EC as regards mixed carotenenes (E160a(i)) and beta-carotene (E160a(ii)) // Official Journal of the European Communities. – 2004. – No. L 113. – 20 April. – P. 24 – 27.
3. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії : наказ Міністерства охорони здоров'я України № 272 від 18 листопада 1999 року // Офіційний вісник України. – 1999. – № 49. – 24 грудня. – С. 340.
4. Investing in the future. A united call to action on vitamin and mineral deficiencies : Global report 2009 / Micronutrient initiative. – Ottawa : CIDA, 2009. – 43 p. – ISBN 978-1-894217-31-6.
5. Some indicators of nutritional status are associated with activity and exploration in infants at risk for vitamin and mineral deficiencies / Nancy J. Aburto, Manuel Ramirez-Zea, Lynnette M. Neufeld, Rafael Flores-Ayala // J. Nutr. – 2009. – Vol. 139. – P. 1751 – 1757.
6. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases : Report of a joint WHO/FAO expert consultation (Geneva, 28 January – 1 February 2002) / World Health Organization. – WHO technical report series no. 916. – Geneva : WHO, 2003. – 149 p.
7. Paiva, S. A. Beta-carotene and other carotenoids as antioxidants / S. A. Paiva, R. M. Russell // J. Am. Coll. Nutr. – 1999. – Vol.18. – P. 426 – 433.
8. Ших, Е. В. Клинико-фармакологическое обоснование применения витаминов-антиоксидантов в комплексной терапии заболеваний молочной железы / Е. В. Ших // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. – 2008. – Т. 7. – № 2. – С. 99 – 104.
9. Greenwald, P. From carcinogenesis to clinical interventions for cancer prevention / P. Greenwald // Toxicology. – 2001. – Vol. 166. – P. 37 – 45.6. Cooper, D. A. Carotenoids in health and disease: recent scientific evaluations, research recommendations and the consumer [Text] / D. A. Cooper // J. Nutr. – 2004. – Vol. 134. – P. 221S – 224S.
10. Comprehensive review of cancer chemopreventive agents evaluated in experimental carcinogenesis models and clinical trial / R. Naithani, L.C. Huma, R. M. Moriarty et al // Curr. Med. Chem. – 2008. –Vol. 15(11). – P. 1044 – 1071.
11. Schmidt, K. Antioxidant vitamins and beta-carotene: effects on immunocompetence / K. Schmidt //Am. J. Clinical Nutrition. – 1991. – Vol. 53. – P. 383S – 385S.
12. Beta-carotene prevents ozone-induced proinflammatory markers in murine skin / G. Valacchi, A. Pecorelli, M. Mencarelli and ohter // Toxicology and Industrial Health. – 2009. – Vol. 25. – P. 241 – 247.

13. Biological activities of natural and synthetic carotenoids: induction of gap junctional communication and singlet oxygen quenching / W. Stahl, S. Nicolai, K. Briviba et al // Carcinogenesis. – 1997. – Vol. 18(1). – P. 89 – 92.

14. Ключников, С. О. Витамин А или бета-каротин – незаменимые микронутриенты / С. О. Ключников, Е. С. Гнетнева // Практика педиатра. – 2007. – № 5. – С. 39 – 42.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 615.327.07:663.64

НІКПЕЛОВА О.М., д-р. хім. наук, КИСИЛЕВСЬКА А.Ю., канд. техн. наук, НІКОЛЕНКО С.І., канд. біол. наук, СОЛЮДОВА Л.Б., С.Г. ГУЩА, канд. мед. наук
Державна установа «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ МІНЕРАЛЬНОЇ ПРИРОДНОЇ ЛІКУВАЛЬНО-СТОЛОВОЇ ВОДИ «СВАЛЯВА» (СИЛЬНОГАЗОВАНОЇ), ФАСОВАНОЇ В ПЕТ- ТА СКЛО-ПЛЯШКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ АСКОРБІНОВОЮ КИСЛОТОЮ, ПРИ ЇЇ ЗБЕРІГАННІ

Виконано комплекс фізико-хімічних, мікробіологічних, фізіологічних, імунологічних, біохімічних та морфологічних досліджень щодо встановлення терміну придатності до споживання, збереження біологічної активності мінеральної лікувально-столової води «Свалява» (сильногазованої), фасованої в ПЕТ- та скло-пляшки з використанням технології стабілізації аскорбіновою кислотою. Доведено відповідність мінеральної води вимогам ДСТУ 878-93 «Води мінеральні фасовані. Технічні умови»; впродовж зберігання мінеральна вода має біологічну активність; може бути використана для промислового фасування з зазначенням терміну придатності до споживання – дванадцять місяців.

Ключові слова: мінеральна вода «Свалява», аскорбінова кислота, технологія стабілізації, біологічна активність.

The complex physical, chemical, microbiological, physiological, immunological, biochemical and morphological studies was carried out on the establishment of Expiry, maintaining biological activity of mineral therapeutic and table water "Svaljava" (highly aerated), packed in PET and glass bottles with using of stabilization technology by ascorbic acid. It is proved mineral water conformity requirements of GOST 878-93 "Mineral water packaged. Specifications" mineral water has biological activity during storage; it can be used for industrial packaging with the Expiry twelve months.

Keywords: mineral water "Svaljava", ascorbic acid, stabilization technology, biological activity.

Необхідність використання мінеральних вод (МВ) в позакурортних умовах вимагає зростання обсягу їх промислового фасування і тривалого зберігання, що на теперішній час має особливо важливе значення.

Згідно зі зміною № 10 ДСТУ 878-93 [1], використання МВ можливе лише після встановлення науково обґрунтованого терміну придатності до споживання. Згідно з Наказом МОЗ України [2] встановлюють його експериментально.

При фасуванні МВ вкрай важливим є збереження в повній мірі їх лікувальних властивостей – якості фасованої води має відповідати якості нативної води з свердловини. Необхідно максимально зберегти газовий склад, іонний склад, мікроелементи, тому що саме вони відповідають за направленість лікувальної дії.

У цьому аспекті проблематичними є МВ, що містять специфічні біологічно активні компоненти

та сполуки, а також розчинені гази, наприклад, діоксид вуглецю. Адже стадії технологічного процесу фасування таких мінеральних вод можуть вплинути на вміст біологічно активних компонентів та сполук, наприклад, діоксиду вуглецю, значно знизити їх вміст.

До біологічно активних компонентів та сполук, що входять до хімічного складу МВ і легко піддаються зміні при транспортуванні та фасуванні, відноситься й залізо.

Серед вірогідних станів заліза у водах поширеними є сполуки Fe²⁺ та Fe³⁺. При фасуванні МВ, які містять сполуки заліза, вода набуває жовтого кольору, в ній може утворитися бурий осад гідроксиду заліза, що надає готовій продукції нетоварного вигляду, оскільки Fe(OH)₃, що утворюється при цьому, є дуже малорозчинним – [ДР = 3,2 · 10⁻³⁸].

Залізо, що міститься у МВ, засвоюється значно краще, ніж те, що входить до складу ліків, тому вельми важливо зберегти його в МВ у двовалентній формі.

Проблемою для виробництва таких вод є чітке дотримання технологічних умов фасування. Незначна помилка призводить до випадіння осаду в пляшках через утворення Fe(OH)₃. Для унеможливлення його утворення МВ піддають аерації через тривале відстоювання у відкритих ємностях, що призводить до окислення двовалентного заліза до тривалентного та утворення осаду гідроксиду заліза. Але при цьому відбувається також дегазація води, в результаті чого існуюча у воді рівновага зміщується в бік утворення карбонату кальцію. Цьому також сприяє осад гідроксиду заліза, який адсорбує діоксид вуглецю і тим самим викликає зменшення вмісту останнього у воді. Тому застосування цієї технології є хибним і суттєво впливає на хімічний склад МВ. Більш складним, але правильним, є стабілізація сполук Fe²⁺. Це досягається регулюванням рН середовища, внесенням антиоксидантів або комплексоутворювачів – частіше харчо-

вих кислот. Самий раціональний метод стабілізації заліза – за допомогою аскорбінової кислоти (АК).

У виробництві фасованих залізистих МВ такий спосіб практикують. Але його не використовували на виробництві фасованих мінеральних гідрокарбонатних вод, що містять залізо, і які є вуглекислими.

Діоксид вуглецю, який міститься у значній мірі в цих водах, є природним стабілізатором хімічного складу мінеральних вод, зменшення його вмісту в процесі фасування призводить до того, що виникає порушення карбонатної рівноваги і потреба у додатковій стабілізації двовалентного заліза.

ДУ «УкрНДІМРтАК МОЗ України» було проведено дослідження щодо вивчення можливості застосування технології стабілізації аскорбіновою кислотою безпосередньо на свердловинах при фасуванні мінеральних вод «Поляна Квасова» (свр. № 7-РЗ), «Свалява» (свр. № 26) та «Лужанська» (свр. № 3-РЗ) сильногазованих, фасованих в ПЕТ- та скло-пляшки у цеху с. Поляна. Доведено можливість використання даної технології для фасування МВ «Поляна Квасова» із збереженням її складу, у тому числі вмісту природного діоксиду вуглецю [3].

Виконано дослідження щодо встановлення стабільності фізико-хімічних і мікробіологічних показників, а також біологічної активності МВ «Свалява» (сильногазованої), фасованої в ПЕТ-пляшки місткістю 1,5 дм³ та скло-пляшки місткістю 0,5 дм³ з використанням технології стабілізації аскорбіновою кислотою впродовж 16 місяців.

Комплекс фізико-хімічних досліджень включав:

а) стаціонарні лабораторні дослідження макро- і мікрокомпонентного складу МВ «Свалява» (сильногазованої);

б) вивчення стабільності фізико-хімічних властивостей МВ при тривалому зберіганні і встановлення оптимального терміну придатності до споживання. Стабільність сильногазованої МВ, фасованої в ПЕТ- та скло-пляшки, вивчали впродовж шістнадцяти місяців зберігання. Зберігання проводилось при кімнатній температурі.

Метою проведених мікробіологічних досліджень було виявлення в мікробному ценозі МВ різних таксономічних груп мікроорганізмів: бактерій, актиноміцетів, дріжджів, мікроміцетів, грибів і серед них мікроорганізмів, що здатні продуктами свого метаболізму погіршувати органолептичні показники; а також визначення санітарно-мікробіологічного стану води.

Визначали санітарно-мікробіологічні показники. Використовуючи агаризовані поживні середовища, визначали: бактерії (сапрофітні, які засвоюють органічний азот, олігокарботрофні, споруутворювальні, амілолітичні, гетеротрофні – продуценти амінокислот, залізо-, марганецьокиснювальні, мік-

собактерії – показники органічного забруднення), актиноміцети, стрептоміцети, дріжджі, мікроміцети.

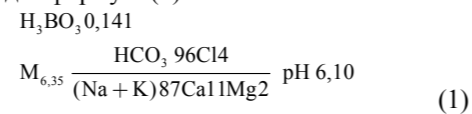
В експерименті на білих щурах лінії Вістар аутобредного розмноження комплексно вивчали вплив нативної МВ в умовах експедиційних виїздів до свердловини, фасованої МВ до та після зберігання впродовж 16 місяців.

Під час експерименту тварини знаходилися на постійному харчовому та питному режимі. В усіх серіях досліджень мінеральні води вводили тваринам курсом впродовж 7 діб у стравохід м'яким зондом, у добовій дозі 1 % від маси тіла. Контрольну групу слугували інтактні тварини.

Досліджували функціональний стан основних систем організму тварин, а саме – центральної нервової системи (ЦНС), нирок, печінки, підшлункової залози та показників імунного захисту. Крім того, по завершенню курсу водних навантажень було проведено морфологічне дослідження структури тканин шлунку, печінки, серця, нирок та гістохімічних досліджень активності.

Результати досліджень. За результатами фізико-хімічних досліджень МВ «Свалява» (сильногазована), фасована у ПЕТ-пляшки місткістю 1,5 дм³ – прозора, без запаху, безбарвна, має лужний смак. Для води характерна слабкокіслова реакція середовища: рН – 6,05 од. рН завдяки діоксиду вуглецю. Значення окислювально-відновного потенціалу Eh + 260 мВ – невисоке внаслідок присутності АК. Масова частка діоксиду вуглецю в готовій продукції, визначений у стаціонарних умовах, становить 0,44 %.

За своїм складом МВ – борна гідрокарбонатна натрієва. Мінералізація води – 6,35 г/дм³. Склад МВ відповідає формулі (1):



Санітарно-хімічний стан води задовільний. Масова концентрація нітрит-іонів < 0,008 мг/дм³; іонів амонію – 4,7 мг/дм³, нітрат-іонів < 0,34 мг/дм³. Масова концентрація радіоактивних компонентів: урану < 2·10⁻³ мг/дм³, радію – < 1,1·10⁻⁹ мг/дм³. Концентрація нормованих компонентів та сполук не перевищує гранично допустимих значень та відповідає вимогам ДСТУ 878-93 [1].

При фасуванні безпосередньо за допомогою крапельниці на свердловині у МВ «Свалява» було додано 28,86 мг/дм³ аскорбінової кислоти, виходячи з розрахунку за вмістом заліза 2,55 мг/дм³.

Кінетику фізико-хімічних показників МВ «Свалява» у ПЕТ-пляшках в процесі шістнадцяти місяців зберігання наведено на рис. 1.

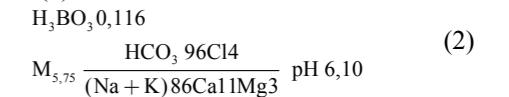
Органолептичні властивості МВ в процесі зберігання залишаються незмінними. Вода без запаху, прозора, безбарвна, смак лужний.

У процесі зберігання рН води незначно змінюється: 6,05 – 6,35 од. рН, окислювально-відновний потенціал коливається в межах 260...410 мВ. Концентрація гідрокарбонат-іонів у процесі зберігання незначно зменшується. Тип води і формула її хімічного складу впродовж зберігання не змінюються і відповідають вимогам ДСТУ 878-93.

Оскільки під час зберігання цікавим було прослідкувати кінетику збереження двовалентної форми заліза, на рис. 2 представлено результати дослідження вмісту форм заліза у МВ впродовж шістнадцяти місяців зберігання.

Як видно з рис. 2, до кінця 16 місяців двовалентна форма заліза збереглася у значній кількості. Осад у ПЕТ-пляшках (тривалентна форма заліза) був незначний.

Склад МВ у скло-пляшках аналогічний складу у ПЕТ-тарі. Для води характерна слабкокіслова реакція –6,10 од. рН. Значення окислювально-відновного потенціалу Eh + 330 мВ. Масова частка діоксиду вуглецю у готовій продукції – 0,516 %. За своїм складом мінеральна вода борна гідрокарбонатна натрієва. Мінералізація води – 5,75 г/дм³. Формула МВ (2):



Санітарно-хімічний стан води задовільний. Масова концентрація нітрит-іонів < 0,008 мг/дм³; іонів амонію – 2,95 мг/дм³, нітрат-іонів < 0,34 мг/дм³, радіоактивних компонентів: урану < 2·10⁻³ мг/дм³, радію < 1,1·10⁻⁹ мг/дм³. Концентрація нормованих компонентів та сполук не перевищує гранично допустимих значень та відповідає вимогам ДСТУ 878-93 [1].

Кінетику фізико-хімічних характеристик МВ, фасованої у скло-пляшки місткістю 0,5 дм³, в процесі шістнадцяти місяців зберігання наведено на рис. 3.

У процесі зберігання рН води змінюється від 6,05 до 6,10 од. рН, окислювально-відновний потенціал коливається в межах 210...330 мВ. Концентрація гідрокарбонат-іонів у процесі зберігання незначно зменшується. Тип води і формула її хімічного складу впродовж зберігання відповідає вимогам ДСТУ 878-93.

Санітарно-хімічний стан МВ «Свалява» (сильногазованої), фасованої у скло-пляшки місткістю 0,5 дм³, впродовж шістнадцяти місяців зберігання задовільний.

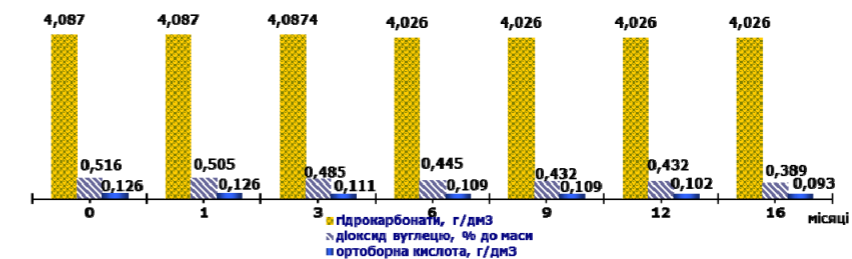


Рис. 1. Кінетика основних фізико-хімічних показників МВ «Свалява» (сильногазованої), фасованої у ПЕТ-пляшки в процесі шістнадцяти місяців зберігання

У процесі зберігання рН води незначно змінюється: 6,05 – 6,35 од. рН, окислювально-відновний потенціал коливається в межах +260... +410 мВ. Концентрація гідрокарбонат-іонів у процесі зберігання незначно зменшується. Тип води і формула її хімічного складу впродовж зберігання не змінюються і відповідає вимогам ДСТУ 878-93.

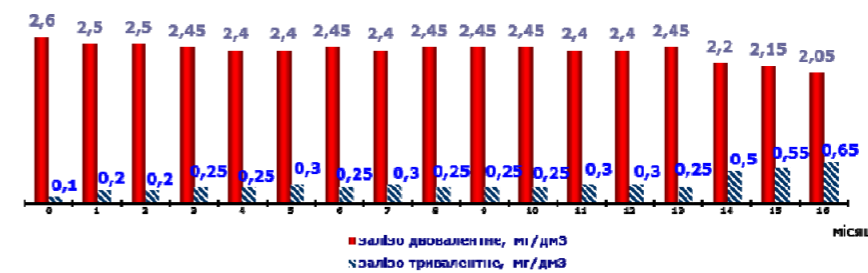


Рис. 2. Кінетика вмісту заліза в МВ «Свалява» (сильногазованої), фасованої у ПЕТ-пляшки в процесі шістнадцяти місяців зберігання

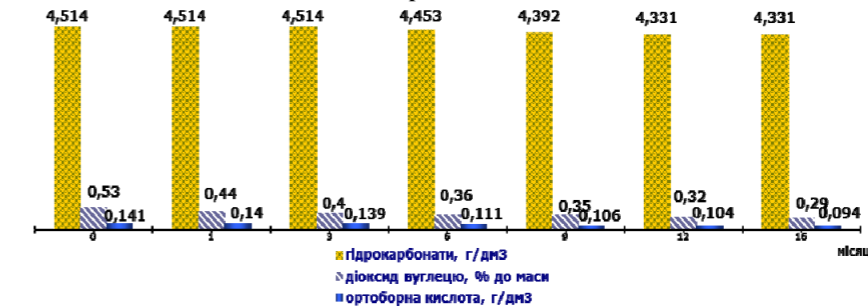


Рис. 3. Кінетика основних фізико-хімічних показників МВ «Свалява» (сильногазованої), фасованої у скло-пляшки в процесі шістнадцяти місяців зберігання

На рис. 4 представлено кінетику двовалентної форми заліза МВ впродовж шістнадцяти місяців зберігання.

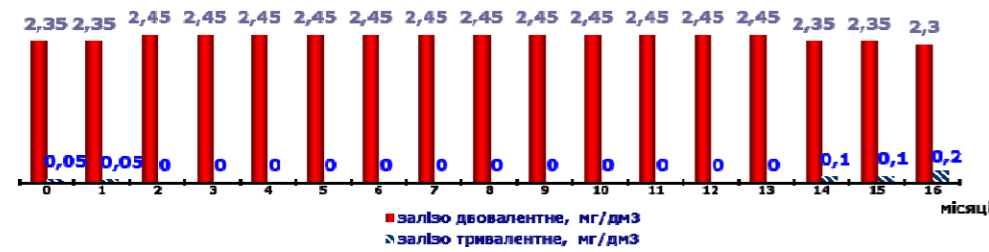


Рис. 4. Кінетика двовалентної форми заліза МВ «Сваліява» у скло-пляшках в процесі шістнадцяти місяців зберігання

З рис. 2 та 4 видно, що у скляній тарі двовалентне залізо збереглося краще – тривалентна форма почала з'являтися на чотирнадцятому місяці зберігання (незначна кількість тривалентного заліза на початку зберігання знаходиться в межах визначення методики). Отже, майже все залізо є стабілізованим аскорбіновою кислотою до кінця зберігання. Ймовірно, у даному випадку було правильно розраховано кількість аскорбінової кислоти для стабілізації складу МВ. Уміст ортоборної кислоти зменшується, при цьому у ПЕТ-пляшках зменшення відбулося більш суттєве, ніж у скло-пляшках.

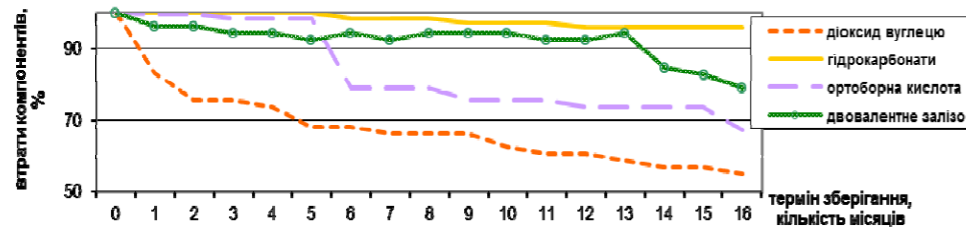


Рис. 5. Втрати основних та біологічно активних компонентів та сполук МВ «Сваліява», фасованої у ПЕТ-тару, впродовж зберігання, %

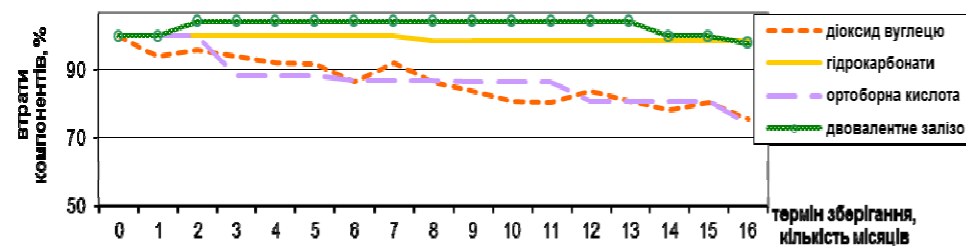


Рис. 6. Аналізування втрат основних та біологічно активних компонентів та сполук МВ «Сваліява», фасованої у скло-тару, впродовж зберігання, %

З літературних даних відомо, що ПЕТ-матеріал пропускає у пляшку ультрафіолетові промені та кисень, а назовні – вуглекислоту, що знижує якість та зменшує строк придатності до споживання. Це пов'язано з тим, що високомолекулярна структура поліетилентерефталату не є перепороною

для газів, що мають невеликі розміри відносно ланцюжків полімеру [19].

Аналізуючи дані рис. 3 та 5, спостерігаємо більшу втрату діоксиду вуглецю у ПЕТ-тарі в порівнянні з скляною, що також підтверджує вищезгадані недоліки використання ПЕТ-матеріалу.

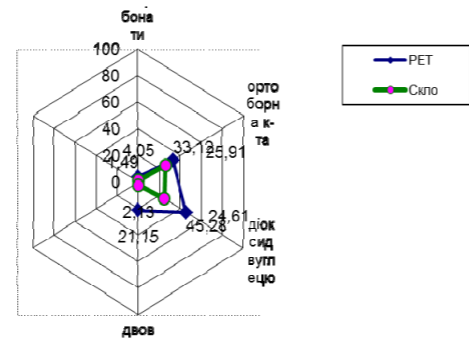


Рис. 7. Аналізування втрат основних та біологічно активних компонентів та сполук МВ «Сваліява» в залежності від типу тари (ПЕТ або скло), %

Порівнюючи результати досліджень МВ у ПЕТ- та скло-тарі, які наведено на рис. 7, видно, що більші втрати вмісту ортоборної кислоти, діоксиду вуглецю та двовалентного заліза відбулися у ПЕТ-

тарі в порівнянні з скляною. Найбільші зміни в обох видах тари відбуваються за вмістом діоксиду вуглецю. Отже, при фасуванні слід врахувати цей факт та додавати його більше, ніж 0,5 %. Вміст гідрокарбонатів зменшився незначно як у ПЕТ-, так і в скляній тарі. У порівнянні з ПЕТ-тарою, у скло-тарі відбулася більша стабілізація двовалентного заліза.

За результатами досліджень краща стабілізація відбувається у скляній тарі. Для подальшого виробництва МВ «Сваліява» (сильногазованої) рекомендується її фасування у скляні пляшки. Разом з тим, у випадку фасування МВ у ПЕТ-тару з використанням технології стабілізації аскорбіновою кислотою, слід аскорбінову кислоту додавати з

урахуванням того факту, що у процесі зберігання у ПЕТ-пляшках більше втрачається діоксиду вуглецю, який є стабілізатором хімічного складу мінеральних вод. Зменшення його вмісту в МВ призводить до того, що виникає порушення карбонатної рівноваги і потреба у додатковій стабілізації двовалентного заліза у ПЕТ-пляшках у порівнянні з скло-пляшками.

З метою оптимізації даної технології можна рекомендувати збільшення кількості АК у випадку фасування у ПЕТ-тару, а також перехід виробництва МВ «Сваліява» (сильногазованої) з використанням АК повністю на скляну тару.

Санітарно-мікробіологічні характеристики МВ «Сваліява» (сильногазованої), фасованої в ПЕТ-та скло-пляшки з використанням АК, на всіх етапах дослідження залишалися задовільними в обох видах тари. У процесі зберігання впродовж шістнадцяти місяців ні в одній з проб не відбувалося відхилення санітарно-мікробіологічних показників від норми (ЗМЧ дорівнювало 0, кількість бактерій гру-

пи кишкових паличок < 3, синьогнійну паличку не виявлено).

Слід зазначити, що вода не містила мікроорганізмів, які здатні погіршувати її органолептичні показники (залізо-, марганецьокиснювальні, стрептоміцети, дріжджі, мікроміцети). Не виявлено мікобактерії – показники забруднення води органічними сільськогосподарськими відходами.

Результати тестування шурів в установці «відкрите поле», які отримували МВ «Сваліява», фасовану в ПЕТ-пляшки місткістю 1,5 дм³, до та після її зберігання впродовж дванадцяти місяців, наведено в табл. 1. Як видно з табл. 1, МВ після фасування не впливає на функціональний стан ЦНС тварин. Однак, після зберігання МВ впливає по іншому на поведінкові реакції. Так, знижується кількість перетнутих квадратів та вертикальних стоек, що свідчить про деяке зниження активності орієнтовально-дослідницької поведінки шурів (ОДП). Емоційний стан шурів стимулює МВ «Сваліява» як до, так і після зберігання.

Таблиця 1. Вплив курсових навантажень шурів МВ «Сваліява», фасованою в ПЕТ-пляшки, різних термінів зберігання на функціональний стан ЦНС

Показники	Контроль (M±m) n=5	МВ до зберігання (n=5)		МВ після зберігання (n=5)	
		D	P	D	P
Кількість виходів у центр, n	0,12 ± 0,03	- 0,02	> 0,5	+0,46	< 0,001
Кількість перетнутих квадратів, n	59,40 ± 1,70	- 5,07	> 0,2	- 37,25	< 0,001
Кількість вертикальних стоек, n	9,30 ± 1,25	+ 0,18	> 0,5	- 4,48	< 0,01
Кількість занурвань у норки, n	6,40 ± 0,16	- 0,67	> 0,5	+ 1,45	< 0,05
Завмирання, с	Відсутні	-	-	-	-
Завмирання, n	Відсутні	-	-	-	-
Грумінг, с	20,40 ± 3,17	+ 9,21	< 0,01	+ 56,63	< 0,001
Грумінг, n	1,80 ± 0,40	+ 0,06	> 0,5	+ 3,58	< 0,001
Болуси, n	6,18 ± 0,90	+ 1,20	< 0,02	- 3,64	< 0,001

Примітки. M±m – середня арифметична з похибкою; n – кількість тварин; D – різниця між контролем та дослідом; P – вірогідність «D»

У шурів, які отримували МВ до зберігання, змінювався функціональний стан нирок (табл. 2). Так, зростав добовий діурез внаслідок збільшення швидкості фільтрації рідини у ниркових клубочках, при незміненому відсотку реабсорбції у каналцях. При введенні щуром МВ після зберігання характер

впливу МВ на сечоутворення не змінювався, відмічалось підвищення добового діурезу з однаковим співвідношенням парціальних процесів сечоутворення. МВ, як до, так і після зберігання, стимулювала вивідну функцію нирок та зрушувала кислотно-лужну реакцію добової сечі у лужний бік.

Таблиця 2. Вплив курсових навантажень шурів МВ «Сваліява», фасованою в ПЕТ-пляшки, різних термінів зберігання на функціональний стан нирок

Показник	Контроль (M±m) (n=17)	МВ до зберігання (n=5)		МВ після зберігання (n=5)	
		D	P	D	P
Добовий діурез, мл/см ² поверхні тіла	1,30 ± 0,09	0,15	< 0,01	+ 1,24	< 0,001
Клубочкова фільтрація, мл/(см ² ·хв)	0,08 ± 0,01	+ 0,05	< 0,001	+ 0,10	< 0,001
Канальцева реабсорбція, частка до фільтрації, %	98,92 ± 0,08	+ 0,15	< 0,05	+ 0,19	< 0,05
Виведення креатинину, ммоль	0,008 ± 0,001	+ 0,005	< 0,001	+ 0,01	< 0,001
Виведення сечовини, ммоль	0,85 ± 0,09	+ 0,08	> 0,2	+ 0,54	< 0,001
pH добової сечі, од. pH	6,30 ± 0,08	+ 0,39	< 0,001	+ 1,01	< 0,001
Концентрація K ⁺ в добовій сечі, ммоль/дм ³	78,65 ± 6,43	+13,78	< 0,05	- 0,16	< 0,001
Добова екскреція K ⁺ , ммоль	0,11 ± 0,007	+ 0,08	< 0,05	- 0,05	< 0,001
Концентрація Na ⁺ в добовій сечі, ммоль/дм ³	148,42 ± 6,82	+ 3,78	> 0,5	+ 26,50	< 0,001
Добова екскреція Na ⁺ , ммоль	0,21 ± 0,02	+ 0,03	> 0,5	+ 0,07	< 0,001
Концентрація Cl ⁻ в добовій сечі, ммоль/дм ³	195,72 ± 15,49	+ 45,27	< 0,001	- 3,29	> 0,5
Добова екскреція Cl ⁻ , ммоль	0,28 ± 0,04	+ 0,52	< 0,001	+ 0,14	< 0,001

Таблиця 3

Вплив МВ «Сваліява», фасованої в ПЕТ-пляшки, різних термінів зберігання на баланс електролітів крові щурів

Показники	Контроль (M±m) (n=5)	МВ до зберігання (n = 5)		МВ після зберігання (n=5)	
		D	P	D	P
Концентрація в K ⁺ крові, ммоль/л	5,18 ± 0,05	+ 0,42	< 0,001	- 0,13	< 0,05
Концентрація Na ⁺ в крові, ммоль/л	137,20 ± 0,32	+ 1,20	> 0,05	- 1,15	> 0,1
Концентрація Ca ²⁺ в крові, ммоль/л	0,89 ± 0,02	- 0,26	< 0,001	- 0,01	> 0,5
Концентрація Cl ⁻ в крові, ммоль/л	109,93 ± 0,37	+ 16,66	< 0,001	+ 2,48	< 0,05

Певні розбіжності було визначено у впливі МВ до зберігання і у МВ після нього на іонорегулюючу функцію нирок. А саме, під впливом дії МВ до зберігання у добовій сечі зростала концентрація та вміст іонів калію і хлоридів. Концентрація та добова екскреція калію залишалася на рівні контролю. МВ після її зберігання мала інший вплив на баланс електролітів у сечі тварин – відбувалося зменшення концентрації та вмісту у добовій сечі калію, а концентрація та добова екскреція натрію, навпаки, зростала. Виведення з організму хлорид-іонів, як й при введенні свіжефасованої МВ, зростала.

Електролітний баланс в крові тварин при курсовому введенні ім МВ до та після її зберігання наведено у табл. 3. У щурів після курсу введення свіжефасованої МВ незначно, у межах фізіологічних норм, зростала концентрація іонів калію та хлоридів, концентрація іонів кальцію знижувалася. При введенні щурам МВ після зберігання зростала концентрація лише хлорид-іонів.

Дані експериментальних досліджень щодо вивчення впливу МВ «Сваліява» при внутрішньому застосуванні на функціональний стан печінки та підшлункової залози наведено у табл. 4.

Таблиця 4

Вплив МВ «Сваліява», фасованої в ПЕТ-пляшки з використанням як, при внутрішньому застосуванні у різні терміни зберігання на функціональний стан печінки та підшлункової залози

Показник	МВ до зберігання		МВ після зберігання		Інтактні щури (контроль) (M ₃ ±m ₃)
	(M ₁ ±m ₁)	1	(M ₂ ±m ₂)	2	
АлТ, Е/л	129,03 ± 6,82	0,05	93,04 ± 5,79	0,05	113,31 ± 2,13
АсТ, Е/л	207,86 ± 10,72	0,05	301,02 ± 18,18	0,5	289,64 ± 12,12
Індекс Рітиса	1,64 ± 0,16	0,05	3,25 ± 0,17	0,05	2,56 ± 0,11
Білірубін, мкмоль/дм ³					
Загальний	6,10 ± 0,55	0,05	4,93 ± 0,37	0,05	8,44 ± 0,28
Прямий	3,30 ± 0,25	0,5	1,96 ± 0,20	0,05	3,06 ± 0,18
Непрямий	2,80 ± 0,35	0,05	2,97 ± 0,18	0,05	5,38 ± 0,15
α-амілаза, Е/дм ³	1066,36 ± 36,68	0,5	910,69 ± 39,45	0,5	1061,69 ± 76,93

Примітка. P_{1,2} – достовірність різниці у порівнянні з інтактними щурами

Як видно з табл. 4, на початку зберігання МВ відбулося підвищення активності ферменту АлТ, зниження активності ферменту АсТ, зниження індексу Рітиса, зниження рівня загального та непрямого білірубину в крові.

Наприкінці зберігання знизилася активність ферменту АлТ, підвищився індекс Рітиса та знизився рівень білірубину. Це зумовлено, ймовірно, перебудовою метаболічних процесів в тканині печінки.

Таким чином, вплив курсової дії МВ у різні терміни зберігання на активність ферментів функціонування печінки має односпрямований характер та викликає однакові за характером та рівнем показників зміни – перебудову метаболічних процесів в печінкових клітинах, підвищення жо-воутворювальної функції печінки.

Реакція на шестиразове введення МВ до зберігання з боку показників периферійної крові характеризується суттєвим підвищенням загальної кількості лейкоцитів, зменшенням величини швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ), але у межах норми, суттєвим підвищенням кількості нейтрофілів у формули крові. Усі показники чер-

воної крові після завершення курсу залишаються у межах норми (табл. 5).

Виявлені зсуви слід розглядати як дуже помірну реакцію з боку показників периферійної крові на внутрішлунковий прийом МВ.

Внутрішній прийом МВ після зберігання супроводжувався типовою для дії МВ реакцією з боку елементів формули крові (табл. 5). Після завершення курсу мала місце тенденція до підвищення кількості лейкоцитів та перерозподіл елементів формули крові: підвищення кількості нейтрофілів та тенденція до зниження кількості лімфоцитів. Показники червоної крові після завершення курсу МВ (вміст гемоглобіну, кількість еритроцитів та величина кольорового показника) знаходилися у межах норми.

Реакція з боку імунологічних показників на введення МВ до зберігання суттєво відрізнялася від характерних для більшості МВ зсувами. Так, був відсутній ефект стимуляції гуморальної ланки імунного захисту. Уміст ГА та активність комплементу після завершення курсу залишався у межах норми, виявлено лише суттєве підвищення рівня ЦІК.

У той же час, як це наведено у табл. 6, спостерігалася значне обмеження клітинної ланки імунного захисту. В умовах введення МВ до зберігання суттєво зменшувалася кількість активних

фагоцитів та їх поглинальна функція (зниження величини ФІ); метаболічна функція нейтрофілів не змінювалася (показники НСТ-тесту зберігаються у межах норми).

Таблиця 5

Вплив МВ «Сваліява», фасованої в ПЕТ-пляшки, на загальні показники крові при внутрішньому застосуванні у різні терміни зберігання

Показники	Інтактні щури (контроль)	МВ до зберігання		МВ після зберігання		p ₂
	(M ₁ ±m ₁)	(M ₂ ±m ₂)	p ₁	(M ₃ ±m ₃)	p ₁	
Лейкоцити, 10 ⁹ /дм ³	5,5 ± 0,2	6,6 ± 0,2	< 0,005	6,06 ± 0,23	> 0,05	> 0,1
ШОЕ, мм/год	1,54 ± 0,08	1,2 ± 0,1	< 0,05	1,1 ± 0,1	< 0,005	> 0,5
Нейтрофіли	12,79 ± 0,64	18,6 ± 1,4	< 0,005	15,8 ± 1,3	< 0,05	> 0,5
Ацидофіли	2,25 ± 0,23	2,2 ± 0,2	> 0,5	2,00 ± 0,32	> 0,5	> 0,5
Моноцити	3,72 ± 0,21	2,2 ± 0,2	< 0,001	2,8 ± 0,2	< 0,005	> 0,05
Лімфоцити	81,2 ± 0,8	77,0 ± 1,3	< 0,05	79,4 ± 0,4	> 0,05	0,1
Гемоглобін, г/дм ³	136,5 ± 3,2	140,0 ± 2,5	> 0,5	140,2 ± 3,2	> 0,5	> 0,5
Еритроцити, г/дм ³	3,78 ± 0,11	3,6 ± 0,1	> 0,5	3,85 ± 0,06	> 0,5	> 0,05
Кольоровий показник, ум. од.	1,10 ± 0,03	1,15 ± 0,03	> 0,5	1,09 ± 0,03	> 0,5	> 0,5

Примітка. p₁ розраховано між показниками дослідних та інтактних щурів; p₂ розраховано між показниками дослідних щурів до та після зберігання МВ

Як це наведено у табл. 6, реакція з боку показників імунної системи на МВ після зберігання мала повільний характер. На відміну від типової для дії МВ, активація гуморальної ланки імунного захисту, в даному випадку – вміст ГА, активність комплементу, рівень ЦІК – не відрізнялися від даних здорових щурів. Реакція з боку клітин-

ної ланки була неоднозначною: на фоні стабільної кількості активних фагоцитів суттєво знижувалася їх поглинальна функція (ФІ), але підвищувалася величина спонтанного НСТ-тесту – що свідчить про активацію метаболічної функції фагоцитів. Вочевидь з цим знижується кількість Т-лімфоцитів.

Таблиця 6

Вплив МВ «Сваліява» на імунологічні показники при внутрішньому застосуванні у різні терміни зберігання

Показники	Інтактні щури (контроль)	МВ до зберігання		МВ після зберігання		2
	(M ₁ ±m ₁)	(M ₂ ±m ₂)	p ₁	(M ₃ ±m ₃)	p ₁	
ГА, ум. од.	6,0 ± 0,8	5,6 ± 1,0	> 0,5	6,4 ± 1,0	> 0,5	> 0,5
Фагоцитоз, число активних фагоцитів, %	39,9 ± 0,5	37,0 ± 0,7	< 0,005	38,8 ± 0,6	> 0,5	< 0,05
ФІ, ум. од.	2,10 ± 0,04	1,75 ± 0,05	< 0,001	1,74 ± 0,05	< 0,001	> 0,5
НСТ-тест, мг/см ² :						
спонтанний	0,039 ± 0,001	0,041 ± 0,001	> 0,5	0,042 ± 0,001	< 0,05	> 0,5
стимульований	0,090 ± 0,002	0,090 ± 0,001	-	0,091 ± 0,001	> 0,5	> 0,5
Комплемент, С'Н ₅₀	67,6 ± 1,4	67,8 ± 0,8	> 0,5	67,8 ± 0,6	> 0,5	-
ЦІК, мг/см ³	5,7 ± 0,2	6,6 ± 0,2	< 0,005	5,5 ± 0,4	> 0,5	< 0,05

Примітка. p₁ — розраховано між показниками дослідних та інтактних щурів; p₂ — розраховано між показниками дослідних щурів до та після зберігання МВ

Таким чином, внутрішній прийом МВ до зберігання супроводжується повільною реакцією з боку показників периферійної крові (відсутній процес перерозподілу елементів формули крові), відбувається не активація гуморальної ланки імунного захисту, а навпаки – суттєво обмежується функціональний стан клітинного імунітету (зменшення кількості активних фагоцитів, величини ФІ).

Одержані експериментальні дані свідчать про обмеження впливу МВ на захисно-приспосувальні реакції організму; внутрішній прийом МВ після зберігання супроводжувався повільною активацією захисно-приспосувальних процесів (переважно перерозподіл елементів формули крові тощо).

Морфологічні дослідження органів-цілей після шестиразового застосування МВ до зберігання встановили, що застосування МВ до та після збері-

гання не викликає пошкоджень в органах-цільях. Має місце невелика затримка води в організмі.

Отже, за результатами проведених експериментальних досліджень встановлено:

- МВ до зберігання не впливає на функціональний стан ЦНС, однак, у щурів, які отримували МВ після її зберігання знижується активність орієнтувально-дослідницької поведінки. Емоційний стан тварин вище контролю під впливом дії як свіжефасованої МВ, так і МВ після зберігання;
- МВ до та після зберігання при курсовому введенні в організм тварин стимулює функціональний стан нирок;
- на електролітний баланс сечі МВ до і після її зберігання впливає по-різному, однак, їх дія направлена на зберігання гомеостазу, про що

- свідчать зміни балансу електролітів крові, які не виходять за фізіологічні межі;
- вплив дії МВ до та після зберігання на активність ферментів функціонування печінки має односпрямований характер та викликає однаково за характером та рівнем показників зміни – перебудову метаболічних процесів в печінкових клітинах, підвищення жовчоутворювальної функції печінки;
 - внутрішній прийом МВ до зберігання супроводжується повільною реакцією з боку показників периферійної крові, присутня активація гуморальної ланки імунного захисту та, навпаки, суттєво обмежується функціональний стан клітинного імунітету;
 - реакція показників периферійної крові на введення МВ до та після зберігання – однакова;
 - застосування шурами МВ до та після зберігання не викликає структурних змін в органах-целях. Лише в печінці спостерігаються ознаки підвищення функціональної активності. Крім того, в усіх органах-целях підвищується активність ферментів анаеробного окиснення. Має місце лише деяке пожвавлення функції печінки;
 - МВ як до, так й після зберігання безпечна для організму і має біологічну активність.

Висновки

Виконано комплекс фізико-хімічних, мікробіологічних, фізіологічних, імунологічних, біохімічних, та морфологічних досліджень щодо вивчення стабільності складу і встановлення терміну придатності до споживання мінеральної природної води «Свалява» (сильногазованої), фасованої в ПЕТ-пляшки місткістю 1,5 та скло-пляшки місткістю 0,5 дм³ з використанням у якості стабілізатора АК.

При зберіганні МВ «Свалява» (сильногазованої), фасованої в ПЕТ-пляшки місткістю 1,5 дм³ та скло-пляшки місткістю 0,5 дм³ з використанням АК, при кімнатній температурі впродовж шістнадцяти місяців відзначається стабільність фізико-хімічних характеристик води, у тому числі її макрокомпонентного складу, санітарно-хімічних показників.

МВ «Свалява» (сильногазована), фасована в ПЕТ-пляшки місткістю 1,5 дм³ і скло-пляшки місткістю 0,5 дм³ з використанням аскорбінової кислоти, не містить мікроорганізмів, що здатні погіршувати її органолептичні показники (спороутворюючі, залізо-, марганецьокиснювальні, актиноміцети, стрептоміцети, мікроміцети) та відповідає санітарно-мікробіологічним вимогам до МВ впродовж шістнадцяти місяців зберігання.

Проведені експериментальні дослідження дають підставу зробити висновки щодо безпечності дії МВ «Свалява», фасованої в ПЕТ-пляшки з використанням АК, на організм та збереження її біологічної активності впродовж всього терміну зберігання.

Таким чином, МВ «Свалява» (сильногазована), фасована в ПЕТ-пляшки місткістю 1,5 дм³ і скло-пляшки місткістю 0,5 дм³ з використанням у якості стабілізатора АК, відповідає вимогам ДСТУ 878-93 «Води мінеральні фасовані. Технічні умови» впродовж дванадцяти місяців зберігання. МВ «Свалява» (сильногазовану) можна фасувати в ПЕТ-пляшках місткістю 1,5 дм³ і скло-пляшках місткістю 0,5 дм³ з використанням технології стабілізації АК з зазначенням терміну придатності до споживання – дванадцять місяців.

З метою оптимізації даної технології виробництва можна рекомендувати збільшення кількості АК у випадку фасування у ПЕТ-тару, а також перехід виробництва МВ «Свалява» (сильногазованої) з використанням АК повністю на скляну тару.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Води мінеральні питні. Технічні умови: ДСТУ 878-93 [Чинний від 1995-01-01] – К.: Держспоживстандарт України, 1994. – 88 с. – (Державний стандарт України).
2. Про затвердження Порядку здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів, визначення методів їх використання: наказ від 02.06.2003 р. № 243 // Збірник нормативно-директивних документів з охорони здоров'я. – 2003. – № 9. – С. 72-91.
3. Наукове обґрунтування можливості застосування технології стабілізації аскорбіновою кислотою при фасуванні мінеральних природних лікувально-столових вод «Поляна Квасова», «Свалява» та «Лужанська» (сильногазованих), розлитих в ПЕТ - та скло-пляшки (ВАТ «Свалявські мінеральні води»): звіт про НДР (закл.) / ДУ «УкрНДІ медичної реабілітації та курортології МОЗ України»; керівн. О.М. Нікіпелова; викон.: Л.С. Зайцева [та ін.]. – Одеса, 2010. – 61 с. – Інв. №: 0110U1942.
4. Обзор рынка вторичного пищевого полиэтиленерефталата (ПЭТФ) в России М: Инфолайн, 2009. – 78 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 338.439.5:664.871.022.3-035.66

**ВЕРХІВКЕР Я.Г., д-р техн. наук, професор, ЄФРЕМОВ В.В., аспірант,
МИРОШНИЧЕНКО О.М., канд. техн. наук, доцент**
Одеська національна академія харчових технологій

СУЧАСНИЙ СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ СОУСІВ ТА ПОВ'ЯЗАНІ З ЦИМ ВИМОГИ ДО ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІЙ

В статті наведено результати дослідження стану ринку соусів у світі та Україні, основні тенденції та перспективи

подальшого розвитку. Виділено основні очікування споживачів та завдання, що при цьому виникають. Наведено приклади

пряно-ароматичної сировини, що застосовується у виробництві соусів, та тої, що може використовуватись замість неї. Наведено рекомендації, що будуть сприяти ефективному застосуванню нової та існуючої пряно-ароматичної сировини.

Ключові слова: соуси, спеції, тонкодисперсні порошки, ресурсозбереження.

In the article research of the world's and Ukrainian market and it's tendency are conducted. Basic expectations of customers and objectives associated with them are identified. Examples of aromatic raw materials used in the manufacture of sauces and their alternatives are given. The recommendations that will contribute to the effective use of new and existing aromatic raw materials are proposed.

Keywords: sauces, spices, finely divided powder, resource saving.

Сучасний ринок соусів дуже різноманітний і гнучкий, середня рентабельність виробництва становить 5–8 %. Зацікавленість виробників щодо соусної продукції обумовлена тим, що комбінуванням сировинних компонентів можна розширювати асортимент соусів, регулювати собівартість, ціну та рентабельність виробництва. Крім того соуси характеризуються високими поживними властивостями, засвоюваністю, можливістю регулювати хімічний склад, харчову та біологічну цінність, калорійність, властивості. Соусна продукція в харчуванні є джерелом вуглеводів і жирів, дещо менше – білків, мінералів і вітамінів. Жири перебувають переважно в емульгованій формі, завдяки чому коефіцієнт засвоювання соусів становить 90–92 % [1].

Основними тенденціями у розвитку соусного сегменту у майбутні роки в Україні, а також у всьому світі в цілому, будуть орієнтація споживачів на здорове харчування, бажання споживати екологічно чисту продукцію та інтересом до нового та оригінального. Виробники активно слідує цим побажанням. Згідно даним, опублікованим у Prepared Foods' у лютому 2011, тільки на ринку США у 2010 було випущено 1778 нових соусів та приправ. В Україні виробники також запускають інноваційні смаки, оптимізують та змінюють асортимент. Наприклад, компанія «Верес» на протязі 2011 вивела на ринок нові продуктивні позиції, у тому числі, унікальні соуси гриль. Але в цілому, на відміну від ряду західних країн, за обсягом споживання складні соуси поступаються моно соусам – майонезу та кетчупу, але складні соусу поступово нарощують свою частку [2].

Відомо декілька класифікацій соусів:

- за ДСТУ 4566:2006 вони поділяються на столові та десертні;

- за проф. Б. М. МакКенна – на холодні (кетчуп, томатний соус, гірчицю тощо), гарячі (споживають у розігрітому вигляді й не потребують додаткового приготування), дресінги (салатні заправки, соуси на жировій основі тощо) [4];

- за класифікацією маркетингової компанії "Синергія" [5] соуси поділяють на солодкі фруктові та гострі закусочні. Останні поділяють на

білі (майонез і соуси на майонезній основі), червоні (кетчупи й соуси на томатній основі), гірчичні та соєві, які в 2011 р. займали відповідно 64, 31, 4 і 1 % українського ринку соусів. Сегмент фруктових соусів на сьогодні штучно звужений і представлений на вітчизняному ринку імпортною продукцією високого цінового сегменту, тому не користується значним попитом серед споживачів.

Місткість ринку соусів в Україні в 2005–2012 рр. коливалась: у 2008 р. зросла на 19,7 % порівняно з 2005 р.; за період фінансової кризи зменшилася на 15,8 % порівняно з 2009 р.; у 2010–2011 р. спостерігалось незначне зростання – на 3,5–4,2 %, у 2012 за 9 місяців вона скоротилася на 3 % у порівнянні з аналогічним періодом у 2011р. Для прикладу, російський ринок плодощової консервації та соусів зростає, у 2012 він виріс на 11 %. У цьому процесі відіграє свою роль як кількість споживачів так і доступність сировини для переробки [1,3].

На сьогоднішній день спостерігається стагнація майонезного сегменту та відновлення росту усіх інших сегментів. Якщо у 2009 році була зафіксована мінімальна за останні 5 років емність ринку у натуральному виразі (виробництво білих соусів у 2009 році порівняно з 2008 зменшилось на 8,8 %, кетчупів та соусів на томатній основі на 16,6 %, та лише виробництво гірчиці зросло на 5,4 %), то у 2010 році ринок соусів, окрім майонезного сегменту, почав активно нарощувати обсяги. Виробництво кетчупів збільшилось на 11,9 % та досягло 78,9 тис. тон, гірчиці – зросло на 12,8 % та досягло рівня 8,8 тис. тон. У 2011 р. обсяги виробництва кетчупів та томатних соусів продовжували зростати та досягли рівня 2008 р. – 84,1 тис. тон. У той же час обсяги виробництва майонезу та емульсованих соусів у 2010-2011 р. щорічно знижувалось на 1 тис. т. Це пояснюється впливом декількох факторів – надання переваги споживачами томатним соусам як більш здоровим, та перенасичення ринку, що призводить до зниження рентабельності, стабілізації експорту-імпорту, вихід з ринку невеликих гравців та неякісної продукції. Серед загальноєвропейських тенденцій в Україні також спостерігається збільшення обсягів реалізації соусів та кетчупів у скляній тарі та зменшення продажів у полімерній тарі типу «дой-пак» [2, 6].

За дослідженнями маркетологів, виробники соусів формують асортимент, намагаючись запропонувати споживачу як популярні, так і специфічні види соусів. Асортимент деяких виробників містить до 15 найменувань соусів. Експерти ринку стверджують, що українські споживачі охоче сприймають кулінарні новинки виробників, проте культура споживання соусів в Україні ще не розвинута. Українські виробники соусів продовжують збільшувати виробничий потенціал, намагаючись задовольнити потреби

споживачів. За даними досліджень компаній, які виготовляють соусну продукцію, кожний другий споживач готовий спробувати соуси з оригінальними смаками та екзотичними добавками, оскільки хоче зробити щоденне меню більш різноманітним [7]. При цьому набувають актуальності питання підвищення якості готового продукту, використання лише природних компонентів в процесі виробництва та зменшення вартості виробництва.

Асортимент спецій, що знайшли застосування у промисловості для виробництва соусів, ще є досить малим, більшість з них вже можна назвати традиційними для споживачів. Це перець духмяний, чорний, червоний та білий (у невеликих кількостях), перець чілі, паприка, коріандр, лаврове листя, гірчиця, часник, лук, селера, кріп, паприка, куркума, імбир, базилік. Вони є досить відомими та відносно недорогими. Використання інших спецій обмежує консервативність споживачів та їх вартість, що обумовлена складністю і відносно невеликими обсягами виробництва, або відсутністю промислових екстрактів саме цих спецій. Не секрет, що виробники надають перевагу використанню різних екстрактів та ароматизаторів, ідентичних натуральним, замість справжніх спецій. Використання екстрактів легше як з точки зору логістики (невеликі за розміром, у порівнянні зі спеціями, партії легше перевозити та зберігати), так і технології (зберігання та обробка спецій потребує спеціальних умов та навичок, легкість використання у порівнянні натуральними спеціями). Але при цьому така продукція має свої недоліки. Екстракт та ароматизатори, ідентичні натуральному, не є цілком натуральними компонентами, тому і продукція, вироблена з їх використанням, не може називатися цілком натуральною. А це є істотним моментом для сучасного споживача.

Основною тенденцією як у світі загалом, так і в Україні, є орієнтація на здорове харчування. З цим пов'язана постійно зростаюча популярність органічної та екологічно-чистої продукції, цілком натуральних продуктів без штучних компонентів. Згідно опитуванням, споживачі відмічають такі негативні властивості соусів: низьку якість (2.5%), наявність консервантів (2.0%), високу ціну (1.9%). При цьому майже 60% покупців готові платити більше за якісніший продукт. Експерти ринку також зазначають, що споживачі воліють купувати натуральні, високоякісні продукти без консервантів, ГМО тощо [8].

Останні наукові дослідження показують, що існують шляхи збільшення ефективності використання пряно-ароматичної сировини. Використання спецій, подрібнених до стану тонкодисперсних порошоків, є більш ефективним у порівнянні зі звичайним, грубим подрібненням. Тонкодисперсними вважаються системи, розмір частин у

яких менше 10 мкм. Більш чітка класифікація виділяє мікронні (1-10 мкм), субмікронні (0,1-1 мкм) та ультрадисперсні (1-100 нм) системи. Під час тонкого подрібнення відбувається руйнування комплексів біополімерів, що зв'язують біологічно-активні та поживні речовини у сировині, за рахунок чого відбувається збагачення. Отримані тонкодисперсні порошки засвоюються у 2-3 рази краще, ніж звичайні, та дозволяють більш ефективно використовувати сировину [9]. Також тонкодисперсний порошок дозволяє внести у продукт всі наявні хімічні сполуки спецій, на відміну від екстрактів, отриманих різним шляхом через селективну розчинність сольвентів. Використання тонкодисперсних порошоків спецій під час виробництва соусів надає можливість зменшувати їх рецептурну кількість за рахунок більш повного вивільнення смаку та аромату. Проведені попередні експериментальні дослідження показали можливість зменшення рецептурної кількості спецій, що використовуються під час виробництва, за рахунок більш тонкого подрібнення на 66%. Розмір часток спецій, що використовувались для дослідження, початкова та кінцева рецептура, що досліджувалась, наведено у таблицях 1 та 2 [10].

Таблиця 1

Назва спеції	Розмір частин спеції	
	Тонкодисперсні	Грубодисперсні
Кріп	1,26 - 4,2	14 - 21
Коріандр	4,2 - 11	21 - 42
Перець	1,26 - 5,46	21 - 42
Чабер	2,1 - 6,3	21 - 29,4

Таблиця 2

Компоненти (мас %)	Вихідна та кінцева рецептура соусу, що досліджувалась	
	Початкова	Кінцева
Томатна паста	45,0	45,0
Пюре з аличі	8,5	8,5
Цукор	8,5	8,5
Сіль	2,2	2,2
Спеції:	3,0	1,0
- кріп	0,75	0,25
- коріандр	0,75	0,25
- перець	0,75	0,25
- чабер	0,75	0,25
Вода	32,8	34,8

Також це відкриває можливості по використанню спецій, вартість яких робить неможливим їх масове використання у виробництві. При цьому максимально розкривається природний смак та аромат, що робить непотрібним використання ароматизаторів та домішок. В якості прикладу можна привести перець кубеба. Перець кубеба має більш гострий смак, у 4 рази гостріший за чорний перець, смак з характерним м'ятним хо-

лодом, та сильний, тонкий аромат, дуже схожий на духмяний перець. Це обумовлено більшою кількістю есенції, ніж у чорному (12% у кубеба, до 4% у чорному). Він може замінювати одночасно чорний та духмяний перець у рецептурі, до-

даючи гостроту та ароматність, а більша кількість есенції та тонко дисперсне подрібнення дозволить використовувати незначні кількості цього інгредієнту без втрати якості готового продукту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жукевич, О. Виробництво та споживання соусів в Україні [Текст] / О. Жукевич, Г. Рудавська // Товари і ринки. – 2012. – № 1 – С. 37–45.
2. Обзор рынка соусов Украины / режим доступу: <http://rb.com.ua/rus/marketing/tendency/8660/> – заголовок з екрану.
3. Наденко, Е. Верес – год обновления [Текст] / Е. Наденко // Продукты & ингредиенты. – 2012. – № 11 – С. 42–43.
4. МакКенна, Б.М. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы [Текст] / Б.М. МакКенна (ред.); пер. с англ. под ред. Ю.Г. Базарновой. — СПб.: Профессия, 2009. — 480 с.
5. Сами с соусами / Департамент аналитики ООО "Маркетинговая компания Синергия" // Продукты Украины. FOOD UA. – 2011. – № 1. – С. 52–61.
6. Мостовая, И. Соусно-майонезная группа [Текст] / И. Мостовая // Продукты & ингредиенты. – 2012. – № 8 – С. 60–63.
7. Васильева, Н. Dress-ход // Бизнес. – 2006, № 7. – С. 108–110.
8. Сами с соусами / Департамент аналитики ООО "Маркетинговая компания Синергия" // Продукты Украины. FOOD UA. – 2011. – № 1. – С. 52–61.
9. Павлюк, Р.Ю. Товароведение и инновационные технологии переработки лекарственно-технического растительного сырья: учебное пособие [Текст] / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, В.В. Яницкий, В.А. Павлюк, Л.М. Соколова, Н.В. Коробец, Н.Ф. Максимова // Харьков. гос. ун-т питания и торговли; Харьков. торг.-эконом. инст-т Киевск. нац. торг.-эконом. ун-та. – Харьков, 2013. – 429 с.
10. Верхивкер, Я.Г. Разработка параметров предварительной подготовки специй при производстве соусов и кетчупов на томатной основе [Текст] / Я.Г. Верхивкер, В.В. Ефремов // Харчова наука і технологія – №4, – 2011, – с. 99–100.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664.012.3:005.584.1

БУРДО А.К., канд. техн. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ БЛОЧНОГО ВИМОРОЖУВАННЯ ВОДИ ІЗ ХАРЧОВИХ РОЗЧИНІВ

Наведено аналіз методів експериментального моделювання процесів кристалізації води з харчових розчинів. Аналіз проведено для технологій блочного виморожування. Порівнюються конструкції стендового обладнання. Наведено зведення діапазону експериментальних досліджень. Обговорюються принципи узагальнення результатів експериментів, прийняті різними авторами.

Ключові слова: кристалізація, блочне виморожування, моделювання.

The analysis of methods of experimental modeling of processes of crystallization of water from food solutions is submitted. The analysis is carried out for technologies of a block vymorazhivaniye. Designs of the bench equipment are compared. The report of range of pilot studies is provided. The principles of generalization of results of the experiments, accepted by various authors are discussed.

Keywords: crystallization, block freezing, modeling.

Технологія блочного виморожування води з розчинів, технічна ідея якої захищена в [1], а перші дослідження виконані в дисертації [2], приверта до себе широкий інтерес дослідників. Простота конструкції і надійність в експлуатації, енергетична ефективність і висока якість кріоконцентрата відрізняють цю технологію від традиційних методів концентрування. Перспективність технології підтверджена в різних галузях харчових виробництв: при концентрування молочної сироватки [3], соків [4, 5], різних екстрактів [5, 6], виноматеріалів [7], сольових [9] і цукрових [10] розчинів. Наукові та технічні основи процесів блочного виморожування представлені і в

монографіях [12, 13]. Проблема удосконалення конструкції блочних виморожувачів і впровадження їх у виробництво присвячені роботи [12, 13]. Разом з цим, досить цікавий матеріал, який отримано в цих роботах, ще не узагальнено.

Аналіз стану питання. Розглянемо основні завдання, умови дослідів і їх результати, які отримані різними авторами. Авторів, що займалися цим питанням, об'єкти та умови досліджень можна навести так:

1. Бурдо О.Г. - творожна виворотка, вода; ЕК, X = (5... 37)%; $t_x = -30^{\circ}\text{C}$; ТСК-1.
2. Аль-згул-Бассам – молочна сироватка; ЕК, X = (5... 37)%; $t_x = (-5...-15)^{\circ}\text{C}$; m = (0,14...0,5)кг/(м² мин); Ст 1, Ст. 2, Ст 3, Бл9.
3. Мординський В.П. – сік виноградний, молочна сироватка, екстракт кави; ЕК, МП, ЦП, X = (5... 37)%; $t_x = (-5...-15)^{\circ}\text{C}$; m = (0,15...0,3) кг/(м² мин); Ст. 2, Ст 3, Ст.4, Ст.5, Бл9, Бл.20.
4. Коваленко О.А. – сік абрикосовий та вишневий; ЕК, X = (12... 45)%; $t_x = (-10...-20)^{\circ}\text{C}$; m = (0,06...0,2)кг/(м² мин); Ст. 2, Ст 3, Бл9.
5. Тележенко Л.М., Бурдо А.К. - сік з столового буряку; ЕК, X = (12... 45)%; $t_x = (-10...-20)^{\circ}\text{C}$; m = (0,1...0,25)кг/(м² мин); Ст. 2, Ст 3, Бл9.

6. Ремінна Л.П. - екстракти кориці, шипшини, гвоздики і мускатного горіху; ПМ, X = (5... 40)%; $t_x = (-6...-20)^\circ\text{C}$; Ст. 6.

7. Осипова Л.А., Радионова О.В. – сухі столові виноматеріали; ЕК, X = (1,17... 3,65)%; $t_x = (-10...-20)^\circ\text{C}$; C = (4,5...13,7)%; Ст. 2, Ст 3, Бл9.

8. Євдокімова О.А. – морська вода, стоки, розчини солей; ЕК, X=(0,1... 0,27)%; $t_x = (-10...-20)^\circ\text{C}$; Ст. 2

9. Мілінчук С.І. – розчини цукрози, солі, спирту; ЕК, X = (12... 45)%; $t_x = (-10...-20)^\circ\text{C}$; Ст.7, БР-50

10. Харенко Д.А. – дифузійний сік цукрового буряку; ЕК, X = (10... 45)%; $t_x = (-10...-35)^\circ\text{C}$; Ст.6, Бл.6, БЛН-50

У тексті прийняті наступні скорочення: ЕК - природна конвекція; МП - перемішування мішалкою; ЦР - циркуляційне перемішування; ПМ - пульсаційне перемішування; АП - акустичне перемішування; С - концентрація спирту; X - концентрація сухих речовин; t_x - температура по -поверхні кристалізатора; m - приведена інтенсивність утворення твердої фази (льоду).

Досліди проводилися на 8 стендах і на 5 дослідних зразках виморожуючих установок, які розроблені і виготовлені в ОНАХТ. Основні конструктивні характеристики стендів і установок наведені в табл.1.

Таблиця 1

Характеристики стендів і установок

Тип	Принципальні відміни	Конструктивні параметри
ТСК-1	Аміачний термосифонний кристалізатор, посуд Дьюара з розчином в низькотемпературній кліматичній камері	d = (6 и 8)мм, h = 0,5м, V = 1л
Ст 1,	Кристалізатор – трубка Фільда, ВДО-0,35, хладоносій – водоглицеринова суміш	d = 10мм, h = 0,2м, V = 0,2л
Ст. 2,	Кристалізатор – трубка Фільда, ВДО-0,35, хладоносій – водоглицеринова суміш	d = 18мм, h = 0,2м, V = 0,4л
Ст 3	Кристалізатор – трубка Фільда, ВДО-0,35, хладоносій – водоглицеринова суміш	d = 23мм, h = (0,2 и 0,42)м, V = 0,4л
Ст 4	Змійовиковий кристалізатор з безпосереднім кипінням R12, лопастна мішалка	d = 18мм, h = 0,3м, V = 3л
Ст 5	Циліндричний кристалізатор – трубка Фільда з безпосереднім кипінням R12, нижня подача R12	d = 47мм, h = 0,5м, V = 5л
Ст.6	Плоский горизонтальний кристалізатор з безпосереднім кипінням R12, пульсуюча перфорована мішалка	Площа (0,3 x 0,125)м, V = 2,5л
Ст.7	Дисковий кристалізатор з можливістю візуалізації льодостворення і зміни орієнтації, ВДО-0,35, хладоносій – водоглицеринова суміш	d = 100мм, h = 20 мм, V = 0,2л
Бл6	Циліндричний кристалізатор – трубка Фільда з безпосереднім кипінням R22, верхня подача R22	d = 47мм, h = 0,5м, V = 6л
Бл9	Циліндричний кристалізатор – трубка Фільда з безпосереднім кипінням R12, верхня подача R12	d = 47мм, h = 0,85м, V = 9л
Бл.12	Плоский вертикальний кристалізатор з безпосереднім кипінням R22, ХМ ВС300(2)	Площа (0,25 x 0,4)м, товщина 5мм. V = 12л
БР-50	Занурювальний кристалізатор, воздушний конденсатор, плавитель льоду в режимі рециклінга	d = 23мм, h = 0,6м, V = 50л
БЛН-50	5 змійовикових кристалізаторів з безпосереднім кипінням R12	

У табл.1 прийняті наступні скорочення: ХМ - холодильна машина; d - зовнішній діаметр трубки кристалізатора; h - висота трубки кристалізатора; V - об'єм ємності концентратора (обсяг розчину).

Основний обсяг експериментальних даних отримано на стендах Ст.2, Ст.3, Ст.4 і на установці блочного виморожування Бл-9. Основні завдання, які вирішувалися в експериментах, це визначення можливостей використання технологій блочного виморожування для кріоконцентрування різних харчових розчинів. Результати досліджень зводилися до визначення умов фазових рівноваг (кріоскопічних кривих), кінетики формування блоку льоду зростання концентрації розчину, параметрів процесу гравітаційного сепарування. Бази експериментальних даних у більшості

випадків узагальнювались залежністю масооб'ємного числа Шервуда від числа Релея.

Нові наукові результати представлялися авторами моделями кінетики виморожування із зазначенням діапазонів рекомендованого застосування (табл. 2).

У табл.2 прийняті наступні позначення: Sh - число Шервуда, Pr - число Прандтля, Re - число Рейнольдса, Sc - число Шмідта, Ra - число Релея, Gr - число Грасгофа.

Видно, що різні автори використовують при моделюванні різні фізичні уявлення про визначальний вплив конструктивних факторів і режимних параметрів на кінетику формування блоку льоду.

Висновки. В результаті численних досліджень кінетики кристалізації при блочному

виморожуванні сформована представницька база експериментальних даних. Досліджено процеси кристалізації води з соків, екстрактів, виноматеріалів, молочних продуктів. Апробовані різні принципи організації процесу виморожування. Накопичений експериментальний матеріал може служити основою для створення загальної теорії кристалізації води з харчових розчинів при блочному виморожуванні.

Таблиця 2

Зведення моделей по кінетиці виморожування

№	Модель	Рік, джерело
1		
1	$Sh = 3,59 Ra^{0,8} \left[\frac{Sc}{Pr} \right]^{0,33} \left[\frac{d_{KP}}{h_{KP}} \right]^{1,51}$ (1)	1994 [3]
2	$Sh = 0,0095 Ra^{0,2} \left[\frac{Sc}{Pr} \right]^{1,2}$ (2)	1995 [4]
3	$Sh = Ra^{0,41} \left[\frac{Sc}{Pr} \right]^{0,33} \left[\frac{d_{KP}}{h_{KP}} \right]^{0,4}$ (3)	1997 [5]
4	$Sh = 0,348 Ra^{0,35} \left[\frac{Sc}{Pr} \right]^{0,33} \left[\frac{d_{KP}}{h_{KP}} \right]^{0,4}$ (4)	1999 [6]
5	$Sh = 0,41 Ra^{0,31} \left[\frac{Sc}{Pr} \right]^{0,33} \left[\frac{r_K - r_L}{h_L} \right]^{0,21}$ (5)	2001 [11]

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Бурдо О.Г., Горькин С.Ф., Дарманян Е.Б. Способ получения вымораживанием концентрированных жидких продуктов пищевых производств. Патент. № 1716976 (СССР) Б.И1992, №8.
- Бурдо О.Г. Совершенствование процессов и аппаратов пищевой и холодильной технологий на основе автономных теплопередающих устройств. – Дис. докт. техн. наук. Одесса, 1988. – 526 с.
- Аль-згул-Бассам. Тепломассообмен при концентрировании молочной сыворотки методом блочного вымораживания. – Автореферат дис. канд. техн. наук. Одесса, 1994. – 16 с.
- Мордынский, В.П. Изучение влияния различных методов разрушения пограничного слоя при блочном вымораживании пищевых гидкоств [Текст] / В.П. Мордынский // «Наукові праці ОНАХТ», Одеса – 2006. – Вип. 28, Т.2. – с.86-90.
- Бурдо, О.Г. Кінетика формування блоку льоду при кріоконцентруванні харчових рідин [Текст] / О.Г. Бурдо, О.О. Коваленко // Наукові праці ОНАХТ. – 1996. – Вип.16. – с.248 – 252.
- Бурдо А.К. Розробка технології стабілізованого бурякового кріоконцентрату. – Автореферат дис...канд. техн. наук. Одеса, 2000. – 15 с.
- Реминная, Л.П. Применение способа блочного вымораживания для концентрирования экстрактов растительного сырья [Текст] / Л.П. Реминная // 36. наук. пр. молодых ученых, асп. та студ. ОНАХТ. – ОНАХТ:Одеса, 2007. – С.103-105.
- Радионова, О.В. Исследование основных этапов технологии низкотемпературного фракционирования столовых сухих вин [Текст] / О.В. Радионова, Л.А. Осипова, О.Г. Бурдо // Холодильная техника и технология, 2006. – № 2(100). – с. 67-72.
- Бурдо, О.Г. Обобщение результатов экспериментальных данных по процессам блочного вымораживания столовых сухих вин [Текст] / О.Г. Бурдо, О.В. Радионова, Л.А. Осипова // Наукові праці ОНАХТ. - Одеса:2006. – Вип.28. – Т.2. – с. 58-66.
- Євдокімова, О.А. Применение метода вымораживания для водоподготовки в пищевых производствах [Текст] / О.А. Евдокімова, Е.А. Коваленко // 36. наук. пр. ОНАХТ. – 2006. – Вип. 28. – Т.1. – с.110-115.
- Бурдо, О.Г. Моделирование процессов тепломассообмена при блочному виморожуванні [Текст] / О.Г. Бурдо, С.І. Мілінчук, О.О. Коваленко // 36. наук. пр. ОНАХТ, вип. 20. – Одеса, 1999. – с. 214-218.
- Бурдо, О.Г. Техника блочного вымораживания [Текст] / О.Г. Бурдо, С.И. Милицук, В.П. Мордынский, Д.А. Харенко – Одесса: «Полиграф», 2011. – 294 с.
- Бурдо О.Г. Холодильные технологии в системе АПК – Одесса: «Полиграф», 2009. – 288 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

ДУБОВА Г.Е., канд. техн. наук, доцент

Полтавський університет економіки і торгівлі

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ГОМОГЕНАТОВ В КАЧЕСТВЕ АРОМАТИЗАТОРОВ

В статье раскрыт вопрос расширения ассортимента пищевых глазурей, эмульсий путем использования новых ароматических композиций для их приготовления. Рассмотрены практические аспекты приготовления эмульсий с использованием растительных гомогенатов. На синтез компонентов ароматических веществ гомогенатов влияет активность ферментов липоксигеназ. Показано, что кукурузное, льняное, масло-какао выступают растворителями ароматических компонентов, содержащихся в растительных гомогенатах.

Ключевые слова: пищевая глазурь, эмульсии, ароматические вещества, растительные гомогенаты.

The article discloses the enlargement range of food glazes, emulsions by using new aromatic compositions for their preparation. We consider the practical aspects of preparing emulsions using plant homogenates. In the synthesis of aromatic substances homogenates components affect the activity of lipoxigenase enzyme. Demonstrated that corn oil, linseed oil, cocoa butter protrude solvents aromatic components contained in plant homogenates.

Keywords: food glaze, emulsions, flavors, vegetable homogenates.

В отдельных пищевых продуктах очень многие простые по строению ароматизирующие вещества влияют на полноту ощущения и восприятия продукта как аппетитного, свежего и душистого. Их отсутствие или наличие можно регулировать внесением небольшого количества свежего тонкоизмельченного сырья – гомогенатов. Процедуры измельчения, прессования, смешивания плодов вызывают разрушение клеток, стимулируя тем самым контакт между ферментами, субстратом и другими биомолекулами, например, кофакторами, коферментами, активаторами, ингибиторами, определяя глубину и скорость реакции ароматообразования. Большим преимуществом в случае использования свежего тонкоизмельченного растительного сырья является натуральность и доступность ароматических компонентов, недостатком – непродолжительный эффект, выраженный в пределах часа. В таком способе ароматизации используют в качестве гомогенатов земляничные листья, соевые бобы, грибы. Однако при отгонке или концентрировании, полученных таким способом «ключевых» ароматических компонентов, например цис-3-гексеналь или 1-октен-3-ол, выход их небольшой, около 10 % [1]. Растительные гомогенаты, как потенциальные источники натуральных ароматических веществ, используются в пищевой промышленности недостаточно.

Внедрение технологий ароматизации с растительными гомогенатами удовлетворяет желание потребителя в высоком качестве продуктов, с точки зрения сохранения свежих, оригинальных природных свойств. Образование аромата – процесс, зависящий от наличия соответствующих ферментов, их активности, доступности к субстрату. Среди ферментов, ак-

тивность которых была бы ощутима в образовании аромата, являются липоксигеназы [2, 3]. Активность липоксигеназы в суспензии гомогенатов из томатов, огурцов, оливок, болгарского перца, яблок, базилика, клубники, бананов является определяющей в процессе образования аромата [4]. Использование гомогенатов растительного сырья позволяет использовать ферменты без их предварительного трудоемкого выделения и очистки, без энергозатрат на диализ или лиофилизацию. Это подтверждено исследованиями по изучению характеристики ферментов, как с предварительным экстрагированием, так и без него из болгарского перца на субстратах полиненасыщенных жирных кислот [5].

При формировании ключевых компонентов аромата липоксигеназы атакуют, как правило, линолевую и линоленовую кислоты, содержащуюся в цитоплазматической мембране растительной клетки. Далее на гидроперекиси действует гидропероксид лиаза, образуя альдегиды и спирты. С помощью газовой хроматографии было обнаружено появление больших количеств гексаналя и гексенала, 2-октеналя, 2,4-декадиенала, пропаналя, 2-пентаналя, 2,4-гептадиенала, 3-гексаналя, 2,5-октадиенала, 2,4,7-декатриенала, 2-октеналя, 2,4-декадиенала, 3-ноненаля, 2,5-ундекадиенала, 2,4,7-тридекатриенала, 3,6-додекадиенала, 2,5,8-тетрадекадиенала, 2,4,7,10-гексадекатетраенала в результате ферментативного расщепления полиненасыщенных жирных кислот и их изомеров [6]. Фруктовые, сладкие, и свежие ноты запахов доминировали в 2-гексаналях и 2-гексенолах, в то время как (2)-3-гексеналь и (2)-3-гексенол обладали пряным и травянистым зеленым запахом. Большинство из указанных альдегидов соответствует идентификация аромата как свежего, зеленого, скошенной травы. Важным является тот факт, что регулируют конечные продукты реакции образования аромата из оксипинов, антиоксиданты и фитохимические соединения, содержащиеся в растительном сырье.

Анализ ароматов, полученных путем катаболизма жирных кислот цитоплазматических мембран, показывает различия в действии ферментов. Активность ферментов отличается в зависимости от стадии зрелости плодов. Например, в болгарском перце активность липоксигеназ выше в зеленой стадии зрелости [5], тогда как у томатов [7] наоборот в зрелой стадии. Действие липоксигеназ в спелых плодах земляники и незрелых одинаково. Липоксигеназные изомерные формы могут иметь определенные места в разных отсеках клетки, с временно дифференцированной деятельностью [8]. Проведен целый ряд исследований по использова-

нию экзогенных форм липоксигеназ в гомогенатах с противоречивыми результатами изменений концентрации летучих веществ. Некоторые исследователи считают, что инактивирование липоксигеназ растительного сырья отразится позитивно на вкусовых характеристиках пищевых продуктов из томатов, зеленых бобов, соевого молока и других. Другая точка зрения заключается в том, что ускорение или замедление ферментативных реакций может привести к нежелательным изменениям в запахе продукта [9].

Цель и задача статьи заключается в обосновании технологической возможности использования гомогенатов для ароматизации эмульсий, глазурей, съедобных пленок. Объекты исследования – гомогенаты свежих огурцов, перца болгарского, томатов, тыквы, клубники, масла для растворения ароматических компонентов. Масло кукурузное, льняное и масло-какао были выбраны исходя из содержания полиненасыщенных жирных кислот (в среднем 60 %), способности образовывать быстровысыхающие пленки. Необходимо отметить, что льняное масло обладает специфическим запахом, который объясняют значительным содержанием омега-3 кислот. Описательный сенсорный анализ запаха эмульсий, глазурей их соответствие свежим гомогенатам был выполнен сессией квалифицированных судей с большим опытом работы в области органолептической оценки переработанных овощей. Оцениваемые атрибуты запаха: идентичность, аромат, свежий запах плодов, другие запахи, соответствие свежему сырью в %. Члены группы практиковали оценку определения атрибутов и их интенсивность во время тренировки. Каждый описательный атрибут устно описан, модели образцов аромата плодов были поданы судьям во время подготовки, определение дескрипторов служило ориентиром во время тестирования, чтобы свести к минимуму путаницу над смыслом каждого атрибута в оценках. В образцах измеряли число аромата (в мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/100\text{г}$) бихроматным методом. Активность липоксигеназы определяли спектрофотометрически, измеряя увеличение поглощения света, вызванное образованием конъюгированных диеновых гидроперекисей при 234 нм. Одна единица активности липоксигеназы определялась как изменение поглощающей способности в 1 мин на 1 мл гомогената. В качестве субстрата для ферментов гомогената использовали линоленовую кислоту. Установлено, что активность ферментов в гомогенатах из свежего сырья и после хранения в течение 10 дней при температуре -18°C , различна (рис.1).

Гомогенаты после размораживания отличаются более высокой активностью липоксигеназ, как видно из рис. 1. При повреждении клеточных систем замораживанием большая часть ферментов проявляет значительную активность после оттаивания. Причиной увеличения скорости катализируемых ферментами реакциями является повреж-

дение мембран, органелл, особо чувствительных лизосом, нарушение изоляции ферментов, ферментных субстратов и активаторов ферментов. В некоторых работах также было отмечено, что липоксигеназы проявляют заметную активность после замораживания и оттаивания [10]. По липоксигеназной активности гомогенаты распределились в следующем порядке: перец > томаты > клубника > тыква > огурцы. Липоксигеназа и гидропероксид лиаза (изомеразы) так тесно ассоциированы в лизосомах, что любой из гомогенатов размороженного сырья содержит критическую концентрацию обоих ферментов. Участие ферментов гомогенатов в ароматизации эмульсий может быть исследовано аналогично технике анфлеража.

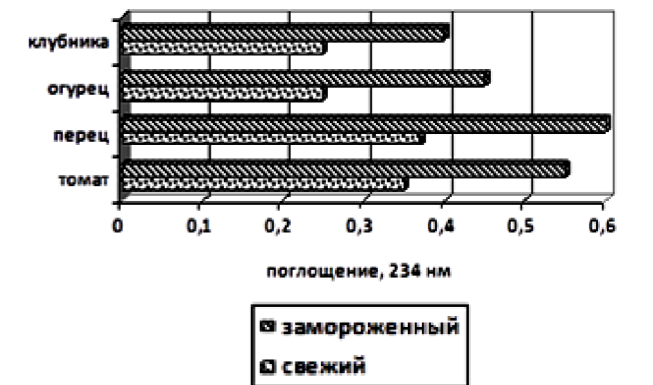


Рис. 1. Активність липоксигенази в плодівих гомогенатах

Технологія приготування ароматизованих емульсій складала з наступних операцій: свіже сировині, измельчали в блендері до стану тонкої суспензії, отбирали 15 г і додавали к 50 г масла (масло-какао попередньо нагрівали), перемішували в шейкері 20 сек, настаивали 2 часа при температурі близької к 30°C , затем масло отфильтровывали от плодových частичек, определяли изменения аромата в нем, принимая запах свежего сырья за 100 % (табл. 1). В полученной ароматизированной эмульсии содержится небольшое количество плодового осадка в виде флоккул.

Таблиця 1
Результаты ароматизации масел гомогенатами из свежего сырья

Наименование гомогенатов	Кукурузное масло		Льняное масло		Масло-какао	
	Число аромата	Соответствие, %	Число аромата	Соответствие, %	Число аромата	Соответствие, %
Перец болгарский	90	90	120	97	100	95
Томаты	85	87	110	90	95	90
Клубника	90	80	105	80	105	95
Тыква	94	95	97	90	95	95
Огурец	100	95	90	85	87	90
Среднее значение	92	-	105	-	97	-

Из данных табл. 1 видно, что степень приближения к запаху свежего сырья была разной, но достаточно высокой в каждом образце. Число аромата имеет наибольшее значение в образцах с льняным маслом. При использовании гомогенатов специфический запах в льняном масле полностью изменялся, особенно при увеличении времени настаивания до 5 часов. Кукурузное и льняное масло растворяют ароматические компоненты тыквы, болгарского перца лучше, чем клубники и томата. Для масла-какао органолептические показатели всех образцов одинаково высокие. В льняном масле, по сравнению с кукурузным, хуже абсорбируются ароматы огурца. Высокая активность липоксигеназы в гомогенате, соответствовала высокому числу аромата в масле. Учитывая, что липоксигеназная активность выше в каждом плодовом гомогенате из замороженного сырья, необходимо рассмотреть перспективы их использования в ароматизации масел.

Для более полного понимания изменений в сенсорных характеристиках и уровнях летучих соединений до и после обработки плодов использовали масло растительное с добавлением 5 % свободной линоленовой кислоты. Концентрация линоленовой кислоты была определена предварительно на модельных растворах. Сравнивали действие гомогенатов с различной ферментативной активностью из свежего, замороженного и термически обработанного сырья в разном количестве масла (табл. 2).

Таблица 2

Число аромата масел (среднее значение по трем видам), обработанных гомогенатами

Гомогенаты	Масло растительное	Масло с добавлением линоленовой кислоты, г			
		50	100	150	200
Ферменты свежего сырья	98	85	80	77	75
Ферменты замороженного сырья	55	67	75	85	80
Ферменты инактивированные	20	17	17	-	-

Наличие свободных жирных кислот в растительных маслах и активных липоксигеназ в замороженном сырье обуславливают ароматизацию большего количества масла (в 3 раза). Отсутствие свободных ПНЖК в растительных маслах, как субстрата для ферментативных процессов, негативно отразилось на процессе экстрагирования аромата: соответствие запаху свежего сырья не превышало 60 %, число аромата образцов в среднем составляло около 55 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/100$ г. Низкая способность к

образованию аромата в замороженном сырье без дополнительного введения линоленовой кислоты может быть объяснена конформацией липидного слоя цитоплазматических мембран, появлению изомеров полиненасыщенных жирных кислот, один из которых 5, 8, 11, 14 – эйкозотетраеновая кислота является специфическим ингибитором липоксигеназного окисления субстратов [6]. Уменьшение числа аромата в образцах масла с линоленовой кислотой обусловлено отсутствием достаточного количества активных ферментативных систем в гомогенатах. Кислотное число в образцах ароматизированных масел не изменялось, оставаясь в пределах нормы для каждого вида. Стойкость аромата в маслах составляла 5-6 часов, после чего ароматические компоненты десорбировались.

Применять ароматизированные масла целесообразно в процессе приготовления гренков в бубликовницах с двумя греющими поверхностями или тостерах. Используемая техника анфлеража применяется для извлечения чувствительных даже к малейшему нагреванию ароматических компонентов. Растворяясь в масле, носитель аромата не разрушается при нагревании некоторое время. Так ароматизированные гренки покрытые пленкой масла с огуречным, клубничным запахом сохраняли свежий аромат в пределах часа. Наличие ненасыщенных жирных кислот с тремя двойными связями обуславливают способность льняного и кукурузного масла к быстрому высыханию. Для уменьшения индукционного периода высыхания пленки, хлеб после нанесения тонкого слоя ароматизированного масла, рекомендовано обдуть горячим воздухом несколько минут. Ароматизированные масла можно использовать для заправки салатов, добавлять в тесто перед выпечкой. Ароматизированное масло-какао при охлаждении в течение 4 часов переходит в твердое состояние, поэтому перспективным является его использование для глазурирования экструдированных продуктов (сухариков, снеков, кукурузных палочек).

Осуществление ферментативных процессов в гомогенатах должно быть учтено в процессе ароматизации растительных масел. Наиболее важным свойством масел является растворение и защита ароматических компонентов от разрушения под действием тепла. Использование различных ароматов позволяет существенно расширить ассортимент пищевых глазурей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Смирнов Е.В. Пищевые ароматизаторы. Справочник. – СПб.: Издат-во «Профессия», 2008. – 736 с.
- Reineccius G. Flavor chemistry and technology – 2nd ed.: Taylor & Francis Group, 2006. – 485 p.
- Deibler K.D., Delwiche J., M. Handbook of flavor Characterization Sensory Analysis, Chemistry, and Physiology.: Marcel Dekker, New York, 2004.– 515 p.
- Antonella L., Bleve-Zacheo T., Gerardi C., Melillo M.T., Leo L., Zacheo G. Lipoxygenase involvement in ripening strawberry. Journal of Agricultural and Food chemistry, 2006. – vol.54, no.18. – P. 6835-6844.
- Luning P. A., Carey A. T., Roozen J. P., Withers H. J. Characterization and Occurrence of Lipoxygenase in Bell Peppers at Different Ripening Stages in Relation to the Formation of Volatile Flavor Compounds // J. Agric. Food Chem. ,1995.– vol. 43.– P. 1493-1500.

- deMan J. M. Principles of food chemistry.–3rd ed. p.: Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, 1999.– 460 p.
- R. Davidovich-Rikanati, Yaniv Azulay, Yaron Sitrit, Yaakov Tadmor and Efraim Lewinsohn Tomato aroma: Biochemistry and biotechnology. In Havkin-Frenkel D., Belanger F.C. (Ed.), Biotechnology in Flavor Production.: Blackwell Publishing, 2008.– P.118-130.
- Song J. Major enzymes of flavor volatiles production and regulation in fresh fruits and vegetables. In A. Bayindirli (Ed.), Enzymes in Fruit and Vegetable Processing Chemistry and Engineering Applications.: Taylor & Francis Group, 2010. – P. 45-63.
- Oey I. Effect of novel food processing on fruit and vegetable enzymes. In A. Bayindirli (Ed.), Enzymes in Fruit and Vegetable Processing Chemistry and Engineering Applications.: Taylor & Francis Group, 2010. – P. 245-312.
- Van Buggenhout S., Messagie I., Van der Plancken I., Hendrickx M. Influence of high-pressure–low-temperature treatments on fruit and vegetable quality related enzymes // European Food Research and Technology, 2006.– vol. 223.– P. 475–485.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 637.146.002.35:66.02232:635.7

САЛАМАТИНА С.С. канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій

НИЗЬКОКАЛОРИЙНІ СОУСИ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Внесення в соуси на основі молочних продуктів наповнювачів рослинного походження збагачує їх якісний склад харчовими волокнами. Наповнювачі підвищують в'язкість продукту та створюють певну консистенцію, яка характеризується стабільністю колоїдної системи в готових соусах, а також надають їм гармонію смаку, привабливість за кольором та ароматом.

Ключові слова: соуси, молочні продукти, овочеві наповнювачі, пряна зелень, стабілізатори структури та структуроутворювачі.

Adding to the sauces filler for dairy products based on herbal enriches them with dietary fiber. Fillers increase the viscosity of the product and create a texture which is characterized by stability of that colloidal system in the finished sauce. And also gives them a harmonious taste, attractiveness of color and flavor.

Keywords: sauces, dairy products, vegetables, fillers, spicy greens, structure and structure-stability.

На початку 21 століття людство зіткнулося з глобальною медико-соціальною проблемою – катастрофічним зростанням захворюваності на цукровий діабет, великою кількістю людей із підвищеною вагою. Все частіше відвідувачі ресторанів вимагають від шеф-кухарів змінити склад страви або технологію її приготування, з метою обмеження кількості інгредієнтів, що надають високої калорійності або підвищують її глікемічний індекс. Розширення асортименту низькокалорійних страв і соусів у меню закладів ресторанного господарства є одним із перспективних напрямків у забезпеченні потреб клієнтів.

Сьогоднішній клієнт ресторану при виборі страви зауважує її корисність для організму, тому важливим завданням є створення соусів на основі молочних продуктів оздоровчого характеру. З'явилися вироби з різними плодово-овочевими наповнювачами, пребіотиками та ін.

Удосконалити склад соусів на основі молочних продуктів, надати їм профілактичного характеру можна за рахунок використання рослинних наповнювачів, які збагачують вироби вітамінами, мінеральними речовинами, органічними кислотами; підвищують загальний імунітет, мають позитивний вплив на функціонування організму людини.

Використання нових інгредієнтів змінює

структуру соусу на основі молочних продуктів. Технологія приготування соусів передбачає використання речовин, які впливають на їх консистенцію – важливого показника якості та регулюють її (стабілізатори структури та структуроутворювачі).

В даній роботі використовується пряна зелень. Внесення в молочні продукти (йогурт, сметану) наповнювачів рослинного походження збагачує їх якісний склад харчовими волокнами, функціональні властивості котрих пов'язані з виведенням із організму радіонуклідів, покращенням роботи шлунково-кишкового тракту. Внаслідок введення до складу соусів наповнювачів прямої зелені підвищується вміст мінеральних речовин, котрі також приймають участь в важливих процесах, які відбуваються в організмі людини, підвищуючи його імунітет до захворювань.

Метою досліджень було: отримати овочеві наповнювачі тривалого зберігання на основі прямої зелені; визначити вид та дози стабілізаторів структури в рецептурах соусів на основі кисломолочних продуктів різної консистенції, а також визначити залежність між вмістом нових інгредієнтів та структурно-механічними властивостями продукту. На підставі експериментальних даних розробити технологію отримання овочевих натуральних наповнювачів на основі прямої зелені для подальшого їх використання при приготуванні соусів на основі кисломолочних продуктів.

Сировиною для отримання наповнювачів використовували свіжу пряну зелень: петрушку городню – зелень та білі корені; кріп духмяний – зелень; селеру пахучу – зелень та білі корені.

При визначенні оптимальних доз внесення овочевих наповнювачів досліджували зміну органолептичних та синергетичних властивостей молочних продуктів на основі сметани та йогурту. Органолептичні показники визначалися за розробленою 5-бальною системою оцінювання. Синергетичні властивості нових продуктів оцінювали за допомогою визначення ступеню синерезису. Суть методу

полягає у вимірюванні кількості сироватки, що віділялась при центрифугуванні 10 см³ сметани чи йогурту протягом 10 хвилин. Об'єм сироватки виражають в % від об'єму продукту [3]. Відносно в'язкість визначали фільтраційним методом на віскозиметрі ВЗ-3, в секундах за часом витікання із сопла віскозиметра ретельно перемішаного продукту, взятого у кількості 100 см³. Титровану кислотність визначали титриметричним методом згідно ГОСТ 25555.0. Активну кислотність визначали шляхом вимірювання рН за ГОСТ 26188. Число аромату визначали методом Кохонбрекера.



Рис. 1. Зміна масової частки розчинних сухих речовин в залежності від композицій наповнювачів



Рис. 2. Зміна масової частки титрованих кислот в залежності від композицій наповнювачів



Рис. 3. Зміна активної кислотності в залежності від композицій наповнювачів

Для приготування наповнювачів помиту сировину подрібнювали, до отримання однорідної маси з розмірами шматочків до 3 мм, змішували з розчином згущувача. Наявність тих чи інших стабілізаторів є основним фактором, який визначає реологічні властивості кисломолочних продуктів. Тому в якості стабілізаційної системи було використано: RABB (суміш желатину, гуарової камеді і модифікованого крохмалю).

RABB – порошок білого кольору, який частково розчинний в холодній воді та повністю при температурі вище 95 °С, стандартизований для досягнення постійного стабілізуючого ефекту в готовій продукції.

Перед внесенням стабілізаційної системи здійснювали її підготовку: перемішували стабілізатор з сіллю у кількості 10 % до маси суміші пряної зелені, з відповідною кількістю води, залишали для набрякання на 40-60 хв при температурі 10-20 °С. Підносили в подрібнений зразок зелені, ретельно перемішували, для запобігання утворення грудочок, суміш нагрівали, при перемішуванні, до температури 98 ± 2 °С, витримували при вказаній температурі протягом 2-3 хв, отриманий наповнювач фасували в підготовлену тару. Термін зберігання наповнювачів складає 2 роки при температурі 0 – 20 °С та відносній вологості повітря $\phi \leq 75$ %.

Аналіз фізико-хімічних показників пряної сировини та композицій наповнювачів (рис. 1-4) показав, що масова частка титрованих кислот змінюється несуттєво, активна кислотність зменшується на 7...14 %.

Число аромату готових наповнювачів нижче в порівнянні з числом аромату свіжої сировини. Зменшення числа аромату пояснюється тим, що частина ароматичних речовин при нагріванні втрачається до 70 %, та завдяки внесенню в

наповнювачі камеді бобів рожкового дерева аромат зберігається в межах 60...70 %. Стійкість наповнювачів складає 95 %, що забезпечує стабільність і запобігає синерезису при їх внесенні в кисломолочні продукти (сметану, йогурти та ін.) (табл. 1). Розроблені овочеві наповнювачі під час дегустації отримали високу позитивну оцінку.

Відомо, що для сметани, масової частки жиру 20 %, ступінь синерезису складає 35...45 %. Застосування стабілізаторів структури впливає на цей показник – при збільшенні його концентрації зменшується ступінь синерезису, що свідчить про збільшення вологоутримуючої здатності системи. Це відбувається за рахунок водопоглинання структуроутворювачів в результаті чого харчова колоїдна система соусу на основі кисломолочних продуктів втрачає свою рухливість

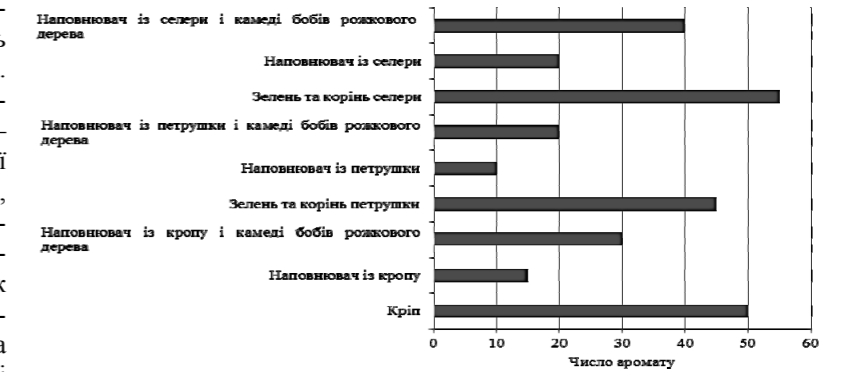


Рис. 4. Зміна числа аромату в залежності від композицій наповнювачів

Таблиця 1

№ п/п	Вид сировини та продукту	Стійкість наповнювача (не менше), %	Органолептичні показники
1	Кріп	95	Колір і запах відповідає свіжій сировині, консистенція однорідна
2	Наповнювач із кропу	95	
3	Наповнювач із кропу і камеді бобів рожкового дерева	95	
4	Зелень та корінь петрушки	95	Колір і запах відповідає свіжій сировині, консистенція неоднорідна зі шматочками не більше 3мм
5	Наповнювач із петрушки	95	
6	Наповнювач із петрушки і камеді бобів рожкового дерева	95	
7	Зелень та корінь селери	95	
8	Наповнювач із селери	95	
9	Наповнювач із селери і камеді бобів рожкового дерева	95	

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Жук О.П., Пономарев П.С., Сорока Ж.К. Добавки натуральные, высокопитательные / Харчова і переробна промисловість.-2001.-№12.-с.15-16.
- Корецька І.Б., Бистров П.Н. Природні структуроутворювачі / Харчова і переробна промисловість.-2001.-№2-3.-с.29.
- Органолептические свойства молока и молочных продуктов: Справочник / В.П. Шидловская - М.: Колос, 2000. – 280 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664.143.4: 579.61: 663.885

ГОНЧАР В.В., канд. техн. наук, доцент, РОСЛЯКОВ Ю.Ф., д-р техн. наук, профессор, ДОЖДАЛЕВА М.И., канд. техн. наук, ХАНФЕРЯН Р.А., д-р мед. наук, профессор ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»

Институт аллергии и астмы (г. Краснодар)

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СБИВНЫХ САХАРИСТЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОКА ТОПИНАМБУРА

Приведена медико-биологическая оценка сбивных сахаристых кондитерских изделий, полученных с использованием концентрированного сока топинамбура. Установлено, что разработанные изделия существенно влияют на снижение уровня глюкозы в крови.

Ключевые слова: концентрированный сок топинамбура, диабетическая нуга, низкокалорийное суфле, гликемический индекс

A biomedical estimation over of the sacchariferous wares got with the use of the concentrated juice of topinambour is brought. It is set that the worked out wares substantially influence on the decline of level of glucose in blood.

Keywords: the concentrated juice of topinambour, diabetes nougat, low-caloric soufflé, glycemic index

В Институте аллергии и астмы (г. Краснодар) проведены исследования лечебного действия разработанных диабетических сбивных сахаристых кондитерских изделий – диабетической нуги и низкокалорийного суфле, полученных с использованием концентрированного сока топинамбура. Под наблюдением находились 50 больных сахарным диабетом. Сахарный диабет 1 типа был диагностирован у 24 больных (9 мужчин и 15 женщин) в возрасте 20-57 лет и 2 типа – у 26 больных (13 мужчин и 13 женщин) в возрасте 42-70 лет. Среди исследуемых пациентов превышение от идеальной массы тела более чем на 20 % было отмечено у 38 больных.

Исследования проводились в два этапа:

Первый. Степень гипергликемии после употребления больными сахарным диабетом разработанных кондитерских изделий определяли модифицированным методом расчета гликемического индекса углеводных нагрузок.

Для определения степени гипергликемии всем больным назначили специальную диету, которая была рассчитана на 2436±12 ккал. Ежедневный рацион включал 94±7,1 г белка, 98,3±6,4 г жира и 294,1±2,7 г углеводов. Таким образом, около 50 % общей калорийности пищи покрывали за счет углеводов, 16 % – за счет белка и 34 % – за счет жира. Одной из важнейших характеристик диеты являлось обеспечение одинаковой посталиментарной гликемической реакции после каждого приема пищи. Далее проводили оценку адекватности получаемого лечения и питания больными путем определения содержания сахара в капиллярной крови, глюкозурии, динамики массы тела, а также субъективных симптомов. После достижения у больных состояния компенсации им проводили пищевые нагрузки с целью определения гликемического индекса сбивных сахаристых кондитерских изделий, полученных с использованием концентрированного сока топинамбура.

Нагрузки проводили следующим образом: больные утром натощак после приема лекарственных препаратов за 10 мин съели завтрак, состоящий из углеводсодержащего продукта (в том числе 74 г углеводов), и запивали несладким чаем (200 мл). Гликемию исследовали натощак, затем – через каждые 15 мин в течение первого часа, далее – с 30-минутными интервалами до 150-й минуты. Одновременно с капиллярной кровью брали кровь из вены для динамического исследования радиоиммунологическим методом содержания в венозной крови С-пептида, глюкагона, СТГ, кортизола (таблица 1).

В результате проведенных исследований было установлено, что разработанные сбивные сахаристые кондитерские изделия обладают низким гликемическим индексом, который сопровождается постепенным поступлением глюкозы из желудочно-кишечного тракта в системный кровоток, появ-

ляющимся плавным подъемом гликемии, соответствующим кинетике экзогенного инсулина, щадящему стимулированию остаточной секреции В-клеток. При этом не происходило угнетения секреции глюкагона. Поскольку все физиологические процессы в организме человека находятся в относительном равновесии, резких метаболических изменений не наблюдалось, и уровень гормонов стресса в организме больных существенно не изменялся. Кроме этого было выявлено, что содержащаяся в разработанных кондитерских изделиях фруктоза, активируя глюकोкиназу, создаёт клиренс глюкозы в печени, что обеспечивает оптимизацию постпрандиальной гликемии.

Таблица 1
Гликемические и гормональные индексы углеводных нагрузок, %

Вид нагрузки	Гликемический индекс	Индекс инсулина	Индекс С-пептида	Индекс глюкагона	Индекс СТГ	Индекс кортизола
«Нуга ореховая» (контроль)	95	98	103	102	98	95
Диабетическая нуга	59	60	138	39	60	56
«Ванильное суфле» (контроль)	86	92	112	80	98	78
Низкокалорийное суфле	51	52	124	35	48	51

Второй. Определяли влияние структурированной программы контроля диабета с включением в рацион питания разработанных кондитерских изделий на динамику массы тела, а также влияние концентрации гликированного гемоглобина HbA1c на уровень глюкозы в крови.

Исследования проводили в течение трёх недель. При этом все больные получали рацион питания со сниженной калорийностью (60 % калорий от суточной потребности в энергии), а также ежедневно употребляли по 500 г разработанных диабетических сбивных сахаристых кондитерских изделий (нуги и суфле по 250 г).

Проведенные исследования показали, что у пациентов, употреблявших исследуемые сбивные сахаристые кондитерские изделия, полученные с использованием концентрированного сока топинамбура, потеря массы тела была более выраженной, наблюдалось большее снижение уровня гликированного гемоглобина HbA1c, заметное улучшение показателей липидного профиля крови, а также более выраженное снижение уровня артериального давления, чем в группе сравнения (рисунки 1 и 2).

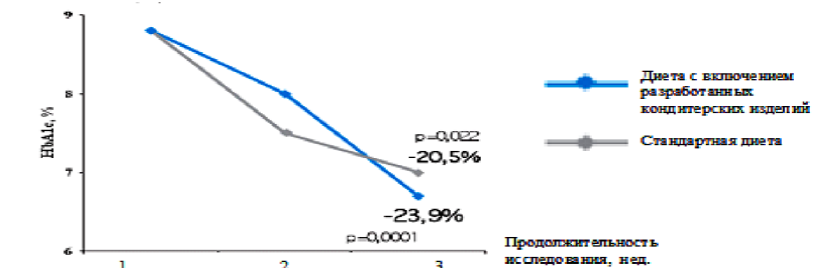


Рис. 1. Динамика изменения уровня содержания гликированного гемоглобина HbA1c у больных сахарным диабетом

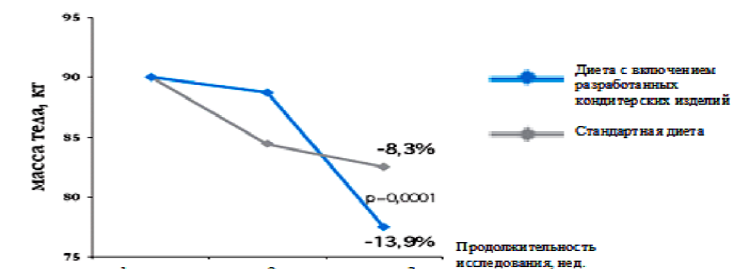


Рис. 2. Динамики изменения массы тела у больных сахарным диабетом

Далее были проведены исследования по выявлению влияния разработанных диабетических сбивных сахаристых кондитерских изделий, полученных с использованием концентрированного сока топинамбура, на уровень глюкозы в крови (таблица 2).

Анализ полученных данных показал, что разработанные диабетические сбивные сахаристые кондитерские изделия существенно влияют на снижение уровня глюкозы в крови.

Таким образом, результаты медико-биологических исследований отчетливо свидетель-

ствуют о том, что использование в комплексной терапии сахарного диабета сбивных сахаристых кондитерских изделий, полученных с использованием концентрированного сока топинамбура, повышает ее эффективность, способствует снижению уровня содержания глюкозы в крови (для сахарного диабета I типа: на 25,6 % при употреблении диабетической нуги по сравнению с контрольным образцом и на 25,8 % – при употреблении низкокалорийного суфле; для сахарного диабета II типа: на 21,4 при употреблении диабетической нуги и на 28,0 – при употреблении низкокалорийного суфле), улучшению показателей гликемического индекса и метаболического контроля, сочетающихся с эффективной коррекцией массы тела у больных сахарным диабетом.

Таблица 2
Динамика изменения уровня содержания глюкозы в крови, моль/л

Наименование кондитерских изделий	До еды	Сахарный диабет 1 типа	Сахарный диабет 2 типа
«Нуга ореховая» (контроль)	5,55	10,48	9,10
Диабетическая нуга	5,55	7,80	7,15
«Ванильное суфле» (контроль)	5,55	9,57	9,10
Низкокалорийное суфле	5,55	7,10	6,55

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дождалева М.И. Разработка рецептур и формирование потребительских свойств диабетических сбивных сахаристых кондитерских изделий с использованием концентрированного сока топинамбура. – дис. канд. техн. наук. – 175 с.
2. Росляков, Ю.Ф. Использование продуктов переработки клубней топинамбура в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [Текст] / Ю.Ф. Росляков, О.Л. Вершинина, В.В. Гончар // Пищевая промышленность: наука и технологии (Р. Беларусь), № 4, 2012. – С. 19-22.
3. Дождалева, М.И. Разработка технологий и рецептур диабетических сахаристых кондитерских изделий с использованием продуктов переработки клубней топинамбура [Текст] / М.И. Дождалева, В.В. Гончар, Т.В. Калашнова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2011. – № 2-3. – С. 65-67.
4. Roggow G. Anbautechnische, norstoff- und futterwirtschaftliche Untersuchungen Zum. Problem der Anbauberechtigung der Topinambur in Mecklenburg. Thesis, Universitat Rostock. 2002. P.58-60.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664.114

КАЛІНОВСЬКА Т.В., аспірант, ОБОЛКІНА В.І., д-р техн. наук, професор, КІЯНИЦЯ С.Г., канд. техн. наук, доцент Національний університет харчових технологій, м. Київ ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН НАПІВФАБРИКАТІВ З ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВОК ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ СОРЕЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

У статті наведено результати досліджень по визначенню кількісного складу пектинових речовин у вичавках винограду. Наведено дослідження сорбційних властивостей напівфабрика-

тів з виноградних вичавок та їх вплив на стан вологи в цукеркових масах. Визначена можливість використання продуктів переробки винограду при виробництві кондитерських виробів.

Ключові слова: виноградні вичавки, продукти переробки, кондитерські вироби, пектинові речовини.

The results of the research conducted in respect of the quantitative composition of pectin and phenol substances in husks of industrial grapes have been performed. Research shows the sorption properties of semi-finished products from grape marc and their impact on the state of water in the candy masses. The applicability of processed grapes products in confectionery manufacture has been determined.

Keywords: grape marc, by-products, confectionery, pectin.

В рамках сучасної теорії здорового харчування актуальна розробка харчових продуктів підвищеної цінності, збагачених біологічно активними речовинами, джерелом яких є рослинна сировина. Перспективною та доступною сировиною, багатою біологічно цінними речовинами є виноград та продукти його переробки.

У виноградній ягоді ідентифіковано близько 150 компонентів, які обумовлюють його смак і аромат, а також володіють радіопротекторними, бактерицидними, антиоксидантними, нейростимулюючими, тонізуючими та іншими функціональними властивостями.

Вміст високомолекулярних речовин вуглеводної (моносахариди, пектинові речовини, геміцелюлози), білкової (амінокислоти, пептиди, ферменти) і фенольної природи (фенолокислоти, катехіни, лейкоантоціанидини, антоціани, ресвератрол), а також вітамінів, макро- і мікроелементів, є показниками, що відображають цілість властивості винограду та продуктів його переробки.

Незалежно від технології промислової переробки винограду та цільового призначення (соки, напої, вина, шампанські та коньячні матеріали), процеси переробки супроводжуються накопиченням значної кількості вичавок (10 – 15 % від початкової маси винограду, які становлять інтерес для вторинної переробки з метою отримання ряду продуктів харчового призначення.

Однак, як показав аналіз літературних джерел, незважаючи на цінний склад виноградних вичавок, в даний час вони використовуються недостатньо ефективно. Сьогодні відходи виноробства не паспортизовані і практично раціонально не використовуються внаслідок необхідності значних капітальних вкладень на їх переробку, великої енерго- та ресурсоемності існуючих технологій [1].

Вичавки або направляють на корм худобі, або скидають на поля, що не завжди є корисним, у зв'язку з вмістом в них виннокислих сполук. Тим часом, підприємства позбавляються від мільйонів тон речовин, які шляхом механічної, термічної або хімічної обробки можна перетворити в корисні продукти.

Тому, проблема цілеспрямованого використання вторинних продуктів переробки винограду продовжує залишатися актуальною. Це відкриває великі можливості для проведення досліджень з метою наукового обґрунтування доцільності використання напівфабрикатів з виноградних вичавок у виробництві цукристих кондитерських виробів та розробки на цій основі ре-

цептур і технологій виробів високої якості, в тому числі й функціонального призначення.

Метою статті є вивчення вмісту пектинових речовин у винограді та продуктах його переробки в якості цінної сировини для підвищення харчової та біологічної цінності кондитерських виробів, а також дослідження їх сорбційних властивостей для прогнозування стабільності цукеркових мас.

Об'єктом досліджень служили вичавки винограду технічних сортів – Каберне-Совіньйон, Мерло, Бастардо Магарачский, Аліготе.

Дослідження проводилися з використанням стандартних методів аналізу. Пектинові речовини визначали титриметричним методом [2], який заснований на титруванні лугом попередньо виділених і підготованих пектинових речовин до і після гідролізу.

Сорбційні характеристики визначали на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена, де на попередньо зневоднених зразках за температури 20 °С та тиску від 0 до 18 мм. рт. ст. здійснювали сорбцію водяної пари, після цього проводили десорбцію в рівноважних умовах.

Для кондитерської промисловості найбільший інтерес представляє шкірочка винограду як джерело біологічно-активних речовин: вітамінів, макро- і мікроелементів, фенольних сполук, рослинної клітковини, органічних кислот. Крім того, важливим функціональним інгредієнтом виноградного сировини є пектинові речовини – біополімери, що входять до складу клітинних стінок, серединних пластинок і цитоплазми рослинних клітин. Будучи структурним елементом тканин, пектини забезпечують в рослинах цілісність та стабілізацію тканин клітин.

Пектинові речовини відносяться до великої групи гліканогалактуронанів, кислих рослинних полісахаридів, основний вуглецевий ланцюг становлять 1,4 – пов'язані залишки α -D-галактуронової кислоти. Пектинові речовини включають протопектин, пектинові полісахариди, і супутні арабінани, галактани і арабіногалактан [3].

Серед природних пектинових речовин особливе місце займає нерозчинний у воді протопектин, який знаходиться в рослинах в клітинних стінках і міжклітинниках. Протопектин – найбільш поліаморфна складна форма пектинових речовин – нерозчинний високомолекулярний пектиновий комплекс, разом з целюлозою та геміцелюлозами утворює каркас клітинної стінки та при кислотному, лужному або ферментативному гідролізі переходить у розчинний пектин.

Реакція взаємодії пектинових речовин з кислотами широко використовується для промислового отримання пектину з рослинної сировини, пектинового клею і D-галактуронової кислоти. Для гідролізу протопектину застосовують різні мінеральні (соляна, азотна, фосфорна) і органічні (винна, лимонна, молочна) кислоти. При пресуванні винограду значна частина нерозчинного пектину залишається в вичавках. Прийнято вважати, що водо-

розчинний пектин високої молекулярної ваги з ковалентно зв'язаними з ним арабаном, галактаном і ксіланом представляють модель протопектину, механічно і хімічно зв'язаного з іншими речовинами клітинної стінки [4].

Також, з літературних даних [5] відомо, що високий ступінь упорядкованості целюлозних макромолекул, наявність хімічного зв'язку між полісахаридами та іншими компонентами сировини – основна причина низької засвоюваності виноградних вичавок. З метою підвищення засвоюваності виноградні вичавки піддають гідролізу. Завдяки структурним перетворенням вуглеводів сировини при гідролізі підвищується ферментативна атакуємість полісахаридів, поживна цінність виноградних вичавок збільшується у результаті накопичення легкозасвоюваних компонентів.

В Національному університеті харчових технологій на під керівництвом доц. Крапивницької І.О. розроблено нові пектиновмісні продукти на основі вторинної рослинної сировини: виноградних вичавок з отриманням дрібнодисперсного порошку, пюре та виноградної підварки з підвищеним вмістом пектину, за рахунок часткової деструкції протопектину, який міститься в клітинних оболонках і міжклітинних стінках виноградної ягоди.

Особливістю їх отримання є проведення процесу гідролітичного розщеплення протопектину рослинної тканини з метою збагачення водорозчинним пектином.

Основною технологічною задачею процесу хімічної деструкції протопектину є досягнення

найбільш високого ступеня гідролізу при мінімальній його тривалості та деполімерізація пектинових речовин. Дослідження з визначення оптимальної тривалості гідролізу особливо необхідні, так як неповний гідроліз призводить до низького показника виходу пектинових речовин, а тривалий кислотний гідроліз веде до повної деградації пектинових речовин до галактуронової кислоти [6].

Тому, були визначені оптимальні нежорсткі умови проведення процесу гідролізу-екстракції пектинових речовин з виноградних вичавок органічними кислотами, дозволеними у харчовій промисловості.

Для підтвердження промислової значущості виноградних вичавок як пектиновмісної сировини, проведені дослідження з визначення вмісту пектинових речовин у вичавках винограду технічних сортів, вирощуваних на Південному березі Криму. Зразки для досліджень відбиралися у стані фізіологічного ступеня зрілості винограду на виноробному заводі ДП «Алушта» ДК НВАО «Масандра». Для проведення досліджень були взяті вичавки основних технічних сортів винограду, які залишаються при переробці винограду на виноматеріали.

У результаті проведених досліджень, представлених на рис. 1 видно, що вміст водорозчинного пектину вичавок технічних сортів винограду коливається в межах 1,4 – 2,0 % до маси сухих речовин. З отриманих даних видно, що вміст пектинових речовин у гідролізованій меззі збільшується на 1,7 – 2,7 %, що обумовлює доцільність проведення процесу гідролізу.

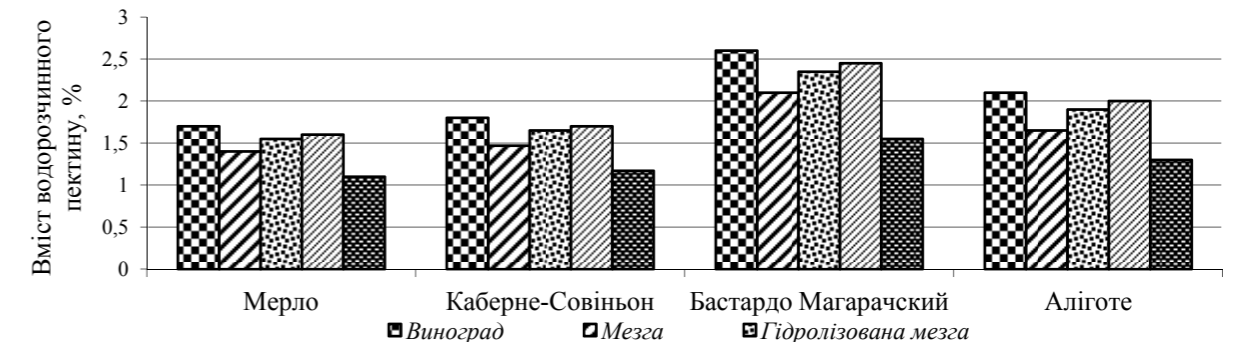


Рис. 1. Динаміка зміни вмісту пектинових речовин винограду на різних стадіях виробництва напівфабрикатів

Основним показником якості пектинів є ступінь етерифікації, яка вказує на кількість метоксилованих карбоксильних груп полігалактуронової кислоти. Дослідженнями встановлено, що кількість етерифікованих груп виноградно пектину становить 61,0 – 62,5 %, що свідчить про те, що пектин винограду відноситься до високоетерифікованих пектинів, які широко застосовуються в кондитерській промисловості.

Відомо, що ступінь етерифікації визначає також механізм драглеутворення пектинових речовин. Високоетерифіковані пектини утворюють кис-

лотно-цукрові пектинові драгли, водневими зв'язками при участі недисоційованих вільних карбоксильних груп.

Кількість вільних карбоксильних груп виноградно пектину 1,0 – 2,0 %. Наявність у пектині вільних карбоксильних груп галактуронової кислоти сприяє утворенню комплексів з важкими і радіоактивними речовинами та їх виведенню з організму. Завдяки антимікробним і протизапальним властивостям пектину знижується концентрація холестерину, цукру і поліпшуються функції травлення.

Експериментально підтверджено, що при додаванні цукру в кількості 60 % до пюре з виноградних вичавок при уварюванні утворюються міцні драгли, тобто виноградний пектин володіє добрими драглеутворювальними властивостями. Отже, з урахуванням цих критеріїв, виноградні вичавки є перспективним джерелом пектинових речовин, а напівфабрикати з виноградних вичавок доцільно використовувати в кондитерській промисловості.

Отримане пюре, підварку з цукром та дрібнодисперсний порошок з виноградних вичавок можна використовувати в якості начинки для карамелі і борошняних кондитерських виробів, при виробництві помадних сортів цукерок для поліпшення органолептичних показників та продовження термінів зберігання, при виробництві збивних цукеркових мас, фруктово-желейних корпусів цукерок, пастили, мармеладу.

Серед основних технологічних властивостей напівфабрикатів з виноградних вичавок слід зазначити їх вологоутримувальну здатність.

Згідно літературних даних [7], за вологоутримувальною здатністю харчові волокна виноградних вичавок відносяться до групи середньовологозв'язуючих (2 – 8 г води на 1 г) харчових волокон. В залежності від іонообмінних властивостей і сорбційної активності харчові волокна виноградних вичавок належать до середніх аніонітів (1 – 3 мекв сорбату на 1 г харчових волокон), а також сильних амфолітів (більше 3 мекв сорбату на 1 г харчових волокон).

Для визначення вологоутримувальної здатності напівфабрикатів з виноградних вичавок нами були проведені дослідження їх сорбційних властивостей.

Дослідження сорбційно-десорбційних процесів проводили ваговим методом на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена. Величина питомої поверхні зразків розраховувалася з ізо терм адсорбції парів за методом полімолекулярної теорії адсорбції парів Брунауера – Еммета – Теллера (метод BET).

Для розуміння значення ізо терми сорбції розглядаються поділом на три зони. Перша зона відповідає мономолекулярній, друга – полімолекулярній, третя – капілярній адсорбції.

Зона I ($a_w = 0 - 0,25$) відповідає утворенню молекулярного моношару адсорбційної води на поверхні напівфабрикатів. Це найбільш міцно зв'язана вода взаємодіє з карбоксильними гідрофільними групами і сприяє проникненню молекул води до активних центрів досліджуваних зразків. Вандер-Ваальсом ця зона описана як зона взаємодій між гідрофільними частинками пектину і молекулами води, завдяки водневим зв'язкам і полярним вода-іон і вода-диполь взаємодіям. Адсорбція води продовжується до тих пір, поки безперервний моношар молекул води утворюється на зовнішній поверхні зразків, так і на поверхні їх частинок. Не-

рухомий стан води досягається за рахунок взаємодій між молекулами води і поверхнею напівфабрикатів з виноградних вичавок. Дана вода не може бути розчинником, вона присутня у незначних кількостях, тому не здатна впливати на пластичні властивості речовин, ентальпія пароутворення набагато вище, ніж у звичайної води, а температура замерзання нижче $-40\text{ }^\circ\text{C}$. Насичення всієї поверхні досліджуваних зразків означає перехід у другу зону і відповідає утворенню моношару вологи.

Друга зона ($a_w = 0,26 - 0,75$) відповідає множинній адсорбції води первинного моношару, коли менш міцно зв'язані молекули води утворюють на поверхні моношару мультишари і взаємодіє з сусідніми молекулами завдяки вода - вода - водневим зв'язкам. Волога утримується завдяки капілярній конденсації. Ця вода є реагентом для протікання біологічних реакцій, бере участь у процесі розчинення, діє як пластифікуючий агент та сприяє набухання пектинових речовин, які входять до складу напівфабрикатів з виноградних вичавок.

Вода в третій зоні ($a_w = 0,76 - 1,0$) є найменш зв'язаною і найбільш мобільною, знаходиться в макрокапілярах гідроколідів в рідкому агрегатному стані. У даній зоні відбувається процес дифузії води в капілярно - пористій структурі і супроводжується процесом набухання та драглеутворення пектинових речовин. У пектинових речовинах досліджуваних напівфабрикатів дана вода, імовірно, є фізично зв'язаною, тому її макроскопічна течія утруднена. Ентальпія пароутворення та температура замерзання практично однакова з чистою водою, тобто вона бере участь у протіканні хімічних реакцій і життєдіяльності мікроорганізмів. Тому стан вологи в харчових системах має важливе значення для визначення їх стабільності.

Ізо терми сорбції-десорбції напівфабрикатів з виноградних вичавок наведені на рис. 2. З ізо терм сорбції-десорбції видно, що вони мають гістерезис, тобто ізо терми сорбції не в повному обсязі збігаються з ізо термами десорбції. Для пояснення гістерезису сорбції запропоновано кілька теорій, заснованих на таких факторах, як явище набухання, наявність метастабільних локальних областей, хемосорбція, фазові перетворення, капілярні явища і підвищення стійкості нерівноважних станів зі зниженням температури.

У досліджуваних напівфабрикатів з виноградних вичавок ізо терми десорбції розміщувалися вище ізо терм сорбції, що говорить про те, що при сушінні при однакових значеннях P/P_s (a_w) зразки мають велику вологість, ніж при зволоженні, тобто спостерігається хімічна адсорбція за рахунок часткового розчинення поверхневого шару. У всіх зразках петля гістерезису проходить через весь інтервал відносного тиску парів адсорбтива, що свідчить про те, що процес адсорбції незворотний. Характер петлі гістерезису досліджуваних зразків показує, що разом з процесами адсорбції і капілярної кон-

денсації в процесі поглинання води відбувається набухання і драглеутворення.

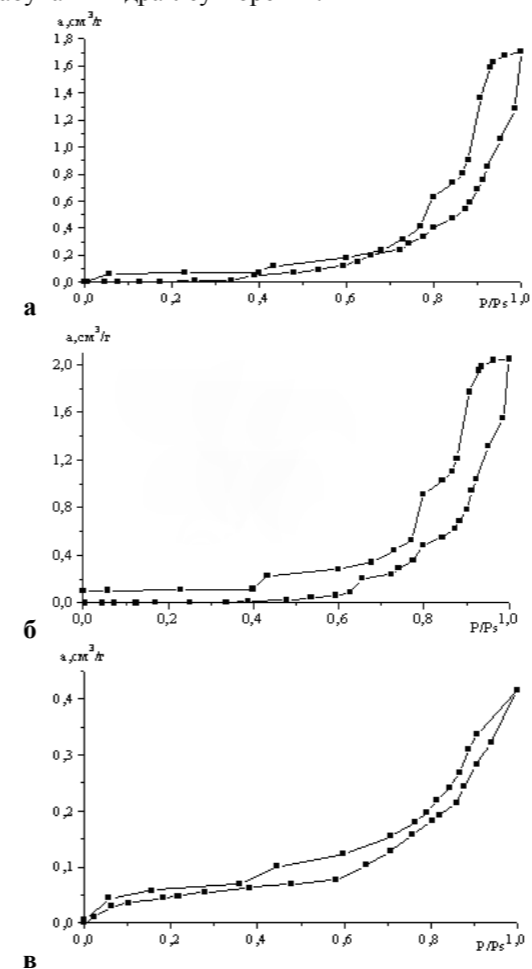


Рис. 2. Ізо терми сорбції-десорбції напівфабрикатів з виноградних вичавок: а – пюре; б – підварка, в – дрібнодисперсний порошок

Кількість залишкової вологи після десорбції в зразках досліджуваних напівфабрикатів від 0 до $0,3\text{ см}^3/\text{г}$, що імовірно свідчить про сильний хімічний зв'язок частиною адсорбованої вологи.

Як видно з рис. 2, у підварці ізо терма десорбції перетинає вісь ординат не в нульовій точці, що вказує на те, що частина адсорбованої вологи зв'язується з підваркою, імовірно міцними хімічними зв'язками та не видаляється при вказаних умовах десорбції.

Для оцінки капілярно-пористої структури напівфабрикатів з виноградних вичавок визначали їх структурні характеристики, які наведені у табл. 1 та на рис. 3 показані диференціальні криві розподілу пор за розмірами.

Аналіз ізо терм сорбції-десорбції дозволяє на підставі експериментальних даних розрахувати питому поверхню зразка, граничний сорбційний об'єм пор та середній діаметр пор, результати яких представлені в таблиці 1, а диференціальні криві розподілу пор за розмірами на рис. 3.

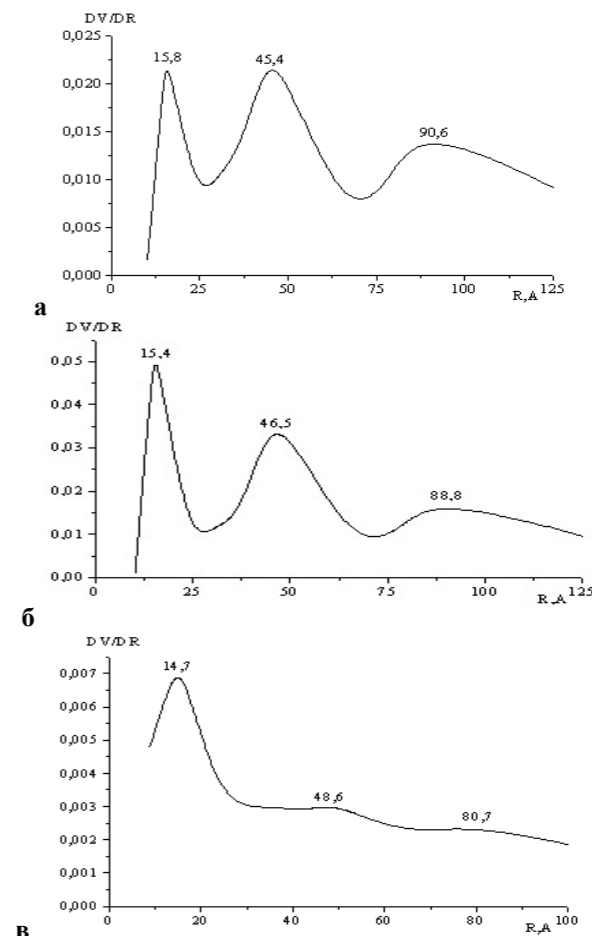


Рис. 3. Диференціальні криві розподілу пор за розмірами напівфабрикатів з виноградних вичавок: а – пюре; б – підварка, в – дрібнодисперсний порошок

Таблиця 1
Структурні характеристики зразків напівфабрикатів з виноградних вичавок

Назва зразка	Питома поверхня зразка, $S_p, \text{ м}^2/\text{г}$	Сорбційний об'єм пор, $V_s, \text{ см}^3/\text{г}$	Діаметр пор, $d_p, \text{ А} \cdot 10^3$	Похибка розрахунку поверхні, R^2
Дрібнодисперсний порошок з виноградних вичавок	153	0,42	110	0,9996
Пюре з виноградних вичавок	25	1,71	273	0,8595
Підварка з виноградних вичавок	4	2,04	204	0,4529

Виходячи з графіків адсорбції парів води (рис. 2), можна зробити висновок, що ці зразки дуже відрізняються один від одного за структурними характеристиками.

Кількість адсорбованої вологи виноградними напівфабрикатами наведена у таблиці 2.

Підварка з виноградних вичавок має трохи ширшу криву гістерезису, ніж пюре з виноградних вичавок, тобто вона гідрофільна, набирає більше вологи й повільніше її віддає, що обумовлено тим,

що ми бачимо на графіку розподілу пор по радіусам (рис. 3), тобто у першого зразка пори за радіусом майже однакові, проте їх кількість дуже велика в порівнянні зі зразком пюре з виноградних вичавок, на що вказують більш високі піки, і відповідно, більшу поверхню під ними, тобто пори у підварки більше, ніж у пюре.

Таблиця 2
Кількість адсорбованої вологи виноградними напівфабрикатами

Назва зразка	Кількість адсорбованої вологи, см ³ /г						Рівноважна гігроскопічна вологість, г/г, при P/P _s =0,83 г/г 10 ²
	I зона (a _w =0-0,25)	II зона (a _w =0,26-0,75)	I зона і II зона, зв'язана вологи	III зона, менш зв'язана вологи (a _w =0,76-1)	Загальна кількість адсорбованої вологи	Залишкова вологи після десорбції	
Пюре з виноградних вичавок	0,01	0,3	0,31	1,71	2,01	0,0	0,5
Підварка з виноградних вичавок	0,01	0,35	0,36	2,04	2,40	0,3	0,6
Дрібнодисперсний порошок з виноградних вичавок	0,05	0,15	0,20	0,42	0,62	0,0	0,2

Що стосується дрібнодисперсного порошку з виноградних вичавок, ми бачимо, що найбільша

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Валуїко, Г.Г. Технологія вина [Текст] / Г.Г. Валуїко, В.А. Домарецький, В.О. Загоруйко. – Київ: Центр навчальної літератури, 2003. – 592 с.
2. Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ: ГОСТ 29059-91. – [Действующий с 1992-07-01]. – М.: Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт по переработке фруктов и винограда, 1991. – 5 с. – (Межгосударственный стандарт).
3. Оводов, С.Ю. Современные представления о пектиновых веществах [Текст] / С.Ю. Оводов // Биоорганическая химия. – 2009. – том 35. – №3. С. 293 – 310.
4. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов [Текст] / Донченко Л.В. – М: ДеЛи, 2000. – 255 с.
5. Горковлюк, Н.П. Использование виноградных выжимок [Текст] / Н.П. Горковлюк, М.С. Дудкин // Пищевая промышленность. – 1988. – №8. – С. 41.
6. Аймухамедова, Г.Б. Пектиновые вещества и методы их определения [Текст] / Г.Б. Аймухамедова, Н.П. Шелухина – Фрунзе: Илим, 1964. – 119 с.
7. Дудкин, М. С. Пищевые волокна — новый раздел химии и технологии пищи [Текст] / М. С. Дудкин, Л.Ф. Щелкунов // Вопросы питания. – 1991. – №3. – С. 36 – 38.
8. Пищевая химия: [учеб. для студентов вузов] / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. – [2-е изд.]. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с. Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 663/664.0026

ЛУГОВСЬКА О.А., аспірант

Національний університет харчових технологій, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРІВ ЧАСТОК ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕМУЛЬСІЙ НА ЯКІСТЬ НАПОЇВ

В статті системно викладаються основні теоретичні відомості про процес удосконалення виробництва емульсій. Розглядається теорія отримання стабільної емульсійної системи, а саме особливості використання вихідної сировини та її властивості, проаналізовано умови, які необхідні для проведення процесу

кількість адсорбованої вологи у першій зоні, тобто найбільш міцно зв'язаної вологи, належить саме йому. Це пояснюється тим, що до складу порошку входять гідрофільні компоненти (пектин, клітковина, геміцелюлози), а також за рахунок більшої питомої поверхні порошоків.

Петля гістерезису на адсорбційних кривих вказує на те, що напівфабрикати з виноградних вичавок є тонкопористими системами, в яких повне заповнення пористої структури (капілярна конденсація) відбувається вже при малих тисках, що приводить до того, що однакової вологості відповідає різна активність води при рівноважному процесі сорбції-десорбції [8].

Висновки

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що вичавки технічних сортів винограду, які вирощується на Південному березі Криму, містять у своєму складі значну кількість пектинових речовин, що дозволяє в технології кондитерських виробів підвищити міцнісні характеристики при приготуванні цукеркових мас, сприятиме зв'язуванню вільної вологи дисперсійного середовища й поліпшенню структурних властивостей цукеркових мас.

Переробка виноградної вичавки являє собою досить складний технологічний процес, проте, виробництво кондитерських виробів підвищеної харчової цінності на основі вторинної сировини виробної промисловості дає можливість створити новий асортимент кондитерських виробів з використанням натуральних барвників, антиоксидантів, підвищеною харчовою і біологічною цінністю, з оригінальними органолептичними властивостями.

гомогенізації. І на основі цього, з великої кількості існуючих теорій, визначається найбільш ефективна, яка використовується для виробництва емульсій.

Ключові слова: емульсія, стабілізатор, частки, фаза, гомогенізатор, стабільність

The paper systematically describes the basic theoretical information about the improvements in the production of emulsions. We consider the theory of a stable emulsion system, namely the particular use of raw materials and their properties analyzed the conditions necessary for the process of homogenization. And based on this, a large number of existing theories determined the most effective, which is used for the production of emulsions.

Keywords: emulsion stabilizer, particle phase, homogenizer, stability.

Деякі харчові продукти, особливо напої, які виробляються з використанням емульсій містять частки розміром 1-1000 нм і розглядаються як об'єкти класичної колоїдної хімії. Велике значення для стабільності таких продуктів має розмір часток. Відомо, що діаметр частинок емульсії залежить від технології процесу виробництва, від рецептури емульсії. Для приготування емульсій, тобто для диспергування однієї рідини в іншій, на практиці користуються механічними засобами, які дозволяють отримати дисперсну фазу.

Існує теорія про механізм емульгування [1]. Перша стадія цього процесу полягає в розтягуванні крапель рідини в полі дисперсійного середовища. Витягування краплі в нитку супроводжується збільшенням поверхні і витратою роботи на подолання молекулярних сил поверхневого натягу. Така витягнута рідка краплина стає настільки нестійкою, що мимовільно розпадається на дрібні сферичні крапельки. У цьому і полягає друга стадія утворення емульсій, яка супроводжується зменшенням поверхні і є мимовільним процесом. Потім настає наступна, третя стадія, коли утворилися крапельки, з одного боку, коагулюють при зіткненнях, а з іншого - знову розтягуються на більш дрібні до встановлення рівноваги. В основі підвищення дисперсності емульсії лежить мимовільний розпад крапель витягнутих до нестійких розмірів [2, 3, 4].

Встановлено, що отримання стійких емульсій тісно пов'язане з механізмом диспергування і залежить від багатьох факторів, таких як вміст масла, виду і концентрації емульгатора, способу введення фаз, часу і інтенсивності та ступеню диспергування, температури. Вивчення факторів, що забезпечують стійкість емульсії, привело до висновку, що вирішальне значення має ступінь диспергування [5-9].

Дослідами встановлено, що для кожного виду емульгатора існує своя оптимальна концентрація, що забезпечує найвищу стійкість одержуваних емульсій [7]. Для введення в емульсію масла (для кожної концентрації емульгатора) також є оптимум, при якому емульсія виходить найбільш стійкою, тобто існують визначенні оптимальні співвідношення між водною та олійною фазами. Введення надлишкового масла викликає розшарування. При цьому для кожного виду емульгатора існує свій оптимум концентрації, відповідний кількості масла в емульсії [8].

Оптимальні концентрації емульгаторів для певних співвідношень обсягів фаз при отриманні стійких емульсій не постійні і залежать від ступеня диспергу-

вання. Застосування високих швидкостей перемішування [9] і особливо підвищення тиску в гомогенізаторі призводить до підвищення дисперсності, в'язкості і утворення більш стійких емульсій [10].

Метою роботи є дослідження впливу розмірів часток на стабільність емульсій в процесі зберігання і використанні у виробництві напоїв, їх стійкості протягом 180 діб.

В якості матеріалів для досліджень отримували зразки емульсій, приготованих з різними стабілізаторами (гуміарабік, модифікований крохмаль) згідно двох варіантів рецептур. Два варіанти емульсій приготували з розміром частинок:

– від 0,1 мкм до 1,0 мкм;

– більше 1,0 мкм.

Емульсії отримували згідно рецептурам, наведеним нижче.

Таблиця 1
Рецептура на 100 л готової продукції

Найменування сировини	Одиниця виміру	Варіанти рецептур	
		1	2
Гуміарабік	кг	-	14
Модифікований крохмаль	кг	16	-
Рослинна олія*	кг	6,5	2,0
Резиногум	кг	4,87	1,5
Ароматизатор**	кг	1,2	3,5
Лимонна кислота	кг	0,2	0,2
Бензоат натрію	кг	0,17	0,17

* - для емульсій типу апельсинова, мандаринова, грейпфрутова, тропік, екзотик використовується апельсинова, грейпфрутова, мандаринова олія; для ківісової, лимонної – лимоне масло; для динної, мангової, маракуєвої, персикової і абрикосової – персикове масло;
** - для кожного найменування емульсії використовується відповідний ароматизатор

Для надання кольору використовувалися синтетичні і натуральні барвники, а також суміші барвників, у визначених кількостях.

Важливим фактором у виробництві емульсій є значна різниця в щільності між маслом і водою. Ефірні олії мають середню щільність близько 0,845 г/л, в той час, як щільність води становить 1,0 г/л. Отже, необхідно вирівнювати низький рівень щільності ефірних масел шляхом додавання речовини, які підвищують щільність. Речовиною, що підвищує щільність, є резиногум (естергам або дамаргам).

Рекомендоване дозування емульсії: 1 кг/1000 дм³ напою.

Дослідження стабільності емульсій проводилося шляхом визначення розміру діаметру частинок методом лазерної гранулометрії та постановки на стійкість безалкогольного напою, в якому використовувалася емульсія протягом 180 днів. У процесі виробництва емульсії спочатку готували водну і жирову фази, змішували їх турбомішалкою і отримували преемульсію з розміром частинок близько 3,0 мкм. На наступному етапі, шляхом гомогенізації отримували емульсії з розміром частинок від 0,1 до 1,0 мкм. У процесі приготування водної та жирової фаз розчиня-

ють всі елементи, що входять до складу цих фаз: стабілізатори (гуміарабік, модифікований крохмаль), кислоти, барвники, консерванти, антиоксиданти (аскорбінова кислота), резиногум. На практиці найважливішими стабілізаторами у виробництві емульсій для безалкогольних напоїв є: гуміарабік і модифікований крохмаль. Для захисту продукту від мікробіологічного псування використовують консервант бензоат натрію. Підкислення емульсії лимонною або яблучною кислотою до рН 4,0 посилює дію консерванту, а також позитивно впливає на ефективну в'язкість емульсії.

Технологія приготування емульсії з гуміарабіком відрізняється від технології приготування емульсії з крохмалем. Важливим фактором для отримання емульсії з часточками до 1мкм є підбір тисків гомогенізатора для певної водної та масляної фаз.

Оптимальні параметри технології емульсії з використанням гуміарабіку, враховуючи його особливості розчинення:

-температура водної фази 30 °С;

-температура жирової фази 40 °С;

-температура преемульсії 30-35 °С, використовують турбомішалку з високою швидкістю обертів, перемішують 10 хв, отримують діаметр часточок 3 мк

-температура гомогенізації преемульсії 30-35 °С

-тиск в гомогенізаторі 280/50 бар (гомогенізацію проводять 2 рази), отримують діаметр часточок до 1 мк.

Оптимальні параметри технології емульсії з використанням крохмалю, враховуючи особливості його розчинення:

-температура водної фази 40 °С (розчинення крохмалю здійснюється при перемішуванні з низькою швидкістю обертів мішалки, через 30 с вводиться жирова фаза і швидкість мішалки збільшують до максимальної, перемішують 2 хв);

-температура жирової фази 20-21 °С;

-температура преемульсії 20-21 °С, діаметр часточок 5 мк, турбомішалку з високою швидкістю обертів не використовують, оскільки утворюється піна, яку потрібно відстоювати декілька днів.

-тиск в гомогенізаторі 200/50 бар (гомогенізацію проводять 2 рази), отримують діаметр часточок біля 1 мк.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. National starch & Chemical UK. Інформаційно-рекламні матеріали 2012р
2. Борисенко, О.В. Методика створення висококонцентрованих смакоароматичних емульсій для безалкогольних напоїв [Текст] / О.В. Борисенко, Ю.А. Алексєєва, С.А. Климова // Харчові інгредієнти: сировина і добавки, 2002; № 2, - С. 18-19.
3. Pszczola D.E., How Ingredients Help Solve Beverage Problems, Food Technology / Products and Technologies, Vol.55, № 10, October, 2001.
4. Gerlat P., Beverage Stabilizers, Weeks Publishing Company, 09, 2000.
5. Богач А. Ароматичні емульсії для виробництва безалкогольних напоїв, Food & Drinks. Продукти харчування й напої, 2003; № 4, - С. 10-11.
6. Byrd S.J., SAIB - the oldest new ingredient for the beverage market, Food / Nutrition Laboratory, Eastman Chemical Company, PO Box 1974, Kingsport, TN 37662-5230, 2001.
7. Merkt G., Weighting agents in cloudy soft drinks, Nutrinoва Inc., 285 Davidson Ave., Ste. 102, Somerset, NJ 08873, 2001.
8. CNI, France. Інформаційно-рекламні матеріали.
9. Helmenstine A.M., BNAand BHT, Chemistry.about.com, Electronic magazine, About Inc., 2003.
10. Патент США на винахід № 6576285, Cholesterol lowering beverage, Bader, Fowler, Stephen P. and others, 10.06.2003.

Отримано редакцією 11.2013 р.

Висновки

Отже, ароматичні емульсії є перспективними для застосування в харчовій промисловості. Отримання емульсій – процес, що залежить від багатьох факторів – інгредієнтного складу, технологічних режимів, специфіки обладнання. На підставі літературних та дослідних даних, визначено фактори стабільності і особливості приготування емульсійних систем. Визначена технологічна схема одержання харчових емульсій. В дослідженнях детальніше розглянуто застосування двох стабілізаторів: смоли акації та модифікованого крохмалю на етапі приготування водної та масляної фаз. Визначено температурні умови розчинення стабілізаторів у відповідних фазах; швидкість і інтенсивність перемішування компонентів для отримання преемульсії.

Більш детально досліджено етап технологічного процесу - гомогенізація емульсії. Підібрано різницю тисків в гомогенізаторі, за допомогою якого регулюється розмір часток, кількість циклів гомогенізації.

Визначено основні параметри контролю в готовому продукті: розмір часток, в'язкість системи, колір, замутнення.

В результаті проведених досліджень встановлено, що розчинення гуміарабіку здійснюється швидше і простіше в порівнянні з розчиненням крохмалю, тому емульсії, отримані з використанням гуміарабіку, стабільніші по якості і дорожчі по вартості в порівнянні з емульсіями, приготованими з використанням крохмалю. Для підбору оптимальних показників емульсії по якості та по вартості, інколи замінюють 18 % від загальної кількості гуміарабіку в емульсії на 12 % крохмалю.

Доведено, що в процесі зберігання продуктів з розміром частинок більше 1,0 мкм з'являлося так зване «кремування», яке пов'язане з порушенням структури емульсії, а також перетворення масляних часток у більш і сливання їх на поверхню. На відміну від цього, у продуктів, виготовлених з використанням емульсії з розміром частинок від 0,1 мкм до 1,0 мкм перерахованих вище змін не спостерігалося. Тому при виготовленні емульсійних продуктів, з метою збереження їх стабільності і якості, необхідно враховувати розмір часток емульсії, який не повинен перевищувати 1,0 мкм.

УДК 635.658:54.02 – 126:577.1

ТЕЛЕЖЕНКО Л.М., д-р техн. наук, професор, АТАНАСОВА В.В., канд. техн. наук, асистент
Одеська національна академія харчових технологій

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ СОЧЕВИЦІ

З огляду на підвищення ефективності гіпосенсибілізуючого харчування необхідно запровадити певні заходи у переробку таких корисних видів рослинної сировини, як то зернобобові культури, що, в той же час, містять важкозасвоювані речовини, які б дозволили поліпшити процеси травлення та сприяли розширенню асортименту продукції. Показано, що сочевиця володіє високою харчовою, біологічною цінністю за рахунок вмісту в ній поживних і біологічно активних речовин, значної кількості мікро- та макроелементів (особливо заліза, фосфору, калію). Показано, що розроблені способи попередньої обробки (пророщування та екструдуювання) сочевиці дозволяють знешкодити непоживні складові цієї культури, істотно зменшити масову частку важкозасвоюваних речовин та нівелювати специфічність її дії на організм людини, а також дозволяють поліпшити засвоювання організмом та надати продукту лікувально-профілактичних властивостей.

Ключові слова: сочевиця, пророщування, екструдуювання, рафіноза, стахіоза, зола, фітин.

In view of improving the efficiency of hyposensitization food necessary to introduce certain measures in the processing of mineral raw materials of plant species, such as legumes, which at the same time difficult assimilation contain substances that would help improve digestion and helped expand the range of products. It is shown that lentils has high nutritional, biological value due to the content it nutrients and bioactive substances, a significant number of micro-and macronutrients (especially iron, phosphorus, potassium). It is shown that the developed methods of pretreatment (germination and extrusion) lentils allow defuse unsubstantial components of culture, significantly reduce the mass fraction difficult assimilation substances and neutralize the specificity of its action on the human body, and can improve assimilation by the body and provide health care product properties.

Keywords: lentils, sprouting, extruding, raffinose, stachioza, ash, phytin.

Впровадження сучасних способів попередньої обробки сочевиці дозволяє у декілька разів зменшити вміст важкозасвоюваних та непоживних речовин. Застосування наукового аналізу і синтезу в методологію досліджень дозволяє стверджувати, що при пророщуванні та екструдуюванні сочевиці аналогічної біотрансформації зазнають будь-які інші антипоживні речовини.

При пророщуванні зерна сочевиці проходить ряд перетворень, які призводять до активації ферментативних процесів, зміни хімічного складу сировини і структурно-механічних характеристик, ступінь яких визначається режимними параметрами процесу. Волого-термічна обробка зерна проковує розвиток мікроорганізмів, що може негативно вплинути на доброякісність продукту. Тому необхідно визначити вплив режимних параметрів процесу на зміну товарних показників сочевиці.

Наявність в сочевиці високополімерних біл-

ків, вуглеводів, таких як рафіноза та стахіоза, та інших антипоживних речовин ускладнює засвоєння продуктів її переробки [1, 2]. Одним із ефективних методів попередньої обробки, що дозволяє знизити дію антипоживних речовин продукту є пророщування. Аналіз найбільш значущих хімічних складових сочевиці, що обумовлюють її важку перетравність, та способів щодо зниження їх впливу на обмін речовин у організмі людини наведено у вигляді діаграми Ісикави (табл. 1).

При пророщуванні зерна у зв'язку з різкою активізацією ферментів відбувається розщеплення білків і вуглеводів. Як результат цих змін - краще засвоювання їх організмом, підвищення їхньої харчової цінності, поліпшення функціонально – технологічних властивостей. Частково подібного ефекту можна досягти при довготривалій вологотермічній обробці, проте така обробка супроводжується втратою біологічно активних сполук сировини. Процес пророщування є єдиним, що нівелює негативну дію практично усіх наведених антипоживних складових сочевиці.

Особливо важливо дослідити зміну важкозасвоюваних олігосахаридів сочевиці (рис. 1, 2) при пророщуванні.

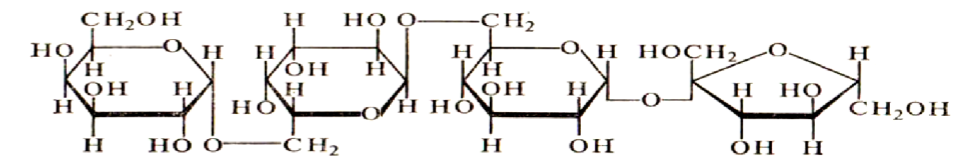


Рис. 1. Будова стахіози

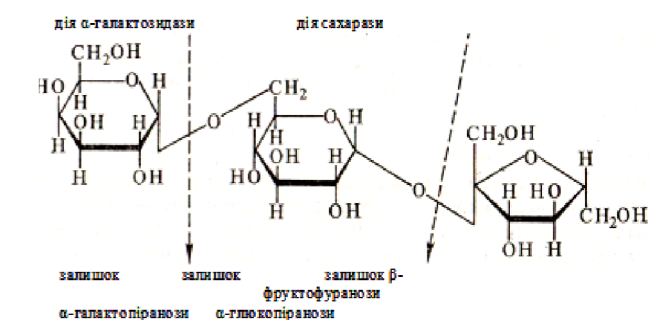


Рис. 2. Будова молекули рафінози та місця її розгалуження при ферментативному гідролізі

Таблиця 1

Аналіз найбільш значущих антипоживних факторів сочевиці та шляхи їх усунення					
Пропозиції щодо підвищення засвоєності компонентів	Фактори, що посилюють виявлення негативної дії	Фактори, що сприяють засвоєнню в організмі або технологічним процесам	Фактори 3 рівня (Значення у харчуванні)	Фактори 2 рівня	Фактори 1 рівня
Пророщування Екструзія Гідроліз	Молекулярна маса 10000...70000 Да викликає алергічні реакції, перетравлення складає 70 %	Молекулярна маса 1000...3000 Да не викликає алергію, перетравлення складає 93 %	Засвоєння у організмі людини має ряд функцій: пластичну, опорну, рухальну, захисну, анти-токсичну, каталітичну, транспортну, регуляторну тощо.	Білки	Хімічний склад
Волого – термічна обробка Пророщування	Відсутність в організмі ферменту, що їх розщеплює – галактозидази. Викликають метеоризм і незначне розладання травлення при споживанні		Стимулюють ендогенну і пригноблюють гнилісну мікрофлору кишечника, що є профілактикою діареї, а також онкологічних захворювань та захворювань печінки за рахунок зменшення токсичних метаболітів та шкідливих ферментів; зниження рівню холестерину в крові.	Олігосахариди: рафіноза, стахіоза	
Нагрівання (денатурація білка). Ретельна теплова обробка. Пророщування	Знижують спроможність організму до поглинання поживних речовин. Викликають аглютинацію (склеювання еритроцитів). Порушують роботу імунної системи		Мають молекулярну масу від 65000 (для рицину) до 120000. Здатні аглютинувати ракові клітини.	Лектини	
Пророщування Екструзія Термічна обробка	Надають неприємний гіркий смак та при попаданні у кров спричиняють гемоліз (руйнування) еритроцитів.	При попаданні у ШКТ не викликають негативного ефекту, а виявляють лікувальні властивості. Є емульгаторами та піноутворювачами, що може бути використано у технологічних процесах.	Вони стимулюють і тонізують центральну нервову систему, регулюють водно-сольовий обмін. Для споринів характерна адаптогенна, відхаркувальна, діуретична, нейролептична, седативна, протизапальна, протівірусна, послаблююча дія. Гіпохолестеринемічний ефект	Сапоніни	
Пропозиції щодо підвищення засвоєності компонентів	Фактори, що посилюють виявлення негативної дії	Фактори, що сприяють засвоєнню в організмі або технологічним процесам	Фактори 3 рівня (Значення у харчуванні)	Фактори 2 рівня	Фактори 1 рівня
	Окремі представники мають негативний вплив на печінку. Дратівливо діє на слизові оболонки, а після всмоктування токсично впливає на центральну нервову систему.	Мають приємний аромат	У чистому вигляді виявляють антикоагуляційну, антимікробну дію. Кумарини розріджують кров, не допускаючи утворення згустків в коронарних артеріях, і тим самим попереджують серцеві напади.	Кумарини	
Теплова обробка Пророщування	Властивість знижувати засвоєність мінеральних речовин. Велика кількість фітинової кислоти у їжі може викликати рахітогенну дію.		Фітин сприяє виведенню з організму радіоактивного цезію.	Фітин	
Пророщування		При захворюваннях печінки має позитивний ефект. Може бути застосований при схудненні. При пророщуванні активність знижується.	Ускладнюють засвоєння харчових речовин у ШКТ.	Інгібітори трипсину та хімотрипсину	

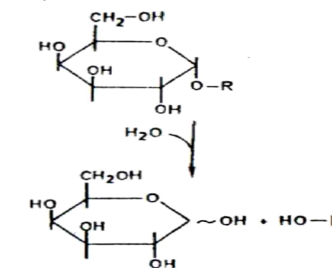
Оскільки при ферментативному гідролізі рафінози під дією α -галактозидази відщеплюється залишок α -галактопіранози, то за кількістю утвореної галактози можна побічно судити про руйнуван-

ня рафінози. Подальша дія сахарози призводить до утворення залишків: α -глюкопіранози та β -фруктофуранози. При гідролізі стахіози утворюється два залишки α -галактози та по одному залишку α -глюкози і β -фруктози. Зростання масової частки цих моносахаридів при пророщуванні свідчить про наведені вище ферментативні перетворення під час біотрансформації сировини. Дослідження зміни масової частки моносахаридів при пророщенні сочевиці (температура 20 ± 1 °C, тривалість – 54 год) представлено у табл. 2.

Таблиця 2
Вплив пророщування на зміну моно- і олігосахаридів сочевиці

Вид цукру	Масова частка цукру у сочевиці, %			
	Луганчанка		Дніпровська 3	
	Сухе зерно	Пророщене	Сухе зерно	Пророщене
Галактоза	-	0,9	-	1,0
Глюкоза	-	0,6	-	0,7
Фруктоза	-	0,4	-	0,5
Сахароза	1,8	4,4	1,7	4,6
Рафіноза	0,3	0,03	0,4	0,04
Стахіоза	1,0	0,1	1,1	0,1

В сухому зерні рослин є фермент β -манозидаза, а при пророщуванні синтезуються ще два – α -галактозидаза та ендो- β -манназа. Виявлені у пророщеному зерні сочевиці різних сортів галактоза (у кількості до 1,0 %), глюкоза і фруктоза та зменшення масової частки олігосахаридів свідчать про їх перетворення за наведеним нижче механізмом(рис. 3).

Рис. 3. Специфіка гідролізу олігосахаридів під дією α -галактозидази

Під дією α -галактозидази відщеплюються одиничні залишки галактози. В рослинах знаходяться численні форми α -галактозидази, які відрізняються між собою за ступенем спорідненості до полімерного субстрату. Деякі з них гідролізують відщеплення вільної галактози від полімеру, а інші – лише від низькомолекулярних субстратів. Манноза і галактоза, що утворюються у якості кінцевого продукту гідролізу піддаються епімеризації в глюкозу і фруктозу та використовуються у обміні зерен, що пророщуються. Специфічність дії α -галактозидази спрямована на розпад рафінози та стахіози призводить до зниження їх масової частки у пророслих зернах. Здуття та негативна дія бобових, що виникає при їх споживанні через наявність стахіози, після розпаду тетрасахаридів не спо-

стерігається [3].

Мінеральні речовини бобових містять у значній кількості залізо, однак воно погано засвоюється; кількість фосфору приблизно в 3 рази перевищує вміст кальцію. Зернобобові відрізняються високим вмістом калію. При пророщуванні масова частка заліза зростає на 2,5 %. Масова частка всіх інших мінералів за нашими даними та за даними інших дослідників [3-5] при пророщуванні залишається приблизно на тому ж рівні, як і у вихідній сировині. Визначення загальної кількості мінеральних речовин пророщеної сочевиці здійснювали за масовою часткою золи. Аналіз результатів показав, що для всіх сортів сочевиці при пророщуванні масова частка золи збільшується на 2,8...3 %.

З огляду на те, що при пророщуванні збільшується загальна масова частка мінеральних речовин, необхідно було дослідити як змінюється вміст антипоживних сполук при пророщуванні. В першу чергу це стосується фітину. Кальцій, магній та фосфор знаходяться у зерні у вигляді фітину, який являє собою кальцій-магнієву сіль міоінозитфосфорної кислоти. При частковому гідролізі фітину зменшується його здатність по зв'язуванню мінеральних речовин в організмі людини і, відповідно, його дія як антипоживного фактору. Відомо, що при пророщуванні активізується дія фітази, у результаті чого масова частка фітину зменшується, а кількість інозиту і фосфорної кислоти зростає. Тому нами було досліджено динаміку вмісту фітину та інозиту в сочевиці у процесі пророщування (табл. 3).

Таблиця 3
Зміна вмісту фітину та інозиту при пророщуванні сочевиці

Стадія обробки	Масова частка, % (в перерахунку на СР)	
	Фітин	Інозит $\cdot 10^{-3}$
Контроль	0,40	5,2
Замочування (20°C, 4 год.)	0,30	6,1
Пророщування (20°C, 54 год.)	0,15	8,0

Таким чином, показано, що пророщування сочевиці супроводжується зниженням масової частки фітину у зерні сочевиці в 2,9 рази і, відповідно, збільшенням вмісту інозиту як похідної сполуки, що утворюється при гідролізі фітину і є непрямим доказом трансформування речовин при активації фітази.

Пророщування сочевиці значно поліпшує перетравлення білків (на 10 %), що входять до її складу, підвищує масову частку вітамінів, знижує тривалість термічної обробки продукту та має ще цілий ряд позитивних дій. В той же час пророщування призводить до зниження масової частки сухих речовин у сировині на 25,5 %, що зумовлює зміну фізико-хімічних властивостей готового продукту. Поживність будь-якої страви визначається не лише її корисністю, але й високими смаковими якостями, що необхідно враховувати при розробці технологічних підходів.

Для створення більш вираженого смаку попередньої кулінарної продукції на основі сочевиці нами запропоновано застосовувати комбіновану попередню теплову обробку зерна. А саме: частину сочевиці необхідно пророщувати, а частину сочевиці піддавати екструзуванню, що дозволить підвищити вміст сухих речовин у готовому продукті та надати йому кращих смакових властивостей.

Дослідження масової частки білка в екструзованій сочевиці показало його зниження на 5...6%. Під дією волого-теплової обробки, високої температури та зрушуючих зусиль у камері екструдера білки сочевиці піддаються денатурації [6 -7], яка являє собою внутрішньо-молекулярне явище, що характеризується фізичним перегрупуванням внутрішніх зв'язків. При цьому відбувається порушення упорядкованості внутрішньої будови молекули і в результаті термомеханічного впливу довгі білкові молекули розриваються на більш короткі поліпептидні та пептидні (рис. 4).



Рис. 4. Схема перетворення білків під час екструзування

Порівнюючи хімічний склад сочевиці до та після екструзування видно, зміни, які несуть, в більшій мірі, якісні ніж кількісні характер (змінюється якісний склад білків: кількість водорозчинних білків зменшується, а соле- і лугорозчинних – збільшується, що свідчить про збільшення водневих та гідрофобних зв'язків після екструзування), адже при збереженні загального вмісту вуглеводів та не значному зменшенні кількості білків в сочевиці внаслідок екструзії відбуваються процеси перетворення цих складних біополімерів. Як наслідок цього – підвищення перетравлюваності

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Арсьонова, Л.Ю. Дослідження зміни хімічного складу насіння бобових під час пророщування і екструзування [Текст] / Л.Ю. Арсьонова, Н.П. Бондарь, С.І. Усатюк. – Харків: Харківський національний університет імені Шевченка, 2007. № 11. – с. 49 – 52.
2. Антипова, Л.В., Перельгин В.М., Курчаева Е.Е. Повышение биологической ценности семян чечевицы путем проращивания. Известия вузов. Пищевая технология. – 2000, № 2. С. 18 – 19.
3. Кретович В.Л., Метлицкий Л.В., Бокучава М.А. // под ред. Кретовича В.Л. Техническая биохимия. Учебное пособие для студентов университетов и технологических институтов пищевой промышленности. М., «Высшая школа», 1973. – 456 с.
4. Кондратенко, Р.Г. Исследование химического состава и технологических свойств пророщенного гороха [Текст] / Р.Г. Кондратенко, Е.Н. Урбанчик, А.Е. Шалюта // «Хранительна наука, техніка і технології – 2011» 14 – 15 октомври, Пловдив – с. 446 - 451.
5. Belitz H. – D., Wassner H. P., Weder J. Proteinase – inhibitoren in lebens – mittein. I. Vorkomenn und thermostabilitat von trypsin und chymotrypsin – inhibitoren in verschiedenen. – Z. Lebensmit. – 1986. – 211 p.
6. Tharraulf J. F., Launay B. Extrusion-cooking of starch product: evaluation of treatment intensity // Suppl. 1992. - № 77. – p. 32.
7. Ковбаса, В. М., Дорохович А. М., Хіврич Б. І. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів [Текст]. – К.: Укр ІНТЕІ, 1995. – 64 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 663.26

ОСИПОВА Л.А., д-р техн. наук, зав. кафедрой технологии вина и энологии
Одесская национальная академия пищевых технологий

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ВИНОДЕЛИЯ

Проанализирован опыт развитых стран по утилизации вторичных продуктов виноделия, обозначены проблемы и пути их решения в Украине. Сделан вывод о том, что внедрение безотходной технологии переработки винограда позволит повысить

білка і часткове або повне руйнування антихарчових факторів.

Для визначення впливу екструзування на вміст антипоживних речовин, на прикладі фітину, було досліджено його вміст в сочевиці після екструзування (табл. 4).

Таблиця 4
Зміна вмісту фітину та інозиту при екструзуванні сочевиці

Стадія обробки	Масова частка, % (в перерахунку на СР)	
	Фітин	Інозит · 10 ⁻³
Контроль	0,40	5,2
Екструзування	0,24	7,1

Встановлено, що при екструзуванні сочевиці масова частка фітину у ній зменшується на 40 %, а масова частка інозиту зростає на 30 %, що обумовлене термічною деструкцією сполук та призводить до кращого засвоєння мінеральних сполук в організмі людини (відповідно, вміст анти поживних речовин знижується).

Таким чином, показано, що сочевиця володіє високою харчовою, біологічною цінністю за рахунок вмісту в ній поживних і біологічно активних речовин, значної кількості мікро- та макроелементів (особливо заліза, фосфору, калію). Розроблені способи попередньої обробки (пророщування та екструзування) сочевиці дозволяють знешкодити непоживні складові цієї культури, істотно зменшити масову частку важкозасвоюваних речовин та нівелювати специфічність її дії на організм людини, а також дозволяють поліпшити засвоювання організмом та надати продукту лікувально-профілактичних властивостей.

экономическую эффективность винодельческих предприятий, а также увеличить ассортимент и объем выпускаемых продуктов с функциональными свойствами, оказывающими положительное физиологическое воздействие на организм человека.

Ключевые слова: вторичные продукты виноделия, гребни, выжимки, семена, виноградное масло, жирные кислоты, фенольные соединения, экстракты.

The experience of developed countries in the field of waste by-products of winemaking, marked problems and their solutions in Ukraine. Concluded that the introduction of non-waste technology for processing grapes will increase economic efficiency wineries, as well as to increase the range and volume of manufactured products with functional properties that have positive physiological effects on the human body.

Keywords: after products of the vine making, combs, pomace, seed, grape seed oil, fat acids, phenolic compounds, extracts.

В последние годы объемы переработки винограда на виноматериалы предприятиями Украины составляют 330,0...425,4 тыс.т. Доля вторичных продуктов (отходов) составляет 10...20 % от общего объема перерабатываемого винограда. Несмотря на то, что содержание многих биологически активных соединений в отходах велико и нередко превосходит содержание таковых в исходном сырье, проблеме их утилизации не уделяют должного внимания [1]. Концепция развития виноградарства и виноделия Украины до 2025 года, определяющая стратегические направления их совершенствования с целью повышения конкурентоспособности продукции в условиях интеграции Украины в мировое экономическое сообщество, оставляет этот вопрос открытым [2]. До настоящего времени не созданы предприятия по переработке отходов виноделия, что говорит, во-первых, о не экономном использовании ресурсов, во-вторых, о большой потере материальных средств. Для успешного решения проблемы переработки отходов необходимо обобщить имеющийся материал с целью обоснования и разработки оптимальных технологий их утилизации.

Цель статьи – обобщение имеющегося материала по составу и направлениям переработки виноградных выжимок, исследования по совершенствованию технологии их переработки.

Для исследований использовали семена и кожицу, выделенные из выжимок выбродившей мезги винограда сорта Каберне-Совиньон; жмых – остаток после выделения из семян виноградного масла прессовым способом; виноградное масло; экстракты фенольных соединений.

Показатели качества исходных материалов, продуктов их переработки определяли методами, используемыми в винодельческой промышленности, показатели качества виноградного масла определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [3].

Выжимками называют плотные остатки (кожицы, семян, фрагментов гребней, мякоти) после отделения от мезги (всей массы дробленого винограда) сула (сока). В зависимости от применяемой технологии выжимки бывают невыбродившие (свежие, сладкие), т.е. поступившие непосредственно из пресса после отделения сула, и выбродившие, полученные после отделения виноматериала от выбродившей мезги или выбродившие

при хранении. Соотношение составных частей выжимок колеблется в зависимости от сорта винограда, региона его произрастания, метеорологических условий года и типа прессового оборудования, применяемого для разделения жидкой и твердой фазы виноградной мезги.

Усредненный состав виноградных выжимок, получаемых при переработке винограда (в расчете на 100 кг винограда) на виноматериалы в условиях заводов первичного виноделия Украины, приведен в табл. 1 [1].

Таблиця 1
Состав виноградных выжимок (усредненный) в расчете на 100 кг винограда

Наименование	Массовая доля, %
Сладкие выжимки:	
а) после шнекового пресса	10,0
б) после гидравлического, пневматического, корзиночного прессов	14,0
Выброженные выжимки	13,0

Структура выжимок, полученных после шнекового пресса, и физические свойства их составных частей приведены в табл. 2 [1].

Таблиця 2
Физические свойства выжимок и их составных частей

Наименование	Доля от общей массы, %	Влажность, %	Плотность, г/см ³	Насыпная масса г/дм ³	Влажная кость, см ³ /100 г
Выжимки	100,0	48,0-55,0	1,05-1,2	350,0-470,0	30,0-60,0
Кожица	73,0-59,0	48,0-56,0	1,0-1,1	300,0-450,0	40,0-80,0
Семена	23,0-39,0	35,0-42,0	1,1-1,3	500,0-675,0	7,0-15,0
Остатки гребней	1,0,0-3,3	46,0-55,0	1,0-1,1	150,0-250,0	40,0-80,0
Пульпа (мякоть)	15,0-34,0	48,0-56,0	1,0-1,1	250,0-450,0	60,0-100,0

В условиях заводов первичного виноделия Украины количество сладких выжимок, полученных по-белому способу, составляет около 80 % от общего количества; количество выброженных выжимок, полученных по-красному способу – около 20 % от общего количества. Влажность выжимок, независимо от способа их получения, составляет 50...55 %.

Состав виноградных выжимок и семян в зависимости от способа получения приведен в табл. 3.

Из данных, приведенных в табл. 2-3, следует, что состав и свойства выжимок и их составных частей варьируют в значительных пределах. Наибольшую долю в составе выжимок занимают кожица и семена. Эти данные имеют практическое значение при экстрагировании из них целевых веществ.

Таблиця 3

Состав виноградных выжимок и семян			
Показатели состава	Способ получения		
	по-белому (сладкие)	по-красному (выброженные)	спиртованные мезги
Массовая доля, %			
Сахара	5,0-10,0	—	4,0-6,0
Этиловый спирт	—	4,0-5,0	4,0-8,0
Виннокислые соединения (в пересчете на винную кислоту)	0,5-2,0	0,7-2,5	1,2-3,0
Семена	15,0-35,0	15,0-35,0	15,0-35,0
Масло в семенах	10,0-18,0	10,0-18,0	10,0-18,0

В Украине в подавляющем большинстве случаев виноградные выжимки используют в качестве удобрений. Являясь благоприятной средой для развития множества микроорганизмов, в частности плесневых грибов, выжимки загрязняют почву, окружающую атмосферу собой и продуктами своего метаболизма (микотоксинами). В то время как при рациональной их переработке можно получить различные продукты пищевого, косметического и фармацевтического назначения (табл. 4).

Таблиця 4

Продукты, получаемые при переработке виноградных выжимок [Цит. по 4]

Наименование	Продукты переработки (концентрация в исходном сырье)
Выжимки	Этиловый спирт, виннокислые соли, винная кислота, углеводы, полифенольные концентраты, напитки
Семена	Виноградное масло (9,9...20,6%), фуражные корма, пищевой порошок, абразивные материалы, танин (0,31...5,6%), белок (8,2%)
Кожица	Полифенольные концентраты, танин (0,15...4,2%) корм скоту, удобрения

Во многих государствах проблема переработки вторичных продуктов переработки винограда решена. Перерабатывающие предприятия Франции, Италии, Швейцарии и других стран из семян винограда получают фуражные корма, пищевой порошок, абразивные материалы (мелкозернистые вещества высокой твердости, используемые для обработки поверхностей из металла, дерева и др.), энотаннин и виноградное масло, которое благодаря высокой концентрации полиненасыщенных жирных кислот, в частности линолевой, по пищевой ценности превосходит подсолнечное, соевое и кукурузное. Подвергнув виноградное масло ультрафиолетовому облучению, из него производят витамин D [5].

На основе виноградного таннина изготавливают биологически активные вещества, медикаментозные препараты, косметические средства, продукты для стимулирования роста сельскохозяйственных культур.

В Болгарии из выжимок экстрагируют сахара, энокраситель, производят кормовую муку и винную кислоту.

Интерес ко вторичным продуктам виноделия повышается в последние годы и в государствах постсоветского пространства. Имеются успехи в производстве из виноградных выжимок полифенольных концентратов, слабоалкогольных и безалкогольных напитков, продуктов пищевого, косметического, фармацевтического назначения и многих других.

Несмотря на достаточно широкий ассортимент продуктов, производимых из выжимок, многие вопросы остаются не решенными.

Из данных, приведенных в табл. 4, следует, что наиболее значимыми по содержанию и биологической ценности являются фенольные соединения и виноградное масло, содержащиеся в составных частях виноградных выжимок.

С целью усовершенствования существующих технологий проводили исследование процесса выделения масла из виноградных семян, а также фенольных соединений из семян и жмыха.

Виноградное масло получают как из выжимок, так и из выделенных из них виноградных семян. Виноградное масло, полученное из выжимок, отличается повышенной кислотностью, высоким содержанием неомыляемых липидов и очень темной окраской. Такое масло используют только для технических целей. Масло более высокого качества получают из виноградных семян [6].

Прессование виноградных семян осуществляют при низких и высоких температурах [7].

Прессование при низких температурах осуществляют без подогрева семян. При прессовании происходит повышение давления в сжимаемой массе, в результате чего температура масла повышается до 55 °С, что не сказывается отрицательно на его качество. Ароматические вещества, витамины, полиненасыщенные жирные кислоты, пигменты и другие биологически активные соединения практически полностью сохраняются. Такие масла не подвергают рафинации, которая значительно снижает их ценность. Технологическая схема производства виноградного масла прессованием включает такие предварительные операции, как высушивание до остаточной влажности, составляющей 11...12%, измельчение, отделение примесей [8].

Недостатком прессового способа извлечения масла при низких температурах является низкий выход, не превышающий 50% от общего содержания в семенах.

Прессование при высоких температурах сопровождается подогревом сжимаемой массы до 200 °С. Полученное масло в дальнейшем рафинируют, в результате чего теряется ряд биологически активных соединений и характерные аромат и вкус. Масла, прошедшие процесс нагревания, должны

быть использованы только для приготовления горячих кулинарных изделий.

Химическую экстракцию масла осуществляют в среде бензина, четыреххлористого углерода, трихлорэтилена, нефраса, петролейного эфира, и др.

Растворитель для экстракции растительных масел должен иметь, прежде всего, хорошую растворяющую способность по отношению к маслу. Желательно, чтобы никакие другие компоненты масличного сырья, кроме масла, в нем не растворялись, чтобы растворитель и раствор масла в нем (мисцелла) не действовали разрушающе на производственную аппаратуру, в которой ведется экстракция. Необходимо также, чтобы растворитель мог быть полностью удален из масла и экстрагируемого материала в узком температурном интервале, что возможно для химически индивидуальных веществ, и при возможно более низких температурах, не был вреден для здоровья обслуживающего персонала завода и не был взрыво- и пожароопасным. Наконец, для применения в масложировой промышленности растворитель должен быть достаточно экономичным.

В настоящее время растворителей, полностью отвечающих этим требованиям, не существует.

Технология извлечения масла из семян экстракционным способом сводится к следующим операциям: семена дробят и загружают в экстрактор, экстрактор заполняют растворителем, который, проходя через массу семян, растворяет масло и стекает в дистиллятор. Смесь растворителя и масла в дистилляторе подвергается обработке паром. Пары растворителя конденсируются в холодильнике, и его снова используют для экстракции свежей партии семян. В настоящее время это, к сожалению, наиболее распространенный способ получения природных растительных масел, хотя далеко не лучший, так как полученное масло обязательно подвергают процессу рафинации, который не дает стопроцентной очистки масел от органических растворителей. Незначительное количество органических растворителей в этом масле остается. Экстракционный способ переработки виноградных семян позволяет извлечь до 80% масла. Экстракционное виноградное масло после рафинации могут использовать как в пищевых, так и в технических целях. Рафинация виноградного масла периодическим способом состоит из комплекса операций: нейтрализации, промывки, сушки под вакуумом, адсорбционного осветления, дезодорации и фильтрации. Для проведения исследований выжимки выбродившей мезги винограда сорта Каберне-Совиньон доводили до воздушно-сухого состояния, отделяли семена, из которых способом холодного прессования выделяли виноградное масло. Показатели состава жирных кислот полученного виноградного масла приведены в табл. 5.

Из табл. 5 следует, что в виноградном масле наибольшую долю составляют полиненасыщенные

линолевая (Омега-6), и олеиновая (Омега-9) кислоты – 71,32% и 16,26% соответственно от общего содержания жирных кислот. Высокая концентрация этих кислот обуславливает соответственно высокую антиоксидантную активность виноградного масла, превосходящую таковую подсолнечного, соевого и кукурузного. Линолевая кислота, наряду с другими полезными свойствами, контролирует влажность кожи и стимулирует ее способность к регенерации и реструктуризации.

Таблиця 5

Состав жирных кислот виноградного масла

№ п/п	Наименование жирных кислот	Массовая доля, %
1	Миристиновая (C 14:0 Myristic)	0,05
2	Миристоолеиновая (C 14:1 Myristoleic)	0,01
3	Пальмитиновая (C 16:0 Palmitic)	7,22
4	Пальмитоолеиновая (C 16:1 Palmitoleic)	0,09
5	Маргариновая (C 17:0 Heptadecanoic)	0,05
6	Маргаролеиновая (C 17:1 cis-10-Heptadecenoic)	0,02
7	Стеариновая (C 18:0 Stearic)	4,06
8	Элаидиновая (Tr 18:1 n9t Elaidic)	0,25
9	Олеиновая (C 18:1 n9c Oleic)	16,26
10	Линолевая (C 18:2)	0,04
11	Линолевая (C18:2 n6c Linoleic)	71,32
12	Арахидиновая (C20:0 Arachidic(+C 18:3 n6)	0,14
13	Линоленовая (C18:3 n3 Alfa-Linolenic)	0,30
14	Гадолеиновая (C 20:1 n9 cis-11-Eicosenoic)	0,15
15	Бегеновая (C 22:0 Behenic)	0,03

Полиненасыщенные жирные кислоты (витамин F) не могут синтезироваться в организме человека. Являясь незаменимыми, они должны поступать с пищей ежедневно. Особенно это касается маленьких детей, у которых идет активное построение организма, и нехватка важнейших элементов может привести к отставанию в развитии или появлению хронических заболеваний. Лучшими натуральными источниками полиненасыщенных жирных кислот являются нерафинированные растительные масла, а также обитающие в холодных водах рыбы жирных и полужирных сортов (лосось, макрель, сельдь, сардины, форель, тунец и др.) и моллюски. Полиненасыщенные жирные кислоты особенно важны для сердечнососудистой системы – они предупреждают развитие атеросклероза, участвуют в построении клеточных мембран, в синтезе простагландинов (сложных органических соединений, участвующих в регулировании обмена веществ), способствуют выделению из организма избыточного количества холестерина, повышают эластичность стенок кровяных сосудов, улучшают кровообращение, обладают кардиопротекторным и антиаритмическим действием. Полиненасыщенные жирные кислоты уменьшают воспалительные процессы в организме и улучшают питание тканей. Их регулярное употребление способствует улучшению

усвояемости и повышению активности других витаминов: А (ретинола), группы В, D и Е (токоферола). Несмотря на высокое качество масла, произведенного способом холодного прессования, необходимо разрабатывать альтернативные методы, позволяющие повысить степень их извлечения из исходного сырья.

Виноградные семена богаты также фенольными соединениями, признанными в настоящее время самыми сильными антиоксидантами. Дальнейшие исследования были посвящены научному обоснованию параметров их экстрагирования и определению последовательности переработки виноградных семян на виноградное масло и комплекс фенольных соединений.

С целью интенсификации процесса экстрагирования воздушно-сухие виноградные семена измельчали до размера частиц 0,1 мм. Соотношение жидкой (см³) и твердой фазы (г) составляло 1:10, перемешивание экстрагируемой смеси осуществляли 1 раз в сутки. В качестве экстрагента использовали воду и водные растворы этилового спирта с объемной долей спирта (20,0...96,0)%. Динамика экстрагирования фенольных соединений приведена на рис. 1.

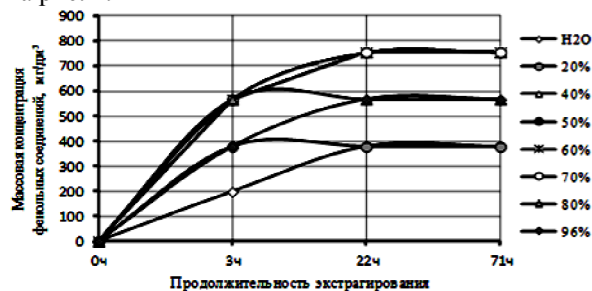


Рис. 1. Динамика экстрагирования фенольных соединений (при обычной температуре) из семян винограда водой и водно-спиртовыми растворами с различной объемной долей этилового спирта 20,0...96,0 %

Из данных, приведенных на рис. 1, следует, что максимальная концентрация фенольных соединений в экстрактах наблюдается через 22 ч экстрагирования.

Влияние крепости экстрагента на степень извлечения фенольных соединений более наглядно демонстрируют данные, представленные на рис. 2.

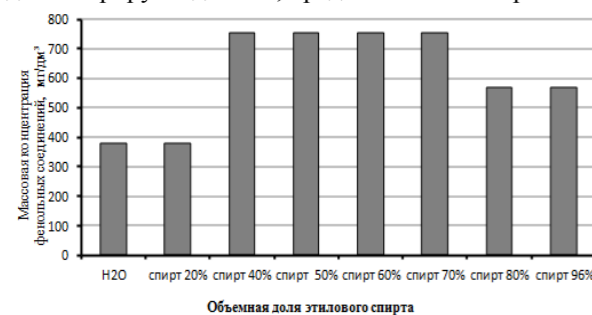


Рис. 2. Влияние крепости водно-спиртового раствора на извлечение фенольных соединений из семян винограда

Из данных, приведенных на рис. 2, следует, что наибольшей экстрагирующей способностью обладают водно-спиртовые растворы с объемной долей этилового спирта (40...70)%. Наименьшей экстрагирующей способностью при обычной температуре обладают вода и водно-спиртовые растворы с объемной долей этилового спирта 20 %, 80 % и 96 %.

С целью определения возможности снижения концентрации спирта в экстрагенте были проведены исследования влияния повышенных температур на экстрагирование фенольных соединений из семян винограда.

Обобщенные данные по влиянию крепости экстрагента на максимальную степень извлечения фенольных соединений из семян винограда водно-спиртовыми растворами с объемной долей этилового спирта (20...60) % при температуре (40...80) °С приведены на рис. 3.

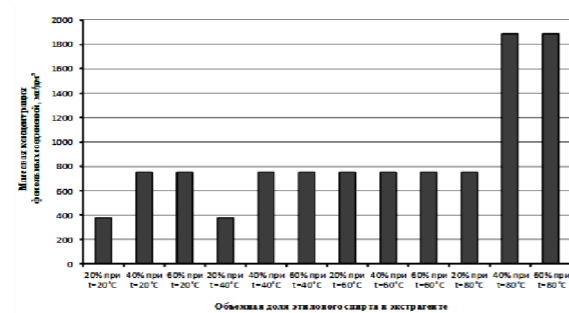


Рис. 3. Влияние температуры на извлечение фенольных соединений из семян винограда водно-спиртовыми растворами

Анализ данных, приведенных на рис. 3, свидетельствует о том, что при повышении температуры экстракции до 60 °С крепость водно-спиртового раствора в диапазоне 40...60 % в одинаковой степени влияет на концентрацию фенольных соединений в получаемых экстрактах. При повышении температуры до 80 °С максимальной экстрагирующей способностью обладают водно-спиртовые растворы крепостью 40...60 °С, концентрация фенольных соединений в экстрактах увеличивается в 2,5 раза по сравнению с экстрактами, полученными при температурах 20...60 °С.

Результаты проведенных исследований также показали, что при повышении температуры экстрагента до (40...80) °С продолжительность процесса экстрагирования составляет 2...6 ч по сравнению с 24 ч при обычной температуре.

Полученные выводы были положены в основу следующей серии опытов по приготовлению экстрактов из семян винограда. В водно-спиртовые растворы добавляли винную кислоту (1...3) % и проводили экстрагирование, соблюдая вышеприведенные параметры. Лучшие результаты получили при экстрагировании с добавлением к экстрагенту

2 % винной кислоты. Концентрация фенольных соединений в экстракте составила 3479 мг/дм³, что в 1,8 раз больше, чем в экстракте, полученном без добавления кислоты. Таким образом, винная кислота является дополнительным фактором интенсификации экстрагирования фенольных соединений из виноградных семян. Аналогичные результаты были получены после комплекса исследований со жмыхом виноградных семян (остатком семян после извлечения из них масла способом холодного прессования). Массовая концентрация фенольных соединений в экстракте из жмыха составила 6802 мг/дм³, т.е. почти в 2 раза больше, чем в экстракте, полученном из семян винограда.

Таким образом, последовательность переработки виноградных семян должна предусматривать первичное извлечение из них масла, и затем – экстракцию фенольных соединений.

Высокую долю в составе виноградных выжимок занимает кожица, являющаяся, как и семена, богатым источником фенольных антиоксидантов. Исследование динамики экстрагирования фенольных соединений из кожицы по вышеуказанным параметрам процесса позволило установить следующее. Лучшим экстрагентом фенольных соеди-

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Разуваев Н. И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия. – М.: Пищ. пром-сть. – 1975. – 121 с.
2. Концепция развития виноградарства и виноделия Украины до 2015 года / УААН, НИВиВ «Магарач», ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова». – Ялта. 2007. – 27 с.
3. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида». – 2002. – 260 с.
4. Проблемы утилизации вторичных продуктов виноделия / Осипова Л.А., Саркисян Т.М., Локатарева Е.В. / Научно-произв. ж-л «Пищевая наука и технология». – 2009. – № 3 (8). – с. 76-77.
5. Алтымышев А. А. Природные целебные средства. – М.: Профиздат, 1991. – С. 81-83.
6. Мартыненко Э.Я. Безотходная технология переработки винограда. – Пищевая пром-сть. – 1988. – № 7. – С.10-11.
7. Калошин Ю.А. Технология и оборудование масложировых предприятий. – М.: ИРПО, Академия. – 2002. – 368 с.
8. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 304 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 663.2.061.3:532.72

БЕЗУСОВ А.Т., д-р техн. наук, професор, АФАНАСЬЄВА Т.М., канд. техн. наук,

ТЕРЗІ С.В., аспірант, МАРЯНОВ М.Л., магістр

Одеська національна академія харчових технологій

ДИФУЗІЙНИЙ СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА ЯГІДНИХ НАПОЇВ

Розроблена технологія отримання соковмісного напою шляхом екстрагування соку з сировини гарячою водою у співвідношенні, яке контролюється в нектарах і напоях. Така технологія значно спрощує процес отримання соковмісних напоїв. Наведені показники отриманих соків то соковмісних напоїв.

Ключові слова: сік, соковмісний напій, дифузійний сік, екстрагування, сухі розчинні речовини.

The developed technology for juice drinks by extracting juice from raw hot water at a ratio that is controlled in nectars and beverages. This technology greatly simplifies the process of getting juice drinks. The figures obtained juice is juice drinks.

Keywords: juice, juice-containing drinks, diffusion juice extraction, dry soluble substances.

Головну роль у зміні стану здоров'я сучасної людини грають такі фактори, як: спосіб життя та харчування. Рациональне харчування є важливою умовою збереження здоров'я населення. Складо-

нений являється водний розв'язок етилового спирта с масовою долей спирта 60 % с добавлением 2 % винной кислоты. Повышение температуры процесса экстрагирования от 20 °С до 80 °С обеспечивает увеличение в экстрактах концентрации фенольных соединений в 2,3 раза (3000,0 мг/дм³ и 6400 мг/дм³ соответственно).

Обобщен имеющийся материал по составу виноградных выжимок и по направлениям их утилизации. Разработаны оптимальные параметры процесса экстрагирования фенольных соединений из виноградных семян, жмыха и кожицы ягод (состав экстрагента, температура, продолжительность). Установлена последовательность извлечения виноградного масла и экстракта фенольных соединений при переработке виноградных семян. Полученные экстракты фенольных соединений можно использовать для создания новых продуктов и комбинированных пищевых добавок с различными функционально-технологическими свойствами, а также рекомендовать их в качестве купажного материала для повышения экстрактивности крепких вин.

ні та максимальне спрощення процесу їх виробництва з метою зниження витрат та економії коштів підприємства. Представлений на сучасному ринку асортимент соків у більшості випадків представляють собою відновлені соки, які містять значно менше поживних речовин [1].

Відповідно до класифікації соків та соковмісних напоїв, фруктові напої являють собою рідкий продукт, отриманий шляхом змішування соку (пюре) з цукровим сиропом. В залежності від вмісту фруктової частини в напої розрізняють: нектари, в яких вміст фруктового компоненту не менше 50 %, морси – не менше 18 %, коктейлі – не менше 15 %, сокові напої – не менше 10 % [2].

Розвиток технологій виробництва соків передбачає збереження в них характерних властивостей фруктів. Важливою умовою збереження цінних харчових речовин є якість вихідної сировини і швидке проведення процесу вилучення соку з метою максимального пригнічення ферментативних реакцій та окислювальних процесів, які негативно впливають на колір, аромат та смак.

Традиційна технологія отримання освітлених соків є складною та включає в себе ряд операцій: пресування, центрифугування, обробка ферментами, освітлювання, а для концентрованих соків необхідні вакуум випарні апарати. Серед відомих методів отримання соків найбільш поширеними є пресування та центрифугування [3, 4].

Однак традиційні технології виробництва потребують спеціального обладнання, ускладнюючи діяльність малих підприємств, які мають змогу випускати продукцію у невеликому обсязі. Технологію нектарів та соковмісних напоїв можна значно спростити відмовившись від процесів пресування, центрифугування, освітлення проводячи процес екстракції соку безпосередньо з фруктів та ягід. Особливо вигідною ця технологія є при переробці малотонажної сировини, наприклад, для фермерських господарств, які вирощують ягоди та не можуть їх реалізувати в повному обсязі.

Сік, отриманий дифузійним способом не входить в класифікацію натуральних соків, так як він відрізняється вмістом сухих розчинних речовин від натурального соку (на 1-2 % нижче). Разом з тим, він повністю відповідає вимогам до виробництва нектарів. Розроблена технологія передбачає отримання дифузійного соку з подальшим внесенням сухого цукру в кількості, необхідної для досягнення необхідного рівню сухих розчинних речовин. Отримання прозорого дифузійного соку по запропонованій технології не потребує попередньої обробки сировини та освітлення ферментними препаратами, що значно спрощує технологію виробництва соковмісних напоїв. Така технологія найбільш раціональна для фруктів та ягід, які мають ніжну структуру.

За хімічним складом та органолептичними показниками соки, отримані дифузійним способом, мало відрізняються від соків, отриманих шляхом пресування

сировини, але при цьому містять більше ароматичних, мінеральних речовин, поліфенолів [5, 6].

Присутність в більшості фруктових та ягідних соків пектину надає їм радіопротекторних та антиоксидантних властивостей. Найбільшу цінність в цьому відношенні представляють соки, нектари та напої, в яких зберігається пектин свіжих фруктів та ягід.

На вихід соку, отриманого шляхом пресування або центрифугування, впливають ряд факторів, головними з них є ступінь пошкодження цитоплазматичних мембран. При вилученні соку дифузійним способом пошкодження мембран здійснюється за рахунок високої температури екстрагенту (води). Вихід соку за цим способом контролюють виходячи з показника соковитості плодів. Для малини та полуниці він становить 86,7 та 89,5.

При виробництві соків за різними технологіями та способами отримання призводить до ферментативного окислення фенольних сполук, L-аскорбінової кислоти та потемніння. Потемніння можна запобігти шляхом швидкої інактивації ферментів. В роботі це досягається внесенням ягід у гарячу воду при температурі $95 \pm 2^\circ\text{C}$. Динаміка зміни вмісту розчинних сухих речовин в екстракті при різних температурах наведена на рисунку 1.

Розроблена технологія передбачає отримання соковмісних напоїв безпосередньо зі свіжих або заморожених малини та полуниці. Отримання соковмісних напоїв здійснювалось за наступною схемою: свіжі (заморожені) ягоди заливали гарячою питною водою та нагрівали до температури $95 \pm 2^\circ\text{C}$ та витримували без нагрівання до встановлення рівноваги. Концентрацію соку, який перейшов в екстракт контролювали за вмістом розчинних сухих речовин та титруємої кислотності. За даний період в системі встановлюється рівновага між вмістом соку (розчинних сухих речовин) в ягодах та в екстракті. Після встановлення рівноваги ягоди відокремлювали від екстракту проціджуванням.

Динаміка екстрагування сухих розчинних речовин для ягід наведена на рисунку 1.

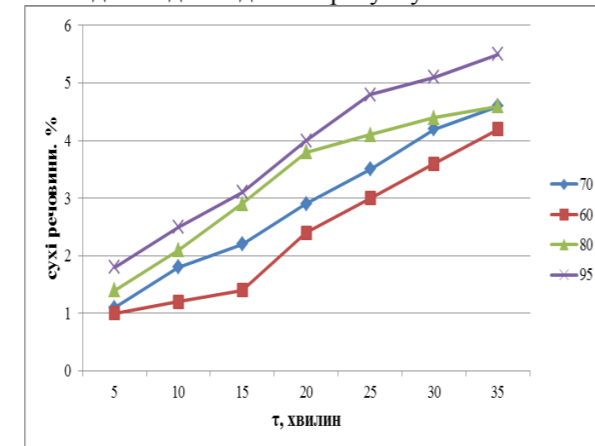
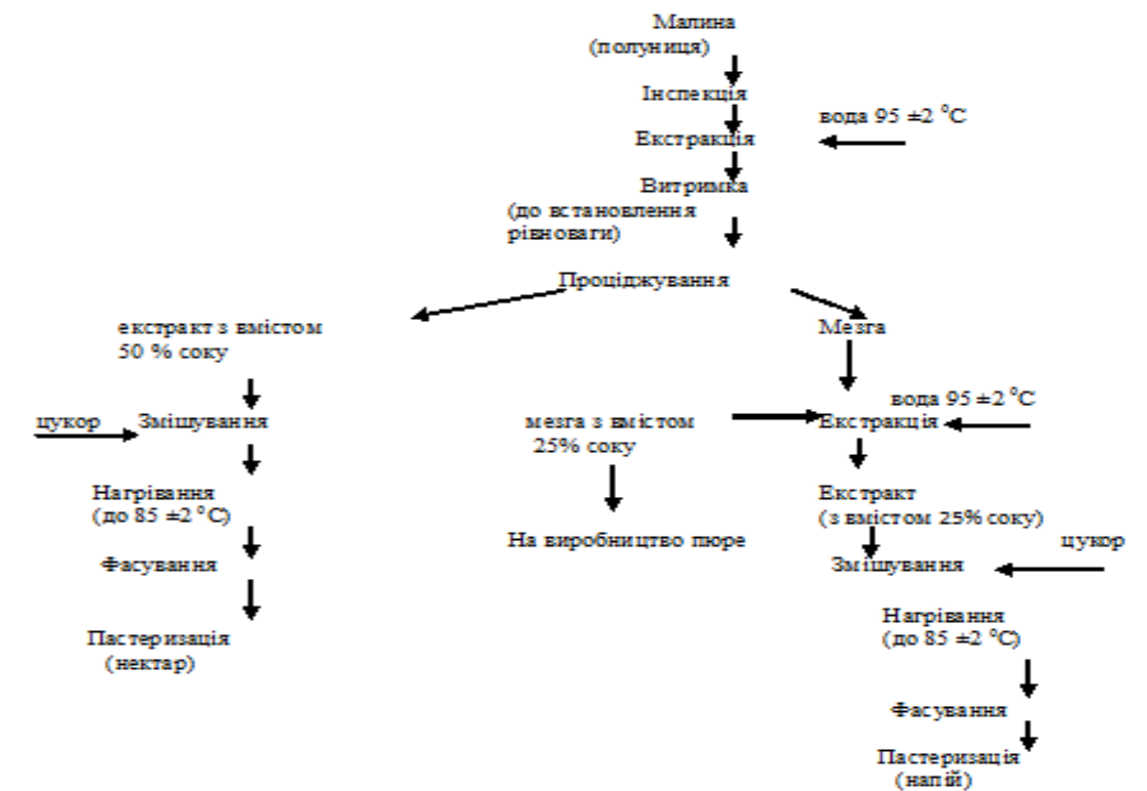


Рис. 1. Динаміка зміни вмісту розчинних сухих речовин при різних умовах обробки

Принципова технологічна схема виробництва ягідних напоїв



В екстракт вносили сухий цукор для досягнення в нектарі рівню розчинних сухих речовин згідно ДСТУ. Твердий залишок з вмістом соку 50% (розчинних сухих речовин) заливали гарячою питною водою ($t = 85^\circ\text{C}$) та проводили операцію повторно до досягнення рівноваги в системі. Мезгу доцільно використовувати для переробки на ягідні пасти, повидло, джеми.

Кількість цукру, який необхідно додати до екстракту розраховувалась за формулою:

$$S = \frac{AC_2 - AC_1}{100 - C_2}, \text{ кг}$$

де C_1 – вміст розчинних сухих речовин в екстракті, %.

C_2 – вміст цукру в напої після додавання сухого цукру, %.

Напій, в якому масова доля сухих розчинних речовин складає 12 % фасували у скляну тару місткістю 1 літр гарячим розливом.

Таблиця 1

Хімічний склад ягід малини та полуниці соку та соковмісних напоїв

Показники	Малина	Сік малиновий	Нектар малиновий	Напій малиновий	Полуниця	Сік полуничний	Нектар полуничний	Напій полуничний
Вода, %	87,0	89,0	86,8	6	84,5	89,7	90,4	90,8
Сухі розчинні речовини, %	10,8	10,6	12,0	12,0	11,3	8,5	8,5	8,5
Глюкоза, %	4,0	4,1	2,1	1,2	3,2	3,4	1,6	0,7
Фруктоза, %	3,8	3,9	1,8	0,8	3,4	3,5	1,5	0,7
Сахароза, %	0,5	0,5	4,5	6,3	1,3	1,5	6,3	7,1
Титрована кислотність, %	1,8	1,7	0,8	0,5	1,5	1,1	0,5	0,3
Пектинові речовини, %	0,77	0,42	0,21	0,13	0,6	0,5	0,2	0,1
Клітковина, г/100 г	5,1	–	–	–	4,0	–	–	–
Білки, %	0,8	0,3	0,15	0,1	1,8	0,3	0,15	0,1
Антоціани, мг/100 г	80,8	78,2	41,2	20,3	68,2	68	35	17
Мінеральні речовини (зола), %	0,4	0,4	0,19	0,15	0,5	0,4	0,25	0,2
Енергетична цінність, ккал, кДж	41;172	38;159	28;117	18;68	41;172	36;151	28;117	84;351

Отримані зразки соковмісних напоїв відповідають нормам виробництва даного виду продукції [5]. Органолептичні та фізико-хімічні показники напоїв не суттєво відрізняються від сокових напоїв, виготовлених за традиційною технологією. Орга-

нолептичні та смакові якості також відповідають нормам. Розроблена технологія є раціональною для виготовлення соковмісних напоїв.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Обзор украинского рынка соков [Текст] // Food & Drinks. Продукты и напитки. – 2005. – № 10. – ч.2. – С.42.
- ДСТУ 4283.2:2007 Консерви. Соки та соковмісні продукти. Частина 2. Номенклатура та вимоги [Текст] / Введ. 2007.08.01 – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 13 с.
- Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии / пер. с нем. Под общ. науч. редакцией А. Ю. Коленикова и др. – Санкт - Петербург: Профессия, 2004. - 640 с.
- Флауменбаум Б.Л., Безусов А.Т., Сторожук В.М., Хомич Г.П. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва. – Одеса, 2006.- 400 с.
- ДСТУ 4150:2003 Соки, напої сокові, нектари плодово-ягідні, овочеві та з баштанових культур. Загальні технічні умови [Текст] / Введ. 2004.01.01. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 15 с.
- Ильева Е.С., Мельник И.В. Технология получения фруктовых сиропов из диффузионных соков [Текст] / Е.С. Ильева, И. В. Мельник // «Наука вчера, сегодня, завтра»: материалы международной заочной научно-практической конференции – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. – С.42.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 663.252.3/255.3:579.647:57.013

ГУЛИЕВ Ш.Р., к. т. н., генеральный директор ЧАО «Одессвинпром»

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ИГРИСТЫХ ВИН НА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ СТАДИИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Обсуждаются особенности технологии микроволновой циклической обработки игристых вин и результаты комплексного воздействия на их показатели качества электромагнитного поля, равномерно распределенного в новой микроволновой камере нерезонансного типа. Обоснована целесообразность замены операции обработки теплом и контрольной выдержки игристых вин на трехминутную обработку их в новой камере. Определен уровень температуры, при которой улучшаются показатели качества и потребительские свойства игристых вин.

Ключевые слова: показатели качества игристых вин, контрольная выдержка, микроволновая обработка, камеры нерезонансного типа.

The features of the technology for the microwave cyclic treatment of sparkling wine are discussed, as well as the results of the integrated effect (on their quality level) of the electromagnetic field, which is uniformly distributed in the new nonresonance microwave chamber. The expediency of substitution of the heat treatment and the check ageing of sparkling wine for their three minutes' long treatment in the new chamber is grounded. The temperature level, at which the quality level and the consumer properties of sparkling wine are increasing, is determined.

Key words: quality level of sparkling wine, check ageing, microwave treatment, nonresonance microwave chamber.

Согласно фундаментальным трудам основоположников отечественного виноделия Г.Г. Валушко, В.И. Зинченко, Н.А. Мехузла, а также трудам ученых Гержиковой В.Г., Иваненко А.В., Макарова А.С. и др. установлено, что обработка теплом на красные вина влияет положительно, в белых же винах при нагреве слабее проявляются сортовые особенности, в окраске появляется бурый оттенок, во вкусе – выраженные тона окисленности и уваренности [1, 2, 3].

Поэтому возникает необходимость проведения исследований, позволяющих, во-первых, установить возможность и целесообразность замены операции обработки теплом при температуре (40...50) °С в течение 30-40 мин и пятисуточной контрольной выдержки игристых вин на трехминутную их обработку в новой микроволновой камере. Во-вторых, выявить возможность оптимизации уровня температурного воздействия на игристые вина при указанном способе их обработки. В-третьих, определить необходимость снижения это-

го уровня, особенно при воздействии электромагнитного поля на белые игристые вина.

Необходимо отметить, что в настоящее время получены экспериментальные результаты по возможности применения щадящего температурного режима нагрева гетерогенной среды, в частности виноматериалов и вин, с помощью новой технологии микроволновой обработки. Исследования результатов комплексного воздействия электромагнитного поля, равномерно распределенного в новой микроволновой камере нерезонансного типа, показывают, что указанная обработка, по существу реализует эффект избирательного воздействия на гетерогенные среды, обеспечивает эффективную инактивацию микрофлоры при более низкой температуре, тем самым способствует стабилизации вина, и сохранению его полезных компонентов.

Целью данной статьи является обсуждение результатов экспериментальных исследований технологии микроволновой обработки игристых вин в камере с равномерным по объему электромагнитным полем в диапазоне сверхвысоких частот.

Перечень задач исследования включает, во-первых, исследование возможности и целесообразности замены операции обработки теплом при температуре (40...50) °С в течение 30-40 мин и пятисуточной контрольной выдержки игристых вин на трехминутную их обработку в новой, модернизированной камере с равномерным по объему электромагнитным полем для циклической обработки продукции; во-вторых, проведение оценки качества, установление изменения органолептических показателей, химического состава и специфических свойств обработанной продукции; в третьих, анализ и выявление наиболее целесообразного диапазона температурного воздействия в пределах (45...50) °С на продукцию, готовую к реализации.

Циклическая обработка опытных партий игристого вина была проведена в камере, представленной на рисунке 1.

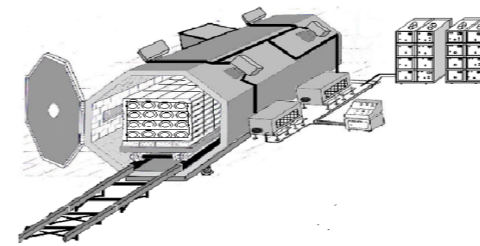


Рис. 1. Камера для микроволновой обработки игристых вин в равномерном электромагнитном поле

После микроволновой обработки опытные образцы продукции были исследованы в НИВиВ «Магарач».

Образцы, обработанные в микроволновой камере, сравнивали по показателям качества с контрольными образцами, прошедшими традиционную, регламентируемую нормативными документами тепловую обработку. Была проведена дегустационная оценка, определены цветовые и специфические показатели игристого вина, обработанного в бутылках.

Исследования проводили с четырьмя партиями игристого полусладкого вина «Французский бульвар».

Образцы из партии № 1 (контроль 1) – отобраны после разливного автомата до пастеризатора.

Образцы из партии № 2 (контроль 2) – отобраны после пастеризации по следующему режиму: нагрев до температуры 45 °С, продолжительность выдержки при температуре нагрева – 30 минут.

Образцы из партии № 3 (опыт) – отобраны перед пастеризацией, прошли микроволновую обработку при температуре 45 °С, продолжительность – 2,5 мин.

Образцы из партии № 4 (опыт) – отобраны перед пастеризацией, прошли микроволновую обработку при температуре 50 °С, продолжительность – 3 мин.

Результаты определения физико-химических показателей контрольных и опытных образцов игристого вина, тестов на склонность к физико-химическим помутнениям представлены в табл.1. Установлено, что влияние различных способов обработки образцов на состав их фенольных веществ находит свое подтверждение в оптических характеристиках. Наименьшие значения показателей интенсивности и оттенка окраски, отражающих вклад окрашенных форм фенольных веществ в цвет, установлены для образца № 3 ($\theta = 45^\circ \text{C}$). Низкое значение показателя желтизны для этого образца свидетельствует о щадящем режиме обработки, не вызывающем интенсификацию процесса полимеризации фенольных веществ.

Наименьшим содержанием полимерных форм фенольных веществ характеризуется опытный образец, обработанный при температуре 45 °С. Низкое их содержание свидетельствует о наименьшей окисленности фенольных веществ в данном образце, что положительно сказывается и на вкусовых достоинствах продукта. Пониженное содержание лейкоантоцианов повышает мягкость и гармоничность вкуса.

Таблица 1

№ п/п	Показатели	№ образца			
		1	2	3	4
Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³					
1	Сумма	253	233	230	241
2	Мономерные формы	243	226	220	231
3	Полимерные формы	10	7	6	10
4	Ванилинреагирующие формы	33,5	31,8	30,2	32,8
5	Лейкоантоцианы	14,9	9,6	7,3	9,8
6	Доля полимерных форм, %	3,9	3,0	2,6	3,0
7	Доля ванилинреагирующих форм, %	13,2	13,6	13,0	13,6
8	Доля лейкоантоцианов, %	5,8	4,1	3,1	4,0
Тесты на склонность к помутнениям, ф.е.					
1	Исходная мутность	0	0,1	0	0
Тест на обратимые коллоидные помутнения					
1	Показание 1	0	0	0	0
Тест на необратимые коллоидные помутнения					
1	Таниновый тест	0,19	0,1	0,19	0,39
2	Экспресс-тест	0,24	0,1	0,29	0,39
Тест на кристаллические помутнения					
1	Существующий	нет	нет	нет	нет
2	Кондуктометрический, мкСм	395	465	418	348
Тест на феррофосфатный кас					
1	Контроль	0	0	0	0
2	С добавлением перекиси водорода (H ₂ O ₂)	0	0	0	0
3	С добавлением лимонной кислоты и перекиси водорода	0	0	0	0
4	Модифицированный	0,48	0,48	0,48	0,63
Оптические характеристики					
1	Интенсивность И (D ₄₂₀ ⁺ / D ₅₂₀)	0,041	0,053	0,045	0,048
2	Оттенок окраски T (D ₄₂₀ / D ₅₂₀)	12,7	16,6	13,0	15,0
3	Показатель желтизны G	4,2	4,6	4,3	4,9
Распределение форм диоксида углерода					
1	P ₁₀₀ , атм	4,5	5,5	5,0	4,7
2	m (CO ₂ общ.), г	4,1	5,88	5,9	4,56
3	m (CO ₂ газ.), г	0,3	0,46	0,35	0,32
4	m (CO ₂ раств.), г	3,49	4,67	4,8	3,74
5	m (CO ₂ связ.), г	0,31	0,73	0,75	0,5
6	m (CO ₂ связ.), %	7,6	12,4	12,7	10,9
Потенциометрические характеристики					
1	E ₁₀ , мВ	230	238	237	224
2	E ₁₅ , мВ	415	418	417	419
3	ΔE _h , мВ	185	180	180	195
4	IP, см ³	1,9	1,9	1,6	1,8
5	Показатель восстановления Ω, мВ/см ³	97,4	94,7	112,5	108,3
6	Показатель окисляемости W, мВ·дм ³ /мг	0,73	0,77	0,78	0,81
Ароматобразующие компоненты					
1	Альдегиды	73,9	70,4	66,5	77,4
2	Сложные эфиры	68,3	57,3	64,8	52,1
3	Высшие спирты	336,8	325,1	265,5	277,2

На основании полученных опытных данных можно заключить, что контрольные и опытные образцы обладают стабильностью к кристаллическим и коллоидным помутнениям.

Микроволновая обработка до температуры 45 °С обеспечивает достаточное избыточное давление, высокое содержание общей и связанной углекислоты, высокую степень связанной углекислоты, что обуславливает длительность игры и насыщенность вкуса, а также повышает устойчивость пены.

Значимым показателем для оценки качества игристых вин после предлагаемой обработки является показатель восстановленности, который отражает глубину протекающих в них окислительно-восстановительных процессов, оказывающих влияние на их букет и вкус. Образец, обработанный при температуре 45 °С, характеризуется высокими значениями показателя восстановленности. Это свидетельствует о том, что микроволновая обработка при температуре 45 °С является оптимальной и обеспечивает приемлемое протекание восстановительных процессов в образце.

Проведена дегустация трех опытных образцов игристого вина, обработанного в бутылках на этапе контрольной выдержки продукции, с целью выяснения возможности исключения этого этапа из технологического цикла производства игристых вин.

Результаты дегустации до и после микроволновой обработки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептическая оценка игристого вина до и после его микроволновой обработки

Наименование вина	Год урожая	Прозрачность (0,1-0,5)	Цвет (0,1-0,5)	Букет (1-3)	Вкус (1-5)	Типичность или игра (0,1-1,0)	Выводы и общий балл (до 10)
Без микроволновой обработки (после контрольной выдержки)							
Игристое п/сл. «Французский бульвар», розлив 08.10.2004 к 19/330	2003	0,5	0,5	2,8	4,7	0,5	9,0
После микроволновой обработки (вместо контрольной выдержки)							
Игристое п/сл. «Французский бульвар», розлив 08.10.2004 к 19/330, $\theta=45^\circ\text{C}$	2003	0,5	0,5	2,9	4,8	0,55	9,25
Игристое п/сл. «Французский бульвар», розлив 08.10.2004 к 19/330, $\theta=50^\circ\text{C}$	2003	0,5	0,5	3,0	4,8	0,6	9,4

Из таблицы 2 видно, что опытные образцы игристого вина, прошедшего микроволновую обработку в равномерном поле микроволнового диапазона частот, получили дегустационную оценку на 0,25-0,4 балла выше, чем контрольный образец, произведенное по традиционной технологии.

По наиболее значимым показателям установлено, что микроволновая обработка игристых вин в равномерном по объему электромагнитном поле положительно влияет на физико-химические показатели, ответственные за стабильность продукта, а также на гармоничность, свежесть вкуса и богатство букета. Оптимальным режимом микроволновой обработки игристого вина в бутылках является обработка при нагреве до температуры 45 °С, что иллюстрируют графики зависимости показателей качества продукции от уровня максимальной температуры обработки, приведенные на рисунках 2-6.

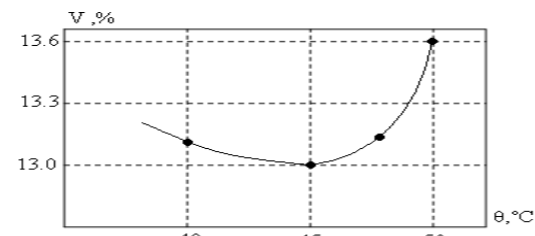


Рис. 2. Доля ванилинреагирующих форм $m(\text{CO}_2 \text{ связь}), \%$

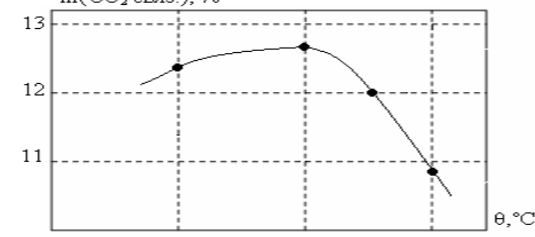


Рис. 3. Доля связанной углекислоты $\Omega, \text{мБ/см}^2$

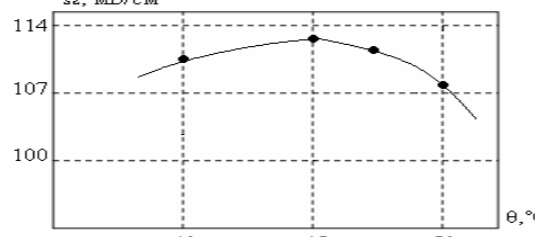


Рис. 4. Показатель восстановленности $A, \text{мг/дм}^3$

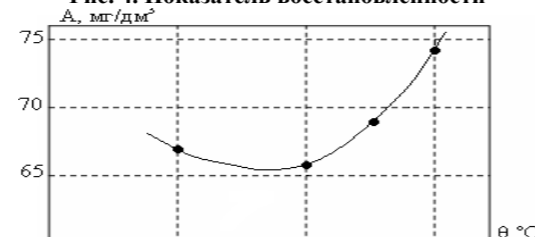


Рис. 5. Концентрация альдегидов $E_c, \text{мг/дм}^3$

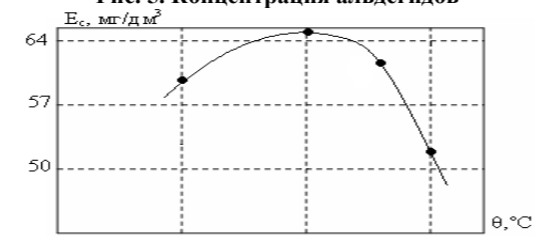


Рис. 6. Концентрация сложных эфиров

Определение стойкости опытных образцов игристого вина (вар. 2-4) к микробимальным помутнениям показало положительный результат.

Вывод. Замена операции обработки теплом при температуре (40...50) °С в течение 30-40 мин и пятисуточной контрольной выдержки игристых

вин на трехминутную их обработку в новой, модернизированной камере с равномерным по объему электромагнитным полем возможна и целесообразна, т.к. обеспечивает улучшение показателей качества исследованной продукции.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гержикова В.Г. Методы теххимического контроля в виноделии. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.
 2. Валуйко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин. – Симферополь: Таврида, 1999. – 208 с.
 3. Бурьян Н.И., Тюрина Д.В. Микробиология виноделия. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 271 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 005.934:664-027.3

БОЧАРОВА О.В. д-р техн. наук, доцент
 Одеська національна академія харчових технологій
**ГЕНЕЗА РЕГУЛЮВАННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ
 ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ**

Проаналізовано шляхи підвищення ефективності застосування в Україні системи безпечності, що базується на аналізі ризиків.

Ключові слова: безпечність, харчовий продукт, системи управління безпечністю харчових продуктів.

The ways for increasing the effectiveness of using the HACCP in Ukraine have been analyzed.

Ключевые слова: safety, HACCP, food-stuff.

Україні на протязі останніх років зазнала значних змін, враховуючи передовий міжнародний досвід. Найбільш важливими проблемами (встановленими міжнародними організаціями [2]) в процесі регулювання безпечності, що викликали необхідність трансформування структури її регулювання стали наступні:

1. Дублювання функцій органами державної виконавчої влади

2. Здійснення сертифікації через центри стандартизації, метрології та сертифікації, що впливає на монополізацію процесу обов'язкової сертифікації продуктів харчування та призводить до бар'єрів в торгівлі продуктами, які завозять на територію України.

3. Наявність системи обов'язкових стандартів замість європейської системи обов'язкових технічних регламентів та добровільних стандартів.

4. Застарілість нормативних документів щодо дозволених харчових добавок.

Тому згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 20.03.2013 р. № 218 Про виконання указу президента України від 12 березня 2013 р. № 128 «Про національний план дій на 2013 рік щодо впровадження програми економічних реформ на 2010–2014 роки «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна держава», заплановано видання актів, необхідних для адаптації системи санітарних і фітосанітарних стандартів до законодавства Європейського Союзу.

Вступ України в СОТ обумовлює необхідність прийняття до уваги наступних угод, пов'язаних з забезпеченням безпечності харчових продуктів:

– «Про застосування санітарних та фітосанітарних заходів». СОТ; Угода, Міжнародний документ від 15.04.1994

– «Генеральна угода з тарифів і торгівлі». СОТ; Угода, Міжнародний документ від 15.04.1994

Проблеми регулювання безпечності харчових продуктів в Україні та тенденції їх вирішення

Організаційна структура системи державного регулювання безпечності харчових продуктів в

– «Про технічні бар'єри у торгівлі». СОТ; Угода, Міжнародний документ від 15.04.1994

В рамках зобов'язань, взятих Україною в межах Договору «Про застосування санітарних та фітосанітарних заходів», встановлено, що Заходи, якими пропонується вищий ступінь захисту, ніж вимагає Кодекс, повинні бути замінені стандартами Кодексу, інакше вони потребуватимуть здійснення оцінки ризиків для виправдання їх застосування. Заходи, що існували в Україні, але не були зазначені в Кодексі, мають бути усунені, інакше вони потребуватимуть здійснення оцінки ризиків для виправдання їх застосування.

В рамках зобов'язань, взятих Україною в межах Договору «Про технічні бар'єри у торгівлі» (ТБТ), встановлено, що всі існуючі національні та регіональні стандарти (за винятком тих, на які посилаються технічні регламенти або які ними встановлюються) повинні мати добровільний характер,

бути спрямованими на захист інтересів національної безпеки, запобігання обману споживачів, захист життя та здоров'я людей, тварин або рослин, а також захист довкілля. Починаючи від дати вступу, Україна зобов'язана готувати, приймати та застосовувати стандарти та технічні правила лише відповідно до Договору ТБТ.

Члени СОТ зобов'язані дотримувати положень Кодексу добросовісної практики щодо підготовки, прийняття та застосування стандартів. Додаток 3 до Договору ТБТ (Кодекс добросовісної практики) передбачає, що «там, де існують міжнародні стандарти, або де їх виконання є невідворотним, орган стандартизації повинен використовувати їх повністю або частково як основу для стандартів, які він розробляє».

Генезу організаційної структури системи державного регулювання безпеки харчових продуктів в Україні надано на рис. 1

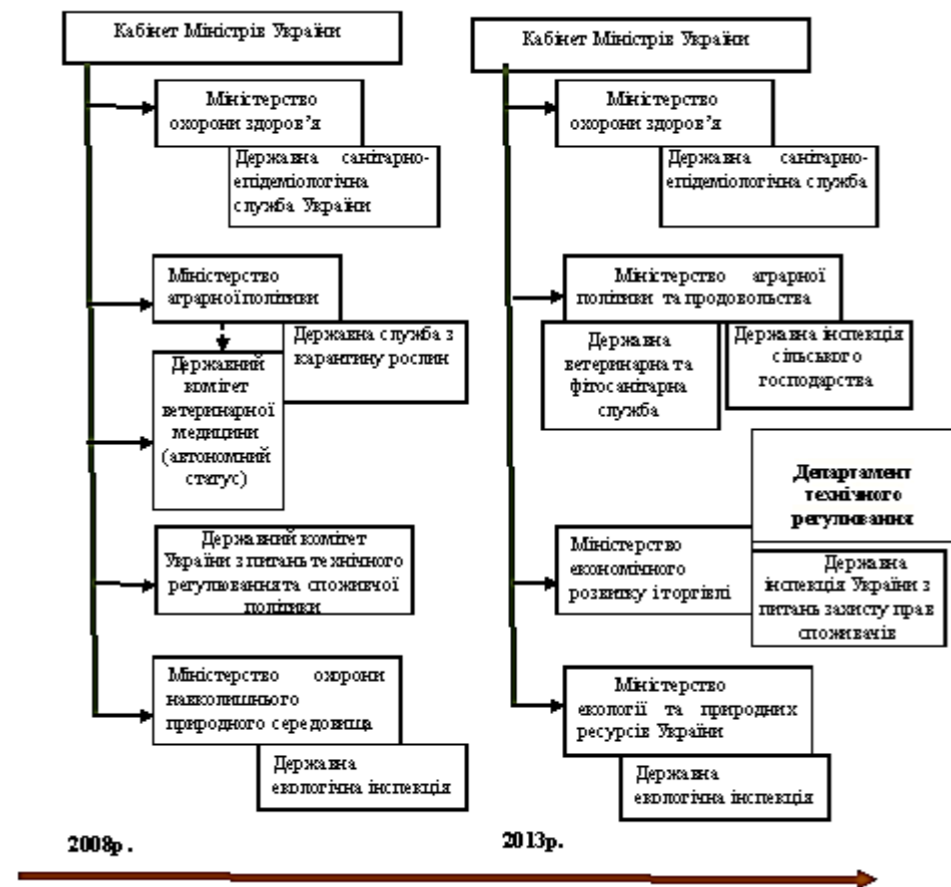


Рис.1 Трансформація виконавчих органів, що відповідають за безпеку харчових продуктів в Україні

Сучасний стан регулювання у сфері безпеки харчової продукції слід охарактеризувати створенням єдиного контрольно-наглядового органу. Так, функцію державного нагляду за якістю та безпекою харчових продуктів надано Державній ветеринарній та фітосанітарній службі України (Держветфітослужба). До основних завдань Держветфітослужби відносять проведення державного ветерина-

рно-санітарного контролю та нагляду за безпекою та якістю всіх харчових продуктів.

Повноваження, функції, завдання державних органів виконавчої влади у сфері безпеки харчових продуктів надані у Законі України «Про безпеку та якість харчових продуктів» та Положеннях про відповідні служби.

Шляхи інтенсифікації переходу до системи регулювання безпеки, що базується на аналізі ризиків

Система безпеки, що базується на аналізі ризиків, є необхідною в сучасних умовах міжнародної торгівлі. Постановою № 20 санітарно-епідеміологічної служби України від 30.06.2010р. [3] регламентується, що система НАССР (та/або інша аналогічна) повинна в обов'язковому порядку бути впроваджена під час виробництва і обігу харчових продуктів в Україні для забезпечення їх безпеки, що знаходиться у згоді з вимогами частини шостої статті 20 Закону України «Про безпеку та якість харчових продуктів».

Але через недосконалість наукового знання в питаннях взаємодії компонентів з одного боку та застосування сучасних харчових добавок, ароматизаторів та ін. з другого боку, а також з'явлення ГМО, ця система не може гарантувати цілковиту безпеку продукції. Саме тому в стандарті, який регламентує вимоги до сучасної системи управління безпекою харчових продуктів (ДСТУ ISO 22000:2007), надано велике значення процесу постійного поліпшення системи, що базується в значній мірі на нових наукових даних. Для підвищення ефективності застосування в Україні системи безпеки, що базується на аналізі ризиків, доцільно створення організаційної та фінансової бази наукових досліджень, яких (за даними аналітичного звіту IFC), в нашій країні поки що немає.

Перехід до системи регулювання безпеки, що базується на аналізі ризиків, призводить до перекладення основної відповідальності з держави на конкретного виробника, що передбачено змінами та доповненнями до Закону України «Про безпеку та якість харчових продуктів» [4], прийнятими у 2005 р. Зрозуміло, що для практичного втілення такого перекладення відповідальності потребує гармонізації підзаконних актів з Законом України: необхідне чітке визначення в законодавчій базі відповідальності (кримінальної та цивільної) за виробництво небезпечної продукції. Зміни щодо запровадження відповідальності за порушення вимог законодавства у сфері безпеки (в рамках законопроекту «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо безпеки харчових продуктів» від 2013р.) внесено в наступні документи:

– Кодекс України про адміністративні правопорушення;

– Кримінальний кодекс України.

У країнах ЄС обов'язок регулювати безпеку харчових продуктів покладається на виробника за допомогою таких інструментів, як відстеження походження та НАССР. Виробник повинен розробляти технологічний процес таким чином, щоб контролювати якість та безпеку у межах законодавчої бази, яка застосовується до конкретного виду діяльності. Згідно із принципом «від

лану до столу», в новий законопроект «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо безпеки харчових продуктів», внесено вимоги, спрямовані на досягнення можливості відстежування походження. До них відносять наступні:

1. Простежуваність повинна бути забезпечена на всіх стадіях виробництва та обігу харчових продуктів та/або інших об'єктів санітарних заходів.

2. Оператори ринку повинні бути здатні встановити інших операторів ринку, які постачають їм харчові продукти та/або інші об'єкти санітарних заходів. З цією метою оператори ринку повинні застосовувати системи та процедури, що забезпечують доступність такої інформації компетентному органу та центральному органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері громадського харчування, за їх запитом.

3. Оператори ринку застосовують процедури для встановлення операторів ринку, яким вони постачають харчові продукти та/або інші об'єкти санітарних заходів. Така інформація повинна бути доступною компетентному органу та центральному органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері громадського харчування, за їх запитом.

4. Рекомендації щодо забезпечення простежуваності затверджуються центральним органом виконавчої влади, що формує та забезпечує реалізацію державної політики у сфері безпеки харчових продуктів

Європейська практика застосування приватних стандартів (EUREPGAP, BRC, SQF, FSSC 22000 та ін.) [5, 6] при сертифікації за приватними схемами дозволяє застосовувати принципи простежуваності та підтвердження еквівалентності самої системи, а не проведення перевірки відповідності вимогам ЄС за окремими показниками (якості, безпеки), що дозволяє:

виробникам захистити своє ім'я чи марку від «не їхньої» провини;

роздрібним торговцям та супермаркетам бути впевненими в якості та безпеці продукції, яку вони отримують.

Висновки

1. Для підвищення ефективності застосування в Україні системи безпеки, що базується на аналізі ризиків, доцільно створення організаційної та фінансової бази наукових досліджень, яких (за даними аналітичного звіту IFC), в нашій країні поки що немає.

2. Для інтенсифікації процесу переходу до системи регулювання безпеки, що базується на аналізі ризиків, доцільно вводити європейську практику застосування приватних стандартів.

3. Найсерйознішою з об'єктивних перешкод для результативного функціонування системи регулювання безпеки, що базується на аналізі

ризиків, доцільно визначити недосконалість науково-технічного знання в питаннях взаємодії компонентів.

4. Новий законопроект «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо безпечно-

сті харчових продуктів» слід визнати прогресивним з точки зору застосування в Україні системи безпеки, що базується на аналізі ризиків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ISO 22000:2007 Системи управління безпеністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга.
2. Система державного регулювання безпеки харчових продуктів в Україні: на шляху вдосконалення. Аналітичний звіт IFC. - 2009. - 69 с.
3. Постанова № 20 санітарно-епідеміологічної служби України від 30.06.2010 р
4. Закон України «Про безпеку та якість харчових продуктів»
5. Private Food Standards and their Impacts on Developing Countries, DG Trade G-2
6. British Retail Consortium: www.brc.org.uk

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 628.3.034.2:664.013

БОНДАРЬ С.Н., канд. техн. наук, доцент, ЧАБАНОВА О.Б., канд. техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий

ЧАБАНОВА А.А. преподаватель специальных технологических дисциплин

Механико-технологический техникум Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Исследован инновационный способ биосорбционной очистки сточных вод пищевых предприятий в мембранном биореакторе. Установлено, что биомембранная технология на стадии доочистки сточных вод эффективно удаляет соединения, нормируемые в соответствующей документации. Концентрация взвешенных соединений снизилась до 0,1 мг/л, загрязняющие вещества по показателю ХПК уменьшились на 22-45 %, цветности – на 62 %, аммонийного азота – на 89 %. Порошкообразные адсорбенты, используемые в биореакторе, создают альтернативу существующему биосорбционному методу. Подобные исследования, проведенные на муниципальных сточных водах, подтвердили возможность применения биосорбционно-мембранной обработки на городских очистительных сооружениях и ее высокую эффективность по сравнению с традиционными биохимическими способами.

Ключевые слова: мембранный биореактор, очистка, сточные воды.

The innovative method of the biosorption cleaning of sewage of food enterprises is investigational in a diaphragm fermenter. It is set that biodiaphragm technology on the stage of before cleaning of sewage effectively deletes connections, rationed in the proper document. The concentration of the self-weighted connections diminished to 0,1 mg/l, contaminating matters on the index of chemical consumption of oxygen diminished on 22-45 %, to coloured – on 62 %, ammonia nitrogen – on 89 %. Powdery adsorbents, in-use in a fermenter, create an alternative an existent biosorption method. Similar researches, conducted on municipal sewage, confirmed possibility of application of biosorption-diaphragm treatment on city cleansing buildings and its high efficiency as compared to traditional biochemical methods.

Keywords: membrane bioreactor, purification, sewage.

В настоящее время биологической очистке подвергается большинство промышленных и бытовых сточных вод перед их сбросом в водоемы. Принцип биологической очистки стоков состоит в том, что при некоторых условиях микробы способны расщеплять органику до простых веществ, таких как вода, углекислый газ, т.д.

Биологические методы очистки сточных вод могут быть разделены на два типа по типам микроорганизмов, участвующих в переработке загрязнителей стоков:

1. Аэробные биологические методы очистки промышленных и бытовых сточных вод (микроорганизмам при их жизнедеятельности необходим кислород);

2. Очистка стоков анаэробными микроорганизмами (которые живут без кислорода).

Методы очистки сточных вод с участием аэробных бактерий разделяются по типу емкости, в которой происходит окисление стоков. Емкостью может быть и биопруд, и биологический фильтр, и поле фильтрации. Однако суть самого метода очистки сточных вод, а именно, минерализация органики, остается неизменной. В естественных условиях очистка сточных вод происходит на полях фильтрации и в биопрудах.

Поля фильтрации – это специальные участки, отведенные для сброса загрязненных сточных вод и заселенные почвенными аэробными бактериями. При попадании в почву, вредная органика сточных вод подвергается окислению микроорганизмов с конечным образованием углекислого газа и воды. Одновременно с процессами переработки органики сточных вод имеет место синтез биомассы бактерий.

Аэробная оксидация в биопрудах является процессом минерализации органики сточных вод под действием бактерий, живущих в воде. Биопруды являются водными объектами, в которых созданы благоприятные для жизни микроорганизмов условия, такие как малая глубина, большое количество водорослей, насыщающих воду кислородом, и т.п. Строительство биопрудов может быть использовано и для очистки производственных сточных вод, и для очистки рек, впадающих в водохранилища.

Препятствием более широкого использования биопрудов и полей фильтрации является их сезонная работа, небольшая производительность по очистке

стоков, необходимость отвода крупных площадей земли.

В процессе очистки сточных вод в биологических фильтрах обработка стоков микробами проходит в искусственных сооружениях. В данных сооружениях в течение длительного времени могут поддерживаться оптимальные параметры для жизни микроорганизмов – значения температуры, pH, концентрации кислорода в воде и т.д. Очистка сточных вод в биологических фильтрах имитирует очистку микроорганизмами стоков на почве. Очистка сточных вод в аэротенках аналогична очистке в водоемах.

Аэротенк – это емкость глубиной до 5-6 метров, которая имеет устройство нагнетания воздуха. Внутри аэротенка живут колонии микроорганизмов – на хлопьях ила. Данные колонии перерабатывают органику сточных вод. После аэротенков чистая вода подается в отстойники. В отстойниках происходит осаживание активного ила с его последующим частичным возвращением обратно в резервуар. Биологический фильтр – это заполненная крупнозернистым материалом емкость. На частицах данного материала живут колонии микроорганизмов. Биологические фильтры легче обслуживать, нежели аэротенки. Они более надежны и способны переносить перегрузки по загрязнению и объему сточных вод. Как для любых биологических сообществ, для устройств биологической очистки стоков существуют предельные концентрации загрязнений, при превышении которых микроорганизмы могут погибнуть. В случае если сточные воды содержат высокие концентрации органики, наиболее перспективным методом очистки стоков является анаэробный метод. Преимущество данного метода очистки заключается в меньших эксплуатационных расходах, так как в этом случае нет необходимости проводить аэрацию воды.

Анаэробные реакторы, как правило, представляют собой металлические резервуары, содержащие минимальное количество сложного нестандартного оборудования. Однако жизнедеятельность анаэробных микроорганизмов связана с выделением в воздух метана, что требует организации специальной системы наблюдения его концентрации. Указанные выше методы очистки сточных вод применимы, если концентрации определенных загрязняющих агентов не превышают допустимые величины. Как правило, необходимо проводить три-четыре ступени предварительной очистки стоков. Кроме этого, для сброса очищенных сточных вод в водоемы после биоочистки бывает необходима их доочистка – например, при помощи озонирования.

Существуют и так называемые особые, некондиционные сточные воды, которые проблематично очистить с использованием современных технологий очистки стоков. Данные сточные воды подвергаются утилизации – закачке в естественные подземные резервуары. Однако утилизация сточных вод подобным способом возможна лишь в том случае, когда используемый для утилизации стоков подземный горизонт

изолирован от горизонтов, используемых для хозяйственного и питьевого водоснабжения. Сооружения биологической очистки достаточно эффективны, однако не всегда удовлетворяют современным требованиям к сбросу очищенных сточных вод в водные объекты. В связи с этим, вопросы интенсификации процесса, повышения глубины очистки и экономической эффективности получают возрастающий интерес.

За последние 15 лет на мировом рынке появились принципиально новые типы ультра- и микрофильтрационных мембран, в частности полуволоконные, которые обладают высокой пропускной способностью при низких перепадах давления. Сочетание биологических и мембранных методов (для отделения очищенной воды от активного ила) в одном сооружении имеет большие перспективы. Первоначально мембраны использовались как элемент доочистки сточных вод после вторичного отстойника. В зависимости от типа используемых мембран они обеспечивали удаление из воды взвешенных веществ и части коллоидных соединений. При этом никакого влияния на параметры работы биологического реактора они не оказывали. На современном этапе мембранное разделение включается непосредственно в процесс биологической очистки вместо вторичных отстойников, являясь непосредственным элементом технологии очистки и существенно влияя на параметры и условия функционирования биоценоза. В Украине аналогичные установки только начинают появляться, а исследования в этом направлении практически не проводились. В связи с этим возникла необходимость в создании отечественных принципиально новых гибридных биотехнологий с использованием полуволоконных ультрафильтрационных мембран для биологической очистки сточных вод.

С 2003 года в институте ВОДГЕО проводятся интенсивные исследования биомембранных процессов для очистки природных и сточных вод на лабораторных и пилотных стендах [1, 2]. В очищенной воде после биологической очистки производственных сточных вод присутствуют органические вещества (продукты метаболизма, не окисленные загрязнения и т.п.), которые относятся к трудноокисляемым соединениям. Эти воды характеризуются высоким значением ХПК по отношению к БПК. Отношение БПК к ХПК составляет 0,02-0,1. Часто эти стоки имеют высокую цветность. Несмотря на то, что ХПК не нормируется при сбросе биологически очищенных вод в водоем, нередко требуется ступень доочистки для дополнительного снижения ХПК. Биологические методы доочистки не способны качественно удалять остаточное ХПК, БПК, взвешенные вещества, цветность, а физико-химические методы не всегда применимы из-за высоких затрат на оборудование и реагенты. В НИИ ВОДГЕО была разработана биотехнология (биосорбция) для доочистки вод различного состава, однако относительно высокие энергозатраты для поддержания гранулированного сорбента в псевдооживленном состоянии ограничивают широкое применение биосорберов в

схемах доочистки. Одним из путей снижения энергозатрат при эксплуатации биосорбентов служит замена гранулированного угля порошкообразными сорбентами. Совмещение биосорбционной технологии (с использованием порошкообразных носителей) и мембранной фильтрации позволяет существенно расширить область их применения, снизив при этом эксплуатационные затраты. Для создания эффективной технологии доочистки требуется определить роль мембранной фильтрации в процессе доочистки биологически очищенной воды, изучить закономерности биологического процесса в условиях полного накопления биомассы в биореакторе. Необходимо оценить технологические параметры доочистки биологически очищенных стоков в биомембранных установках с использованием порошкообразных сорбентов (биосорбция) с точки зрения эффективности процессов окисления и нитрификации, а также исследовать влияние высокомолекулярных соединений и продуктов метаболизма на процесс доочистки.

Цель исследования – изучение возможности применения половолоконного мембранного разделения в биореакторах для интенсификации процесса очистки сточных вод.

Задачи:

1. Обобщить существующие биохимические способы очистки сточных вод, выявить их преимущества и недостатки.
2. Применить мембранный способ разделения жидкостей в сочетании с сорбционной технологией для наращивания биомассы и одновременного удаления метаболитов.
3. Оценить эффективность обработки сточной воды в биомембранном реакторе по сравнению с существующими аналогами по показателям ХПК, БПК.
4. Исследовать возможность применения мембранного биореактора для очистки муниципальных сточных вод, содержащих стоки пищевых предприятий.
5. Определить технологические параметры обработки сточных вод в биомембранных реакторах.

Объекты исследования – сточные воды ООО «Агроком» (с. Егоровка, Одесская область) и г. Раздельная, Одесская область.

Методы исследований. – в экспериментах использовали стандартные методы определения ХПК, БПК, общего аммонийного азота, концентрация активного ила и цветности для сточных вод, которые определялись до и после обработки в мембранном биореакторе. Давление в биореакторах измерялось с помощью манометра, мембранного фильтрования с помощью мерного цилиндра и секундомера.

Лабораторная установка мембранный биореактор (МБР) выполнена в виде реактора, представляющего собой цилиндрическую колонку из оргстекла объемом 2,0 литра, в которой вертикально расположены половолоконные мембранные модули с эффективной фильтрационной площадью около 0,1 м² и размером пор 450 ангстрем. Наружный диаметр во-

локна составлял 0,7 мм, внутренний 0,5 мм. Количество волокон в модуле 75-90 шт. Мембрана смонтирована на каркасе, что исключает критический перегиб и спутывание волокон. Расчетная производительность установки 5-10 л/сут, при средней расчетной удельной пропускной способности мембран до 1,0 м³/м²/сут.(м вод.ст.), расчетный перепад давления на мембранах – 0,5–3 м вод.ст. Параллельно работала лабораторная установка – биомембранный реактор с порошкообразным углем (БМР), конструктивно аналогичная установке МБР, рабочим объемом 2 литра, количество порошкообразного активированного угля (ПАУ) марки ОУ-А в реакторе 30-40 г. В качестве субстрата была выбрана выходящая после вторичных отстойников вода от производства молочных продуктов (ООО «Агроком»). Биологически очищенный сток характеризовался высокой цветностью 80-140 гр. ПКШ, ХПК – 50-120 мг/л, БПК – 5-25 мг/л, азот аммонийный 2-12 мг/л.

Для сравнительного анализа работы установок приведены усредненные данные после выхода БМР на стабильный режим работы, поскольку в БМР был засыпан свежий ПАУ, и в начальный период в течение 25 суток наблюдалось более глубокое удаление органических загрязнений в основном за счет процессов сорбции. При подаче на установки биологически очищенной сточной воды с ХПК в среднем 54,5 мг/л ХПК очищенной воды в БМР составляло 27-31 мг/л; а в мембранном биореакторе - до 43 мг/л. Эффективность очистки по ХПК за период исследований в БМР составила 44 %; в МБР – 22 %. В процессе доочистки биологически очищенных сточных вод во всех лабораторных установках имела место нитрификация. Концентрация аммонийного азота в МБР снижалась в среднем с 11,8 мг/л до 2,5 мг/л в МБР и до 1,3 мг/л в БМР. В МБР нитрификация осуществлялась за счет накопления в нем биомассы активного ила и, соответственно, нитрификаторов. Процесс нитрификации сопровождался увеличением нитратов в очищенной воде во всех установках практически на эквивалентное количество убыли азота аммонийного без значительного увеличения концентрации азота нитритов. Содержание взвешенных веществ в выходящей воде после мембранных биореакторов снижается практически до нормативных показателей (1 мг/л) и ниже. В мембранном биореакторе (МБР) имело место накопление активного ила, концентрация активного ила возросла с 0,08 г/л до 0,8 г/л. Цветность поступающей воды составляла в среднем 128 град., при этом цветность очищенной воды в БМР достигала значений 48 град., в МБР - до 104 град ПКШ. Эффективность очистки в МБР составляла 18,6 %, в БМР – 62%.

Необходимо обратить внимание на накопление в мембранных биореакторах не только взвешенных веществ (активного ила), но и органических загрязнений по ХПК и цветности. К концу эксперимента внутри МБР концентрация органических загрязнений по ХПК достигла 270 мг/л и цветность 190 град., однако в биосорбционно – мембранном реакторе (БМР)

ХПК и цветность, соответственно, составляли 160 мг/л и 88 град ПКШ.

Выполненный материальный баланс по ХПК показал, что в мембранном биореакторе только 20,83 % из поступившей органики окисляется, 3,55 % накапливается и 75,62 % выходит с очищенной водой (в пермеате). В то же время в биореакторе с углем накапливается всего лишь 1,25 % органических веществ по ХПК и 53,13 % окисляется. Материальный баланс по цветности показал, что в мембранном биореакторе цветность снижается только на 15% за счет окисления органических загрязнений, 2 % накапливается и 83 % уходит с очищенной водой. В то же время в БМР накапливается всего лишь 0,4% цветности и 66 % удаляется за счет окисления.

В результате лабораторных исследований установлено, что применение биомембранной технологии на стадии доочистки биологически очищенных сточных вод позволяет:

- получить очищенную воду, удовлетворяющую современным нормативам по взвешенным веществам (до 0,1 мг/л);
- снизить остаточное ХПК – на 22 %, цветность – на 18 %; аммонийный азот – на 75 %;
- использовать порошкообразные сорбенты на стадии доочистки, эта технология может рассматриваться как альтернативная биосорбционному методу;
- биосорбционно – мембранная очистка снижает остаточное ХПК до 45 % и цветность – 62%, аммонийный азот – на 89%.

Дальнейшие исследования проводились по очистке городских сточных вод на пилотной установке с целью изучения основных закономерностей и особенностей процессов биологической очистки в мембранных биореакторах; оценки предельных возможностей биомембранной технологии с использованием активного ила по производительности (окислительная мощность) и по глубине удаления органических загрязнений и соединений азота. Подача исходной сточной воды на установку производилась непосредственно после механических решеток и процеживания через сетку с размерами ячейки 1 мм.

Средние показатели качества исходной воды, подаваемой на установку за период исследований, составляли: взвешенные вещества - 90-200 мг/л; ХПК -180-300 мг/л; БПК_{полн.}-120-210 мг/л; азот аммонийный – 17-30 мгN/л; азот органический - 8-22 мгN/л; фосфор - 2,3-4,0 мгP/л. Эффективная фильтрационная площадь половолоконных мембран (с размерами пор – 0,04 мкм) составляла 0,93 м². Трансмембранное давление поддерживалось в пределах 0,5-5,0 м. вод.ст. Чтобы контролировать степень загрязнения мембран, процесс фильтрования осуществлялся в циклическом режиме (фильтрация – обратная промывка – фильтрация) с различной частотой. Эффективность удаления органических загрязнений по ХПК независимо от температуры и периода аэрации составляла 85-90 %, по азоту аммонийному - 98,5-99,8 %; что не достижимо на традиционных сооружениях

биологической очистки при аналогичных условиях эксплуатации аэротенков. После мембранного биореактора ХПК очищенной воды за весь период наблюдений не превышала 35 мг/л и при этом БПК_{полн.} не превышала 1,5 мг/л. Практически полностью отсутствовали в очищенной воде взвешенные вещества.

Внутри реактора отмечалось увеличение ХПК, БПК и концентрации аммонийного азота внутри биореактора по сравнению с пермеатом после мембран. Причем ΔХПК (как разница в значениях ХПК внутри биореактора и на выходе из системы) значительно возрастала при снижении времени аэрации, что вызвано, по-видимому, неполнотой распада высокомолекулярных органических загрязнений. Незначительное увеличение градиента концентраций азота при времени аэрации 2,4-3,2 часа не сказывается негативно на качестве очищенной воды. Поскольку аммонийный азот, присутствующий в воде в ионной форме, не может быть задержан мембраной, перепад его концентрации можно объяснить процессом нитрификации, протекающим на самой мембране (снаружи или внутри). Это подтверждается также увеличением концентрации нитратов в пермеате по сравнению с их содержанием внутри реактора. За счет накопления активного ила в системе (до 12-16 г/л) окислительная мощность по удалению органических загрязнений и соединений азота увеличивалась в 2-3 раза. Окислительная мощность мембранного биореактора зависит от периода аэрации и дозы активного ила аналогично процессам, протекающим в аэротенках. С увеличением дозы активного ила окислительная мощность возрастает, а с увеличением периода аэрации снижается. Однако, по нашему мнению, поддерживать концентрацию ила в биореакторе свыше 12 г/л технологически нецелесообразно из-за процессов самоокисления ила, накопления продуктов метаболизма и заметного ухудшения условий массопереноса кислорода.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования подтвердили высокую надежность и стабильность биомембранных технологий для биологической очистки сточных вод. Показана высокая эффективность очистки от органических загрязнений по ХПК, БПК, от соединений азота, взвешенных веществ независимо от температуры и продолжительности аэрации в условиях существенного колебания состава исходного неосветленного стока. Экспериментально определены и технологически аргументированы наилучшие доза ила в биореакторе с мембранами (не более 10-12 г/л) и время обработки городских сточных вод (не менее 4-5 час.) с достижением качества очищенного стока, соответствующего нормам сброса в водоем рыбохозяйственного назначения по ХПК, БПК, соединениям азота, взвешенным веществам. Установлено, что в процессе работы МБР возникает градиент концентраций ХПК и азота внутри и снаружи реактора. Показано, что процессы нитрификации протекают как в самом реакторе, так и на поверхности мембран. Применение биосорбционно-мембранной технологии на стадии

доочистки биологически очищенных сточных вод позволяет получить очищенную воду, удовлетворяющую современным нормативам по взвешенным веществам и БПК (до 1 мг/л). Использование порошкообразных активированных углей в биореакторах увеличивает глубину очистки от трудноокисляемых органических загрязнений, в том числе и ХПК. Мем-

1. Швецов В. Н., Морозова К. М., Киристева А. В. (2005). Преимущества биомембранных технологий для биологической очистки стоков. Экология производства, №11, С. 76-80.
2. Швецов В. Н., Морозова К. М., Пушников М. Ю., Киристева А. В., Семенов М. Ю. (2005). Перспективные технологии биологической очистки сточных и природных вод. Водоснабжение и санитарная техника, №12 (Часть 2), С.17-25.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 665.358

ГЛАДКИЙ Ф.Ф., д-р техн. наук, профессор, КАЛИНА В.С., здобувач

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

ЛУЦЕНКО М.В., канд. техн. наук, доцент

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОВЕДЕННЯ РАФІНАЦІЇ ЖИРНОЇ КОРІАНДРОВОЇ ОЛІЇ

Розроблено спосіб рафінації жирної коріандрової олії етанолом, встановлено оптимальні параметри та режими цього способу, досліджено вплив кількості екстрагента на інтенсивність рафінації жирної коріандрової олії. Встановлено залежності ступеня чистоти цієї олії (кислотне число) від температури процесу, його тривалості, а також співвідношення частин жирної коріандрової олії та етилового спирту. Досліджено жирнокислотний склад очищеної жирної коріандрової олії та вільних жирних кислот, отриманих в процесі очистки.

Ключові слова: жирна коріандрова олія, етиловий спирт, рафінація, кислотне число, жирнокислотний склад.

The method of refining fatty coriander oil with using alcohol has been developed. Optimal parameters and modes of this method are obtained. The influence of the number of extractant in intensity refining fatty coriander oil was defined. Depending on the purity of the oil (acid number) of the process temperature, its duration, and the ratio of parts fatty coriander oil and of ethanol are obtained. Fatty acid composition of the refined fatty coriander oil and free fatty acids are defined.

Keywords: fat Coriander oil, ethanol, refining, acid value, fatty acid composition.

Стрімке збільшення кількості населення планети протягом останнього часу призводить до зменшення сировинних ресурсів для виготовлення якісних харчових продуктів. Розвиток сучасної харчової промисловості тісно пов'язаний зі здобутками хімічної галузі і спрямований на використання штучних замінників харчових інгредієнтів. Використання синтетичних сполук в харчових виробництвах призводить до зниження поживної цінності, смакового компоненту, якості продуктів харчування і, як правило, шкодить здоров'ю людства. Піклуючись про сучасне і майбутнє покоління населення нашої планети необхідно уникати застосування в харчовій промисловості будь-яких синтетичних речовин. Тому задачею технологів є розробка та створення технологій харчових інгредієнтів з натуральної сировини. Одним із таких перспективних видів сировини є жирна коріандрова олія.

Рослинні олії займають особливе місце в структурі харчування всіх груп населення. У нашій

бранная технология совместно с адсорбционной доочисткой на порошкообразном угле может рассматриваться как альтернативная биосорбционному методу. Биологические процессы на порошкообразном угле протекают намного интенсивнее, чем на гранулированном угле, по-видимому, за счет большей удельной поверхности порошкообразного носителя.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

країні виробляється широкий асортимент рослинних олій: соняшникова, соєва, гірчична, ріпакова, кукурудзяна та ін. Ці види олій вживаються як у натуральному вигляді, так і у складі різних видів маргаринів і майонезів. З метою збільшення ресурсів харчових рослинних олій в даний час в усьому світі ведуться пошуки нових джерел олійної сировини, що раніше не застосовувалися в народному господарстві. До них відносяться жирна коріандрова олія, вироблена з відходів ефіроолійного виробництва, що відрізняється близьким до оливкової жирнокислотним складом.

Жиру коріандрову олію зазвичай застосовують для технічних цілей – в текстильній промисловості при виробленні сукопних тканин, у миловарінні та поліграфічному виробництві; у промисловому виробництві в якості технологічних змазок і в якості сировини для їх виготовлення. Відходи коріандру у вигляді шроту, який отримують після виділення ефірної олії з його плодів і отримання жирної олії, є цінним кормовим продуктом для великої рогатої худоби, свиней, кролів та птахів (ТУ 18-6369-84 «Шрот кориандровый») [1, 2]. Проведені дослідження з вивчення хімічних і біологічних властивостей жирної коріандрової олії показали, що її споживання не робить негативного впливу на молодий зростаючий організм піддослідних тварин і її можливо використовувати для харчових цілей у харчуванні населення [3].

Промисловість України отримує пресову та екстракційну коріандрову олію без подальшої її рафінації.

Метою нашого дослідження є вивчення процесу рафінації жирної коріандрової олії з метою отримання нею властивостей, придатних у харчових виробництвах; обґрунтування параметрів та режимів процесу рафінації жирної коріандрової олії спиртом; дослі-

дження впливу кількості екстрагента на інтенсивність рафінації жирної коріандрової олії, скорочення енергетичних витрат процесу.

У Національному технічному університеті «Харківському політехнічному інституті» розроблено спосіб рафінації жирної коріандрової олії шляхом видалення вільних жирних кислот етиловим спиртом. Він заключається у змішуванні жирної коріандрової олії з етиловим спиртом та нагріванні суміші в необхідних пропорціях тристадійно до температури кипіння спирту 70...78 °С протягом 5...20 хвилин з постійним перемішуванням, охолодженні суміші при кімнатній температурі до повного розділення фракцій та декантуванні очищеної олії. Для оцінки якості харчової жирної коріандрової олії визначали її кислотне число. Визначення здійснювали відповідно до загальновідомої методики [4]. Кислотне число промислових зразків жирної коріандрової олії становить 16 – 17 мг КОН/г. Такий високий показник обумовлений наявністю в жирній коріандровій олії значної кількості вільних жирних кислот, які унеможливають застосування цієї олії в харчових виробництвах, а також призводять до окиснення і прогіркання олії під час зберігання. Видалення вільних жирних кислот шляхом рафінації жирної коріандрової олії етанолом призводить до зниження кислотного числа олії до 0,4 – 0,6 мг КОН/г. [5].

При виконанні цього способу рафінації жирної коріандрової олії нами встановлено залежності ступеня чистоти цієї олії (кислотне число) від температури процесу, його тривалості, а також співвідношення частин жирної коріандрової олії та етилового спирту. Так, при зниженні температури процесу зменшується кількість вільних жирних кислот, отриманих при рафінації. Збільшення співвідношення жирна коріандрова олія:етанол на будь-якій стадії рафінації призводить до недостатнього видалення вільних жирних кислот і, відповідно, до підвищення кислотного числа очищеної олії. Оптимальними параметрами співвідношення жирна коріандрова олія:етанол є – 1:2...1:8 на першій стадії, на другій стадії – у співвідношенні як 1:6...1:2, на третій стадії – у співвідношенні як 1:4...1:2 [5].

Вихідна коріандрова олія, а також отримані зразки після її очищення були досліджені за жирнокислотним складом шляхом проведення газорідинної хроматографії на хроматографі Carlo Erba (Італія) зі скляними набивними колонками (2,5 м × 3 мм) і полум'я-іонізаційним детектором, використовуючи в якості газу-носія азот, твердого носія – хромосорб W/ДР з нанесеною 10 %-ною фазою Silar 5 CP («Serva» ФРН) [6]. Результати хроматограм очищеної коріандрової олії та вільних жирних кислот представлені на рис. 1.

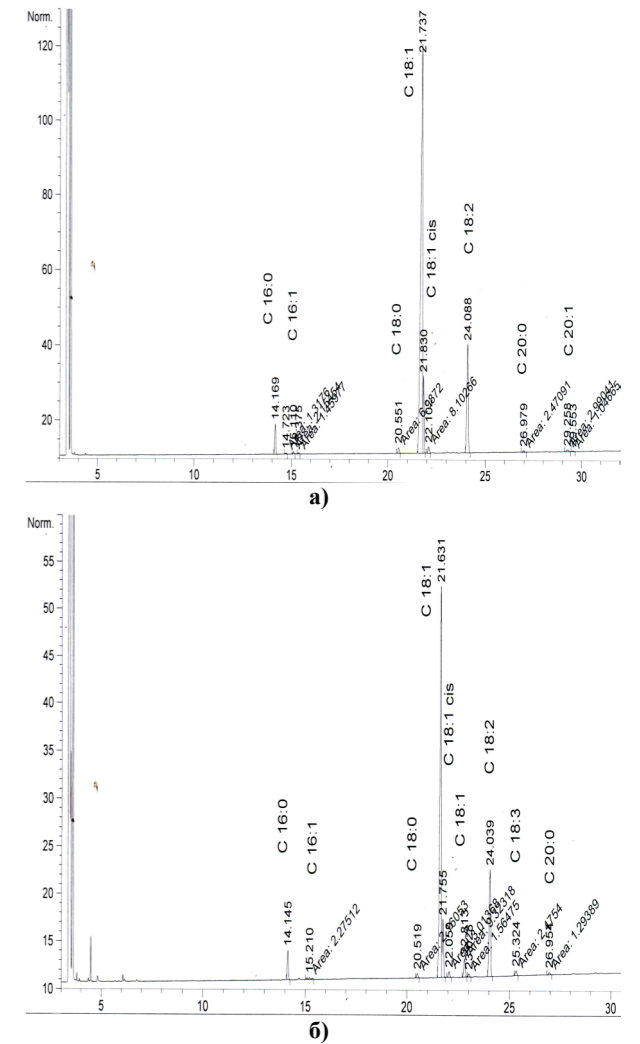


Рис. 1. Хроматограма очищеної жирної коріандрової олії та її вільних жирних кислот олій, де а) – очищена жирна коріандрова олія, б) – вільні жирні кислоти коріандрової олії: а) C 16:0 – пальмітоолеїнова, C 16:1 – пальмітинова кислота, C 18:0 – стеаринова, C 18:1 ω 9 – олеїнова, C 18:1 ω 6 – петрозелінова, C 18:2 – лінолева, C 20:0 – арахідова, C 20:1 – гондова; б) C 16:0 – пальмітинова кислота, C 16:1 – пальмітоолеїнова, C 18:0 – стеаринова, C 18:1 ω 9 – олеїнова, C 18:1 ω 6 – петрозелінова, C 18:2 – лінолева, C 20:0 – арахідова, C 20:1 – гондова

Відсотковий вміст жирних кислот коріандрової олії до її рафінації та після, а також отриманих в процесі очистки вільних жирних кислот наведено в таблиці 1.

З даних таблиці можливо зробити висновок, що у процесі рафінації жирної коріандрової олії відбувається видалення вільних жирних кислот ненасиченої природи, що підвищує якість олії, отриманої після її рафінації. Графічна залежність кислотного числа очищеної жирної коріандрової олії від співвідношення жирна коріандрова олія :етанол є представлено на рис. 2.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники жирної коріандрової олії до і після її рафінації та вільних жирних кислот, отриманих в процесі очистки

Жирна коріандрова олія та її кислотне число (КЧ), мгКОН/г	Жирні кислоти (відсоток до маси олії), %	Співвідношення жирної коріандрової олії до етилового спирту							
		1:0	1:2	1:4	1:6	1:8	1:10	1:12	1:14
до рафінації	пальмітинова	3,1	-	-	-	-	-	-	-
	пальмітоолеїнова	0,6	-	-	-	-	-	-	-
	стеаринова	1,0	-	-	-	-	-	-	-
	олеїнова	8,5	-	-	-	-	-	-	-
	петрозелінова	69	-	-	-	-	-	-	-
	лінолева	17,1	-	-	-	-	-	-	-
	арахінова	0,3	-	-	-	-	-	-	-
	гондова	0,41	-	-	-	-	-	-	-
КЧ	16,5	-	-	-	-	-	-	-	
після рафінації	пальмітинова	-	3,18	3,12	3,10	3,53	3,18	3,2	3,2
	пальмітоолеїнова	-	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21
	стеаринова	-	0,67	0,68	0,68	0,91	0,70	0,86	0,86
	олеїнова	-	7,25	7,35	7,26	7,77	7,63	8,28	8,26
	петрозелінова	-	71,0	71,63	72,45	71,67	71,88	70,18	70,19
	лінолева	-	14,58	14,61	14,67	15,28	15,02	16,68	16,68
	арахінова	-	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,18	0,18
	гондова	-	0,30	0,28	0,29	0,28	0,27	0,23	0,24
КЧ	16,5	7,2	3,5	1,6	1,4	0,9	0,6	0,62	
вільні жирні кислоти, отримані в процесі очистки	пальмітинова	-	3,46	3,47	3,50	3,52	3,51	3,52	3,52
	пальмітоолеїнова	-	1,01	1,0	0,94	0,67	0,65	0,64	0,65
	стеаринова	-	0,58	0,57	0,60	0,64	0,64	0,65	0,63
	олеїнова	-	7,44	7,51	7,74	7,89	7,93	8,0	7,98
	петрозелінова	-	58,87	59,02	60,97	64,83	63,78	64,88	64,89
	лінолева	-	16,88	16,90	16,92	17,13	17,12	17,15	17,15
	арахінова	-	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,40	0,39
	гондова	-	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35
КЧ	16,5	56,1	58,6	64,3	68,2	72,3	80,1	80,0	

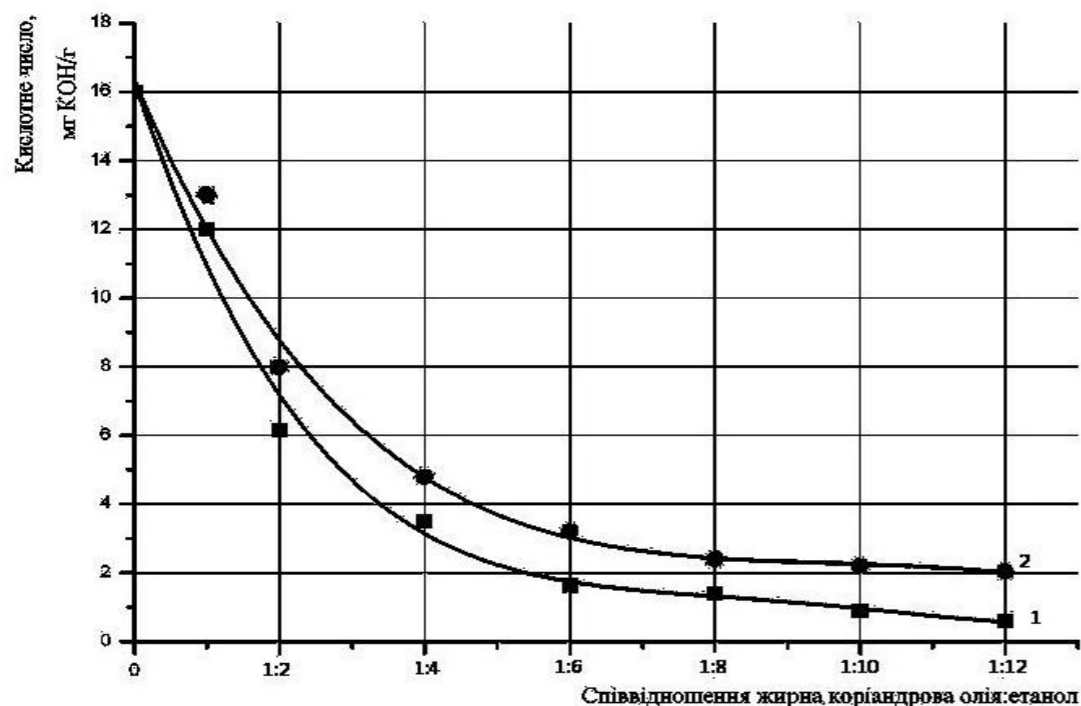


Рис. 2. Залежність кислотного числа очищеної жирної коріандрової олії при співвідношенні жирна коріандрова олія:етанол, де 1 – загальне співвідношення жирна коріандрова олія:етанол, 2 - співвідношення жирна коріандрова олія:етанол на першій стадії рафінації

Аналіз залежності кислотного числа жирної коріандрової олії від кількості етилового спирту на першій стадії рафінації дозволяє зробити висновок, що максимальна ступінь очищення (КЧ – 2,04 мг КОН/г) відбувається при найбільшому співвідношенні жирна коріандрова олія:етанол (1:12). Але проведені дослідження показали, що подальше очищення такої олії не призведе до максимального зниження кислотного числа жирної коріандрової

олії, яке дає можливість застосовувати її в харчових цілях. Тому запропоновано спосіб очищення жирної коріандрової олії: на першій стадії співвідношення жирна коріандрова олія:етанол – 1:2...1:8, на другій – 1:6...1:2, на третій – 1:4...1:2.

Перспективним є дослідження рафінації жирної коріандрової олії з використанням розчинників іншої природи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Велетовская, С.Н. Опыт рафинации жирного кориандрового масла [Текст] / С.Н. Велетовская, Б.Я. Стернин, Н.И. Грибова // Труды ВНИИЖа. – Л., 1971, с. 239.
2. Осейко Н.И. Исследование процесса обработки кориандрового жирного масла с целью замены им пищевых масел в промышленных производствах: автореферат на соискание степени канд. тех. наук: – К., 1970.
3. Григорьянц С.Г. Разработка научных и практических основ использования жирного кориандрового масла в пищевых целях: автореферат на соискание степени канд. тех. наук. – С.П., 1998.
4. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Т. III. Специальные методы анализа и теххимический контроль рафинации и гидрогенизации жиров и масел в производстве жиров [Текст] / Под ред. Ржежина В.П. и Сергеева А.Г. – Л.: ВНИИЖ, 1967. – 494 с.
5. Заявка на выдачу патенту на корисну модель № U 201313655 від 25.11.2013. Спосіб рафінації жирної коріандрової олії.
6. Гладкий, Ф.Ф. Дослідження хімічного складу жирної коріандрової олії, отриманої пресовим та екстракційним способами [Текст] / Ф.Ф. Гладкий, М.В. Луценко, В.С. Калина // Обладнання та технології харчових виробництв. Збір. наук. праць, Донецьк.: ДонНУЕТ, 2013 (відправлено до друку).

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664.642.2.:635.621 - 153

КУЧЕРЯВЕНКО И.М., аспирант, ВЕРШИНИНА О.Л., канд. техн. наук ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», РЖАНАЯ ЗАКВАСКА С ПРИМЕНЕНИЕМ МУКИ ИЗ СЕМЯН ТЫКВЫ

Исследована возможность и целесообразность использования муки, полученной из семян тыквы сорта «Голосемянная», при культивировании ржаных заквасок. Приведены результаты исследования влияния различных дозировок муки, полученной из семян тыквы, на изменение количественного и качественного состава заквасочной микрофлоры ржаной симбиотической естественной закваски в процессе созревания.

Ключевые слова: мука, полученная из семян тыквы, ржаная закваска, ржаная мука, микрофлора ржаной закваски.

Possibility and expediency of the use of the flour got from the seed of pumpkin of sort «Holosemyannaya» are investigational, at cultivation of rye ferments. Results over of research of influence of dosages of the flour got from the seed of pumpkin are brought, on the change of quantitative and quality composition of fermented microflora of rye symbiotic natural ferment in the process of ripening.

Keywords: the flour got from the seed of pumpkin, rye ferment, rye-flour, microflora of rye ferment.

В последнее десятилетие произошли существенные изменения в структуре ассортимента хлебопекарной продукции, вырабатываемой в России. В эти годы заметно возросла доля хлебопекарной продукции, вырабатываемой предприятиями малой мощности (пекарнями), что наряду с положительными явлениями (экономическими и социальными), несет в себе и ряд новых проблем. К числу нежелательных последствий, связанных с уменьшением доли продукции, вырабатываемой крупными хлебозаводами, следует отнести сокращение производства изделий из ржаной и смеси ржаной и пшеничной муки.

В промышленном хлебопечении работают квалифицированные технологи, используются специализированные современные технологические линии для выработки ржаного и ржано-пшеничного хлеба, применяются современные технологии с использованием биологических заквасок, которые готовятся с использованием чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Все эти факторы обеспечивают производство ржаного хлеба высокого качества с привычной для российского потребителя органолептикой (вкусом и ароматом).

В пекарнях, которые оснащены, как правило, исключительно оборудованием для выработки изделий из пшеничной муки, вырабатывать ржаной хлеб с традиционными свойствами, приятным кисловатым вкусом и специфическим душистым ароматом достаточно трудно. Причины этих трудностей заключаются в конструктивных особенностях оборудования, используемого в пекарнях, отсутствии необходимых производственных площадей, невозможности применить сложные технологии, отсутствию квалифицированных специалистов [1, 2].

Известно, что качество ржаного хлеба в значительной степени зависит от биотехнологических свойств используемых заквасок и качества муки. Ржаные и ржано-пшеничные сорта хлеба традиционно готовятся на густых и жидких ржаных заква-

сках, выведенных на чистых культурах микроорганизмов по трехфазной схеме разводочного цикла и поддерживаемых непрерывно путем периодического освежения. Реализовать такую сложную промышленную «заквасочную технологию» в условиях маломощных пекарен практически невозможно. Остается возможность получения заквасок по упрощенной схеме из природных (диких) видов микроорганизмов ржаной муки.

Первым этапом исследований было определение количественного и качественного состава микрофлоры ржаной обдирной муки с целью установления практической возможности получения производственной ржаной закваски путем выявления биологического и технологического потенциала природных видов микроорганизмов ржаной муки. Лабораторные исследования по исследованию микрофлоры ржаной муки проводили в соответствии с требованиями действующих стандартов и специальных методик микробиологии [6, 7].

Как показали исследования, микрофлора ржаной муки содержит жизнеспособные клетки бактерий (кокков, споро- и неспорообразующих палочек) и микроскопических грибов (дрожжевых и плесневых). Среди бактерий преобладали молочнокислые палочки рода *Lactobacillus*, грибная микрофлора преимущественно состояла из хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Кроме основных групп бактерий и дрожжей в ржаной муке были обнаружены: беспоровая травяная палочка – *Ergwinia herbicola*, короткие цепочки шаровидных клеток бактерий рода *Streptococcus*, а также клетки селеной палочки (*Bacillus subtilis*) и микроскопических грибов родов *Rhizopus*, *Aspergillus* и *Penicillium* [4, 5].

На основе полученных результатов на кафедре Технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства Куб ГТУ впервые была выращена ржаная симбиотическая естественная закваска (PCEЗ), включающая природные виды молочнокислых бактерий и дрожжей, а также сопутствующие им группы микроорганизмов. Закваску получали путем смешивания ржаной обдирной муки с питьевой водопроводной водой в соотношении (1:1) при температуре 20 °С. Через 24 часа наблюдали признаки бродильной активности. Биомасса закваски имела губчатую структуру и легкий спиртовый запах. Закваску подпитывали смесью из ржаной муки и воды в соотношении 1:1. Через 24 часа после освежения объем биомассы закваски увеличился в объеме в 2 раза и при этом она приобрела воздушную, пышную, пористую структуру (за счет выделения углекислого газа), спиртовый запах усилился и добавились оттенки острых запахов органических кислот (молочной, уксусной, яблочной, щавелевой, муравьиной и др.). Процесс приготовления спелой (готовой к использованию) закваски с периодической подпиткой продолжался в течение пяти суток.

Качество спелой закваски определяли по следующим показателям: титруемая кислотность, подъемная сила и продолжительность брожения. Кислотность полученной закваски составляла 11 градусов. Подъемная сила закваски составила 24 минуты (этот показатель для ржаных заквасок не должен превышать 30 мин), а продолжительность брожения составила 180 мин. Таким образом, полученная PCEЗ по своим микробиологическим и технологическим показателям не уступает производственным ржаным закваскам, полученным на основе чистых культур дрожжевых грибов (ДГ) и молочнокислых бактерий (МКБ).

Вторым этапом исследований было определение изменения количества основных микроорганизмов в процессе созревания закваски. Исследовали следующие стадии производственного цикла: 1) при освежении закваски питательной смесью; 2) на пике бродильной активности; 3) в полностью выброженной закваске.

Исходную закваску, содержащую дрожжевые грибы в количестве $2,7 \times 10^8$ КОЕ/г и молочнокислые палочки соответственно – $5,8 \times 10^9$ КОЕ/г, подпитывали питательной смесью, состоящей из ржаной обдирной муки и водопроводной питьевой воды, влажностью 65 %. На пике бродильной активности количество дрожжевых грибов достигло $3,0 \times 10^9$ КОЕ/г, а молочнокислых бактерий – $1,7 \times 10^{11}$ КОЕ/г. То есть соотношение количества клеток дрожжевых грибов и молочнокислых бактерий достигло 1:56, что соответствует составу производственных заквасок для ржаного и ржанопшеничного хлеба, приготовленного на чистых культурах дрожжей и молочнокислых бактерий. В полностью выброженной закваске количество микроорганизмов составило: дрожжевых грибов – $5,0 \times 10^8$ КОЕ/г, молочнокислых бактерий – $2,7 \times 10^9$ КОЕ/г, то есть 1:54.

В результате проведенного эксперимента было установлено, что количество дрожжевых грибов в закваске при созревании возрастает в 10 раз, а затем снижается к концу ее брожения примерно в шесть раз. Активность же молочнокислых бактерий и возрастает и снижается быстрее (почти в 30 и 60 раз соответственно).

Таким образом, микрофлора ржаной закваски представляет собой естественные ассоциации кислотообразующих молочнокислых бактерий и дрожжевых грибов. Основным источником питательных веществ для жизнедеятельности бродильной микрофлоры является ржаная мука. Известно, что дрожжи и молочнокислые бактерии являются наиболее активно усваивающими сахаросодержащие субстраты. Кроме того, они остро нуждаются в азотистом питании, витаминах и стимуляторах роста. Культивирование активной бродильной микрофлоры закваски на питательной среде, в состав которой входит только ржаная мука не может быть в полной мере обеспечена всеми необходимыми пи-

тательными веществами. Поэтому в качестве дополнительного питания использовали новую добавку для обогащения питательной среды и повышения бродильной активности микрофлоры заквасок, в состав которых входят не только сахаросодержащие компоненты, но и другие биологически активные вещества. В качестве обогащения питательной среды использовали муку, полученную из семян тыквы сорта Голосеменная.

В проведенных ранее исследованиях было установлено положительное влияние продуктов переработки семян тыквы, вносимых в тесто, на органолептические и физико-химические показатели качества готовой продукции [3].

Приготовление закваски – один из наиболее важных этапов производства ржаного и ржанопшеничного хлеба. Поскольку это довольно длительный процесс, то целесообразным явилось исследование влияния муки, полученной из семян тыквы сорта Голосеменная (МТ), на микрофлору PCEЗ и процессы, протекающие при производстве закваски.

Для этого предварительно была исследована микрофлора тыквенной (МТ). В 1 г тыквенной муки были обнаружены дрожжевые грибы и бактерии в количестве соответственно 1500 и 60 клеток. Для определения влияния МТ на микрофлору закваски в производственном цикле добавку вносили в закваску в количестве от 10 до 20 % от массы муки, вносимой в закваску. При этом влажность закваски уменьшилась с 70 % до 68 %, что привело к снижению вязкости, улучшению транспортабельности и точности ее дозирования. В качестве контроля служил стандартный образец ржаной закваски без внесения МТ. Лучшая по совокупности органолеп-

тических и физико-химических показателей PCEЗ была получена при дозировке МТ в количестве 10-15 % от массы муки. При этом интенсивность кислотонакопления по сравнению с контролем увеличилась в 1,5 раза, подъемная сила повысилась на 26 %. Возможно, благоприятный состав обогащенной питательной среды способствовал повышению активности бактериальной микрофлоры в вариантах с оптимальными дозировками, что способствовало увеличению кислотности по сравнению с контрольным образцом. При общем увеличении количества клеток дрожжей и МКБ соотношение между этими группами микроорганизмов сохранялось на уровне контроля. Результаты исследований представлены в таблице.

Таким образом, повышение биотехнологической активности дрожжей и молочнокислых бактерий в образцах PCEЗ с внесением МТ показало, что оптимальными дозировками, которые обеспечивают симбиотическое развитие как дрожжевой, так и молочнокислой микрофлоры является 10 и 15 % МТ от массы муки, это обусловило внесение в закваску дополнительных питательных веществ, позволивших сбалансировать соотношение необходимых для жизнедеятельности бродильной микрофлоры компонентов.

В связи с этим практический интерес представляет применения муки из семян тыквы сорта Голосеменная, которая позволит обогатить питательную смесь для культивирования ржаных заквасок необходимыми веществами, и как следствие повысить их биотехнологические показатели качества, интенсифицировать технологический процесс и улучшить качество готовой продукции.

Таблица
Влияние муки, полученной из семян тыквы, на микрофлору ржаной симбиотической естественной закваски

Наименование показателей ржаной естественной симбиотической закваски	Ржаная естественная симбиотическая закваска			
	Контроль	Дозировка муки, полученной из семян тыквы (МТ), % к массе ржаной муки		
		10	15	20
Количество клеток дрожжевых грибов, КОЕ/г:				
- в начале брожения	$2,7 \times 10^8$	$5,2 \times 10^8$	$4,2 \times 10^9$	$2,3 \times 10^9$
- на пике бродильной активности	$3,0 \times 10^9$	$5,6 \times 10^9$	$1,8 \times 10^{10}$	$4,0 \times 10^9$
- в конце брожения	$5,0 \times 10^8$	$2,8 \times 10^9$	$3,2 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$
Количество клеток МКБ, КОЕ/г:				
- в начале брожения	$5,8 \times 10^9$	$2,6 \times 10^{10}$	$2,2 \times 10^{11}$	$1,0 \times 10^{10}$
- на пике бродильной активности	$1,7 \times 10^{11}$	$3,6 \times 10^{11}$	$9,0 \times 10^{11}$	$2,0 \times 10^{11}$
- в конце брожения	$2,7 \times 10^9$	$3,5 \times 10^{10}$	$4,3 \times 10^{10}$	$7,6 \times 10^9$

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, проект 4.1897.2011

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аношкина, Г. Производство хлеба из ржаной и смеси ржано-пшеничной муки [Текст] // Хлебопродукты. – 2001. - №1. – С. 23-25.
- Кузнецова, Л. Технология и ассортимент ржаного хлеба [Текст] // Хлебопродукты. – 2005. - №1. – С. 32-33.
- Кучерявенко, И.М. Влияние тыквенного жмыха на качество ржано-пшеничного хлеба [Текст] / И.М. Кучерявенко, О.Л. Вершинина, Е.Н. Киктенко и др. // Изв. Вузов. Пищевая технология. – 2012. - № 1. – С. 39-40.
- ГОСТ 10444.11-88 Продукты пищевые. Метод определения молочнокислых микроорганизмов
- ГОСТ 10444.12-88 Продукты пищевые. Метод определения дрожжевых и плесневых грибов
- ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов
- ГОСТ Р ИСО 7218-2008 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Общие требования и рекомендации по микробиологическим исследованиям.

Отримано редакцією 11.2013 р.

ЦАРИК Н.П., керівник

Приватне підприємство «Грибна станція», Київ

КУЛЬТИВОВАНІ ГРИБИ В ГРИБІВНИЦТВІ ТА МЕДИЦИНІ. ОДИН З НАРИСІВ СИТУАЦІЇ В УКРАЇНІ

Дано короткий огляд ситуації в Україні у грибовництві та щодо виробництва біологічно активних речовин з грибної сировини. Грибовництво як частину сільського господарства в Україні можна вважати сформованою. Гриби є як їжа і як сировина для фармацевтичних виробництв. Надано приклади наукових доробок вітчизняних мікологів, біотехнологів для майбутніх фармацевтичних виробництв України. В числі цих доробок перспективні природні ізоляти грибів флори України. Визнано, що грибні препарати менш затребувані в медицині України ніж рослини, хоча грибні препарати також є перспективними. Для подальшого розвитку виробництв грибної продукції потрібне внесення культивованих їстівних грибів до складу офіційних дієт України.

Ключові слова: гриби, культивування, продуценти БАР, дієтотерапія.

It was given the short review of Ukraine's situation in mushroom growing and in mushroom biological active substance production. It can be considered that mushroom growing is formed as the branch of Ukrainian agriculture. There are mushrooms as food and as raw for pharmaceutical productions. It is given examples of scientific achievements of domestic mycologists, biotechnologists for future Ukrainian pharmaceutical productions. Among them the perspective nature isolates from Ukrainian flora mushrooms. It is recognized that mushroom preparations are less required in Ukraine's medicine, that plant preparations. But mushroom preparations are perspective too. It is needed the including of edible cultivating mushrooms to composition of Ukrainian official diets for further development of mushroom productions.

Keywords: mushrooms, cultivation, biological active substance producers, diet therapy.

В Україні на сьогодні є багато розробок технологій поверхневого та глибинного культивування макроміцетів, в тому числі їстівних грибів. Підґрунтям цьому були наукові вивчення, дослідження, що почалися і продовжуються передусім в київському Інституті ботаніки ім. М. Г. Холодного НАНУ [1]. А тепер культивування макроміцетів вивчають також в Донецькому Національному уні-

верситеті, київському університеті імені Тараса Шевченка, Одеському національному університеті та в інших структурах. В світі добре вивчені лікарські властивості їстівних культивованих грибів.

Проте в нас поки що невелика можливість реалізації вітчизняного наукового потенціалу у сфері виробництва біологічно активних речовин (БАР) з лікарських макроміцетів. Однією з причин цього є те, що дана сфера високотехнологічна і тому потребує більш розвинутого стану економіки загалом.

Мета статті - описати ситуацію, що є в українській сучасності стосовно грибовництва та виробництва БАР з грибної сировини, для того, щоб сприяти скорішому розвитку вітчизняного фармацевтичного виробництва грибних препаратів (зокрема на базі грибовництва).

Культивовані гриби в грибовництві

Насьогодні вже очевидно, що вирощувати гриби – рентабельна справа, хоч потребує напруженої праці. Для початківців в інтернеті навіть є безкоштовний «Бізнес-план для вирощування глив» на сайті Золочівської районної держадміністрації Львівської області. Але при наданні безкоштовних фахових знань у грибовництві треба бути відповідальними, бо таке консультування може нашкодити невеликим фірмам, які консультують не безкоштовно, а заробляють цим. Наприклад безкоштовні консультації по вирощуванню грибів організувала в Дніпропетровську Соціалістична партія України у 2000 році (газета «День», 21 липня 2000 р., №129). Але ж не є діяльністю політичної партії вчити виробництву і для прибуткового бізнесу потрібні не додаткові безкоштовні консультації, а перш за все суттєва фінансова допомога від держави.



Рис. 1. Грона плодів тіл *Pleurotus ostreatus* на стадії розвитку на дослідному субстраті з соснової тирси

Виробники грибів України мають велику базу наукових знань, здобутих науковцями різних наукових закладів для удосконалення виробництв. Наприклад, М. П. Гуліч зі співавторами пропонують вперше ними розроблений варіант збагачення мінеральними речовинами біомаси таких грибів як *P.*

ostreatus, *G. lucidum*, *C. sinensis*, *C. militaris* [2]. Т. А. Круподьорова і В. Ю. Барштейн встановили, що для деяких грибів (*Flammulina velutipes*, *Pleurotus ostreatus* та інші) можна використовувати як субстрат відходи макаронного виробництва (биту вермішель), відхід борошномельного виробництва

(крупку), відхід рослинництва (CO₂-шрот амаранту) [3]. Одним з дослідних варіантів субстрату для *Pleurotus ostreatus* може бути також соснова тирса, пробне використання якої було проведено у ПП «Грибній станції». Соснова тирса була перемішана з свіжим козиним гноєм (приблизно 3:1), злегка зволожена і витримана 4 місяці і 10 днів. Даний рецепт потребує ґрунтового удосконалення, але є одним з випробувань соснової тирси для вирощування гливи (рис. 1).

Можна сказати, що галузь грибовництва в Україні вже сформовано. Є виробники посівного міцелію, виробники субстрату, виробники плодівих тіл. Є фірми-консультанти. Є асоціація, яка опікується всіма грибовиробниками – «Союз грибовиробників України». За даними цієї асоціації на ринку України станом на 2011 рік функціонувало вже 200-230 грибних підприємств, серед яких 30 % - дрібні та приватні [4]. Отже разом з грибами як їжею, в Україні є і грибна сировина для фармацевтичних виробництв (наприклад для виробництва дієтичних добавок).

Культивовані гриби в медицині. В Україні серед препаратів природнього походження грибні препарати (або фунгопрепарати) відіграють поки що незначну роль у медичному застосуванні. В нашій фармації переважає розробка та виробництво препаратів з рослинної сировини. Але не менш потрібна увага і до фунгопрепаратів.

Відоме широке застосування фунгопрепаратів в деяких країнах (особливо в Східній Азії). В Україні з 2008 року в МОЗ зроблено три позитивних санітарно-епідеміологічних висновки стосовно реалізації дієтичних добавок на основі грибного бета-глюкану словацької компанії «Natures s.r.o.». Препарат лентинан (на основі плодівих тіл *Lentinus edodes*) ще не зафіксований в директивних документах МОЗ, але можливо скоро це відбудеться. Принаймні, Інтернет Аптека (www.amnu.kiev.ua) на запит «лентинан» повідомляє, що дана сторінка знаходиться на стадії розробки.

Фунгопрепарати як і фітопрепарати є перспективними. Так, В.Д. Лукьянчук зі співавторами з Луганського державного медичного університету радять лікарям-практикам використовувати для терапевтичних заходів по імунотерапії дієтичну добавку Імунікс (виробництво «ІХХ pharma», Бельгія). Ця добавка містить β-1,3/1,6-глюкан з екстракту *Pleurotus ostreatus* [5]. Ці автори зауважили, що β-1,3/1,6-глюкани є багатомодульними модуляторами біологічної активності організму з імунотерапевтичним потенціалом. Це дозволяє використовувати препарати на їх основі для лікування і профілактики багатьох хвороб.

Порівняно з продуктами хімічного синтезу фунгопрепарати є менш токсичними при застосуванні у медичній практиці, але ефективними. Таку перевагу можуть мати і біосинтетичні препарати ловастатину, вміст якого у грибах (*Hypsizygus*

marmoratus, *Morchella esculenta*) вже знайдено і досліджується [6]. Ловастатин, який застосовують зараз (наприклад виробника ВАТ «Київмедпрепарат»), є допомогою у лікуванні, але має ряд недоліків. Побічні ефекти цього препарату можуть бути з боку травної системи, з боку нервової системи, опорно-рухового апарату, органів кровотворення, органів чуття та інші. Також препарат має не одне протипоказання.

Для фармакологічних потреб України у лабораторії біохімії та біотехнології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ були виділені перспективні види грибів з числа тих, що зустрічаються в Україні [7]. Це природні ізоляти *Coriolus versicolor*, *Coriolus hirsutus*, які можуть бути потенційними продуцентами полісахариду коріолан. Це гаплонти *Tremela mesenterica*, що можуть бути продуцентами позаклітинного полісахариду з лікарськими властивостями. А от стосовно біотехнологічного виробництва в Україні лентинану з *Lentinus edodes*, то вчені даної лабораторії в 1996 році прийшли до висновку, що таке виробництво ще передчасне. Це актуально і зараз. Цей далекосхідний за походженням лікарський гриб доцільніше вживати просто як їжу або отримувати лентинан з його плодівих тіл, які вже вирощують в Україні, хоча у меншій кількості ніж шампіньон і гливу. Виробництво *Lentinus edodes* більш капіталомістке.

Важливими продуцентами β-D-глюканів при глибинному культивуванні є *Schizophyllum commune* Fr. та *Grifola frondosa* (Dicks: Fr.) S.F. Gray. На їх основі у світі отримують протипухлинні засоби Sonifilan, SPY та Schizophyllan, грифолан, грифрон. Види *S. commune* та *G. frondosa* є і в флорі України. З їх природних ізолятів відібрані перспективні для біотехнології штами [8].

Науковці Донецького національного університету пропонують перспективні штами для біосинтезу антиоксидантних оксидоредуктаз [9]. Як продуценти пероксидази - це деякі штами *Agrocybe aegerita*, *Flammulina velutipes*, *Pleurotus ostreatus*, *Fistulina hepatica*. Як продуценти каталази – один штам *Flammulina velutipes*.

При вирощуванні макроміцетів для медичних цілей слід враховувати те, що на якість їх лікарських властивостей може впливати склад субстрату і умови культивування. Так, С.Л. Мірощ з співавторами встановили, що при вирощуванні на різних субстратах *Ganoderma lucidum* (Curtis: Fr.) P. Karst відбуваються зміни на ферментативному рівні [10]. Про це свідчила різна кількість ізоформ з різною експресивністю маркерного фермента карбоксилестери отримана за допомогою метода електрофоретичного розподілу в поліакриламідному гелі на рідких середовищах наприклад з гречаним чи вівсяним борошном, а також на зерні пшениці, вівса та ячменя. Н.О. Заколесник та О.В. Кузнецова встановили, що на здатність міцелію гливи звичайної до біосинтезу білків при культивуванні на рід-

ких середовищах позитивно впливає застосування такої біогенної добавки як молочна сироватка [11].

Біомаса чи плодове тіла лікарських макроміцетів можуть бути складниками біологічно активних добавок (БАДів). БАДи – це безрецептурні засоби. Якщо вони розповсюджуються за системою багаторівневого маркетингу, це може бути небезпечно, бо розповсюджені зацікавлені якомога більше продати своєї продукції. Вони можуть не вірно рекламувати її, бо не мають кваліфікації та практики лікарів (Вікіпедія). Це завдає іноді великої шкоди хворим в результаті передозування.

Але не тільки у багаторівневному маркетингу є зацікавленість якомога більше продати зокрема фармацевтичних препаратів. Розвиток промислових відносин вимагає прибутковості будь-якого виробництва. Для цього потрібно зокрема зменшувати собівартість продукції, що досягається передусім збільшенням обсягу продукції. Але для фармацевтики, можливо, були б затребувані і малопотужні виробництва. Якщо заглянути в історію фармацевтичної Галичини, то на ранньому етапі розвитку фармацевтичної промисловості там, як і в Європі декількома роками раніше, був феномен малих виробництв для місцевих потреб – аптечні лабораторії [12]. Наприклад у XIX ст. у Львові була приватна аптека «Під чорним орлом». Вона мала ліцензію на виготовлення запатентованих французьких ліків. Але одержувати хімічно чисті речовини малі лабораторії звичайно ж не були спроможні хоча б через потребу в складному обладнанні.

Створення в Україні ринку виробництва БАР великою мірою залежить від наявності дієвої правової інфраструктури яка б захищала біотехнології БАР, бо вони наукоємні, вони є результат багаторічної праці багатьох фахівців. Суспільство має усвідомлювати це і берегтись від крадіжок виробничої інформації.

Висновок

Чи сприятливе буде майбутнє для українських виробників грибів і біологічно активних речовин з грибів – залежить певною мірою від діяльності Міністерства охорони здоров'я України. Тому що поки ще нема культивованих грибів в сучасних офіційних дістах України. Шампіньони та глива мають вже всі законні підстави щодо їх вирощування, але ще не включаються в Україні наприклад до раціоналів лікарень МОЗ. В довіднику харчових продуктів спільної дієтичної програми Українського науково-дослідного інституту харчування і вінницької ком-

панії «Агрософт» є по-старинці лише дикорослі гриби (програма АГ-харчування, www.nipitan.com.ua). У книзі про дієтичне харчування шанованих медиків Т.Д. Никули та А.Д. Тодоренка грибів в дістах нема взагалі [13]. Але це зрозуміло, бо культивовані гриби відносно недавно з'явилися в Україні.

Перехід у харчуванні українців з дикорослих на культивовані гриби потрібен і тому, що в нашій флорі є смертельно отруйні гриби, які на жаль помилково вживаються іноді людьми. Про небезпеку від отруйних грибів постійно застерігають українські медики, мікологи.

Відомо, що гриби важко перетравлюються, порівняно з іншими продуктами. Але важке перетравлення - не обов'язково шкідливе. Адже їстівні гриби мають багато лікарських властивостей. Так, вчені Л.С. Гураль зі співавторами дослідили некондиційну сировину печериць у модельній системі шлунково-кишкового тракту і встановили, що дана сировина в значній мірі розщеплювалась ферментами. А її негідролізований біополімерний комплекс виявив властивості ентросорбентів [14].

Гриби мають низький глікемічний індекс (≤ 40). Цей індекс характеризує вплив харчових продуктів, що містять вуглеводи, на рівень глюкози в крові (Вікіпедія). Завдяки низькому глікемічному індексу Н. В. Харченко зі співавторами врахували гриби при виборі продуктів харчування для дієтології хворих на неалкогольний стеатогепатит, поєднаний з хронічним панкреатитом та цукровим діабетом 2-го типу. Лікувальний комплекс із застосуванням пропонованого дієтичного харчування сприяв нормалізації маси тіла і був рекомендований до клінічного використання [15].

Визнання культивованих грибів повноправними складниками дієт очікується і по іншій причині: у світі культивовані їстівні гриби вивчаються як можливі компоненти їжі для людини у довготривалих космічних польотах. А в нас ще не затверджені вони як компоненти «земної» їжі (компоненти дієт).

В цілому, ситуацію в Україні стосовно культивування їстівних грибів можна охарактеризувати позитивно. А от для відчутного розвитку фармацевтичних виробництв мабуть має ще пройти час. Також хочеться сподіватись, що невдовзі зросте зацікавленість наших медиків, фармакологів грибними лікарськими речовинами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дудка, І.А. Гриби [Текст] / І.А. Дудка, С.П. Вассер // Справочник миколога и грибника. – К.: Наукова думка, 1987. – 536 с.
2. Цитрати біогенних металів — перспективне джерело збагачення їстівних та лікарських грибів мінеральними речовинами [Текст] / М.П. Гуліч, Н.А. Бісько, В.Г. Каплуненко [та ін.] // Environment & Health. Довкілля та здоров'я. – 2012. – №1(60). – С. 75-80.
3. Круподьорова, Т.А. Альтернативні субстрати для культивування лікарських та їстівних грибів [Текст] / Т.А. Круподьорова, В.Ю. Барштейн // Мікробіологія і біотехнологія. – 2012. – №1(17). – С. 47-56.
4. Нестеренко, Н. Виробництво і споживання культивованих грибів в Україні [Текст] // Товари і ринки. – 2011. №2 (12). – С.61-68.
5. Лукьянчук, В.Д., Бета-глюканы как основа создания средств иммуномодулирующего действия [Текст] / В.Д. Лукьянчук, Е.М. Мищенко, М.Н. Бабенко // Український медичний часопис. – 2011. – № 5 (85) – IX/X. – С. 92 – 93.
6. Comparative Study of Contents of Several Bioactive Components in Fruiting Bodies and Mycelia of Culinary-Medicinal Mushrooms [Text] / Yu-Chang Lo, Shin-Yi Lin, Enkhjargal Ulzijjargal [et al.] // Intern. J. of Med. Mushrooms. – 2012. – V.4, Is. 4. – P. 357 – 363.

7. Даниляк, М.І. Лікарські гриби. Медичне застосування та проблеми біотехнології [Текст] / М.І. Даниляк, С.В. Решетников // Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАНУ. – К.: 1996. – 64 с.
8. Ліновецька, В.М. Ріст та біосинтетична активність *Grifola frondosa* (Dickes: Fr.) S. F. Gray та *Schizophyllum commune* Fr. (Basidiomycota) в глибинній культурі [Текст] / В.М. Ліновецька, А.С. Бухало // Укр. ботан. журн. – 2008. – т. 65, №5. – С. 104 – 112.
9. Волошко, Т.Є. Скринінг штамів базидіоміцетів за активністю антиоксидантних оксидоредуктаз [Текст] / Т.Є. Волошко, О.В. Федотов // Мікробіологія і біотехнологія. – 2011. – №4(16). – С. 69 – 81.
10. Експресивність ізоформ карбоксилестерази *Ganoderma lucidum* (Curtis.: Fr.) P. Karst за культивування на середовищах різного складу [Текст] / С.Л. Міресь, Л.Ф. Дьяченко, Н.С. Бобрешова [та ін.] // Мікробіологія і біотехнологія. – 2011. – №2(14). – С. 34 – 40.
11. Заколесник Н.В., Кузнецова О.В. Оптимізація живильних середовищ при глибинному культивуванні вищих базидіоміцетів Наукові вісті НТУУ «КПІ» № 3 2006 С. 118 – 122.
12. Бенюх Н.Ф. Історія фармацевтичної Галичини (XIII-XX ст.) // Львів, 1999. – 216 с.
13. Никула Т.Д., Тодоренко А.Д. ХАРЧУВАННЯ ЛЮДЕЙ (раціональне і дієтичне). – Київ: Задруга, 2007. – 220 с.
14. Гураль, Л.С. Склад та функціонально-фізіологічні властивості біополімерного комплексу печериць [Текст] / Л.С. Гураль, Н.К. Черно, О.В. Нікітіна // Харчова наука і технологія. – 2011. – №1(14). – С. 31 – 35.
15. Харченко, Н.В. Особливості дієтології хворих на неалкогольний стеатогепатит, поєднаний з хронічним панкреатитом та цукровим діабетом 2-го типу [Текст] / Н.В. Харченко, Г.А. Анохіна, І.С. Михайліченко // Фітотерапія. Часопис. – 2009. – №4. – С. 51 – 54.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 621.565; 621.560

ЖИХАРЄВА Н.В., канд. техн. наук., старший викладач

Одеська національна академія харчових технологій

Інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Розроблена математична модель процесів тепломасообміну в штабелі рослинної продукції при холодильному зберіганні, з врахуванням залежності усушки продукту від величини витрати повітря для кожної конкретної схеми організації руху повітря у вантажному відсіку камери та для різних комбінацій температурно-вологісних параметрів вентиляючого повітря, враховуючи зону відпрівання.

Ключові слова: моделювання, тепломасообмін, тепло дихання, усушка продукту, витрата повітря.

A mathematical model of the processes the heat - and mass transfer in stacks plant products in cold storage, in view of the product shrinkage depending on the size of the air flow to each individual schemes of air movement in the cargo bay cameras and for different combinations of temperature and humidity parameters air and heat-humidity storage conditions.

Keywords: modeling, heat and mass transfer, warm breath, shrinkage of the product, the air flow.

Повноцінне харчування, серед інших чинників – екологічно-безпечний стан довкілля, достатній економічний, побутовий, культурний рівень життя усіх соціальних груп населення тощо, займає провідне місце в забезпеченні здоров'я нації.

Проведені дослідження теплофізичних процесів в штабелі продукції при вентиляванні повітряним потоком дали можливість вирішити задачу по створенню економної енергозберігаючої технології холодильного зберігання соковитої рослинної сировини, з урахуванням коливань зовнішніх теплопритоків з навколишнього середовища [1,2,3].

Створення оптимізованої системи охолодження повинно базуватись на математичному дослідженні процесів тепло- та масообміну в штабелі плодоовочевої продукції, визначенні формування теплових полів та поля парціального тиску пари по висоті штабеля, аналізі зони відпрівання.

Важливим питанням, що впливають істотно на збереженість плодів при зберіганні, є вибір типу тари, методів штабелювання вантажу і схеми розташування вантажних штабелів у камері.

Серед різноманітних способів повітродозподілу при зберіганні плодів і овочів у тарі або у вигляді насипу вважається насприйнятливішим активне вентилявання, оскільки при інших способах повітродозподілу процес рівномірної роздачі повітря до елементів продукції некерований, він залежить від щільності затарювання з неминучими зазорами між елементами штабеля.

Для визначення науково обґрунтованих оптимальних параметрів зберігання проведені додаткові теоретичні дослідження процесів тепло- і вологообміну при зберіганні продукції на основі їхнього математичного моделювання.

На підставі теоретичних досліджень створена комплексна математична модель холодильного зберігання плодоовочевої продукції. Ця модель ураховує не тільки теплофізичні аспекти, але також впливає на фактори по мінімізації змінної частини зведених витрат, які пов'язані з витратами енергії та води [4].

В основу теплофізичної складової моделі покладені оптимальні параметри зберігання, які забезпечують мінімальні природні витрати при тривалому зберіганні плодоовочевої продукції. Визначення оптимальних параметрів зберігання рослинної сировини при активному вентиляванні базується на математичній моделі процесів тепло- і масообміну в штабелі продукції.

Обов'язковою вимогою до охолоджуючих систем є підтримання встановлених оптимальних тепловологісних умов у штабелі продукції. Це досягається в першу чергу завдяки теплозахисній повітряній сорочці біля конструкції огороження камери зберігання (рис. 1).

Однорідність і стабільність тепловологісних умов у штабелі рослинної продукції – необхідна умова її тривалого зберігання. Неминуча нерівно-

мірність і нестабільність тепловологісних полів за рахунок зовнішніх теплоприпливів через огороження камери зберігання не можуть бути кількісно оцінені без теоретичного опису тепловологісних полів у масі продукції при активній її вентиляції холодним повітрям.

Математичний опис процесів тепло- і масообміну при зберіганні плодоовочевої продукції базується на рівняннях теплового і матеріального балансу для елементарного прошарку штабеля продукції.

Виділивши по висоті штабеля елементарний горизонтальний шар висотою dx складене для нього рівняння теплового балансу (нехтуючи теплоприпливами до бічної поверхні штабеля), що встановлює рівність між теплом, втраченим продукцією в цьому прошарку за одиницю часу, і теплом, набутим повітрям за той же час при безпосередньому підвищенні його температури і вологовмісту за рахунок проникнення в нього пари в результаті випарювання води з поверхні продукції

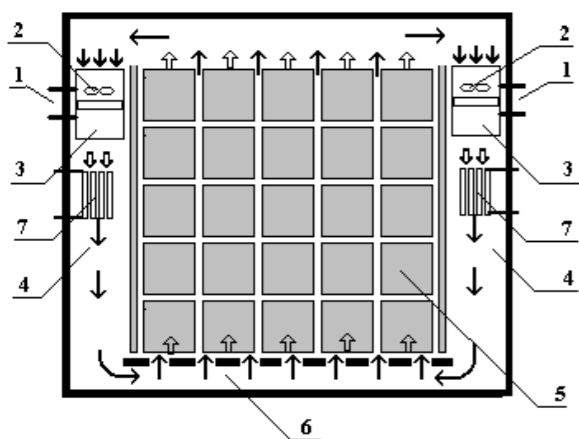


Рис.1. Схема камери з теплозахисною повітряною оболонкою 1 - трубопроводи холодоагента; 2 - вентилятор; 3 - повітроохолоджувач; 4 - теплозахисна повітряна сорочка; 5 - штабель продукції; 6 - система повітропроводів у підлозі камери; 7 - плівкові зволожувачі

Математичне описання процесів тепло- та масообміну в штабелі продукції з урахуванням зони відпрівання описується наступною системою диференціальних рівнянь:

$$\lambda_0 \frac{d^2 t_s}{dx^2} + \rho_n \cdot q_0 \cdot \exp(b_s \cdot t_s) = \alpha \cdot F_n \cdot (t_s - t_r) + \beta_p \cdot \varepsilon_f \cdot r \cdot F_n (p'' - p) \quad (1)$$

$$\varepsilon \cdot C_p \cdot \rho_r \frac{dt_z}{dx} = \alpha \cdot F \cdot (t_s - t_z) \quad (2)$$

$$\frac{0,623}{p_B} \frac{dp}{dx} = \beta_p \frac{\varepsilon_f F_n}{\varepsilon V \rho_r} (p'' - p) \quad (3)$$

Граничні умови на вході та виході зі штабеля мають вигляд:

$$\text{на вході - при } x = 0: \quad t_r = t_0, \quad \lambda_0 \frac{dt_s}{dx} = \alpha \cdot (1 - \varepsilon) \cdot (t_s - t_0), \quad p = p_0; \quad (4)$$

на виході - при $x = h$:

$$\lambda_0 \frac{dt_s}{dx} = \alpha_h \cdot (1 - \varepsilon) \cdot (t - t_s), \quad (5)$$

тут q_0 – питома теплота дихання при 0°C , Вт/кг; p – парціальний тиск водяної пари, Па; p'' – тиск насиченої пари, Па; t_s, t_z – температура сировини та повітря, $^\circ\text{C}$; P_B – барометричний тиск, Па; λ_0 – ефективна теплопровідність насипу сировини, Вт/(мК); ρ , – густина, кг/м³; C_p – теплоємність повітря при постійному тиску, Дж/(кгК); α_h – коефіцієнт, моделюючий тепловіддачу при змішуванні теплового потоку повітря, що виходить зі штабеля з холодним повітрям камери зберігання; ε – пористість насипу сировини; ε_f – масообмінна характеристика, що представляє частку поверхні елемента сировини, що бере участь у масообміні; β_p – коефіцієнт масовіддачі, кг/(м²Па·с).

Коефіцієнти теплопровідності λ_0 та тепловіддачі α для насипу сировини визначаються відповідно до формул Зенера-Бауера і Гнелинського, що експериментально встановлені для щільно упакованого сферичного шару з рухливим газом [5].

$$\lambda_0 = \sqrt{1 - \varepsilon} \cdot [\lambda_s \cdot \varphi + (1 - \varphi) \cdot \lambda_s^*] \quad (6)$$

$$\lambda_s^* = \frac{2\lambda_s}{p} \cdot \left[\frac{B}{p^2} \cdot \left(1 - \frac{\lambda_s}{\lambda_s^*} \right) \cdot \ln \frac{\lambda_s}{B \cdot \lambda_s^*} - \frac{B-1}{p} - \frac{B+1}{2} \right]; \quad (7)$$

$$\varphi = \frac{23\rho_k^2}{1 + 22\rho_k^{4/3}}, \quad \rho_k = \frac{d_k}{d}; \quad (8)$$

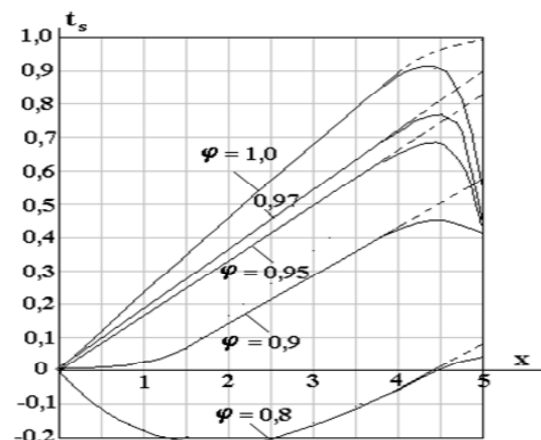


Рис. 2 Залежність температури продукції t_s по висоті насипу при різних значеннях відносної вологості — розрахунок, проведений враховуючи зону відпрівання; ---- розрахунок, проведений нехтуючи зоною відпрівання

де λ_s – теплопровідність сировини; λ_r – теплопровідність повітря, Вт/(мК); d – діаметр сировини, м; d_k – діаметр площі контакту, м;

$$p = 1 - B \frac{\lambda_s}{\lambda_s^*}, \quad B = 1,2 \cdot \left(\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} \right)^{10} \quad (9)$$

Коефіцієнт тепловіддачі α у щільноупакованому шарі визначається за формулою Гнелинського [2,4]:

$$Nu = (1 + 1,5 \cdot (1 - \varepsilon)) \cdot (2 + \sqrt{Nu_t^2 + Nu_r^2}) \quad (10)$$

$$Nu_t = 0,664 \sqrt{Re} \cdot \sqrt[3]{Pr};$$

$$Nu_r = \frac{0,037 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr}{1 + 2,443 \cdot Re^{-0,1} \cdot (Pr^{1/3} - 1)}; \quad (11)$$

У верхній частині насипу сировини тепло передається в навколишнє середовище, теплоперехід на виході зі штабеля здійснюється шляхом змішування теплового повітря, що піднімається догори через насип сировини, з більш холодним повітрям навколишнього середовища. Цей теплоперехід моделюється за допомогою коефіцієнта тепловіддачі α_h в граничній умові (5) при $x = h$.

Розв'язання задачі (1)-(5) про розподіл температурних полів і парціального тиску пари у вентиляційному повітрі має вигляд:

$$t_z(x) = t^* + \sum_{i=1}^4 C_i \exp(\lambda_i x);$$

$$t_s(x) = t^* + \sum_{i=1}^4 C_i t_i \exp(\lambda_i x); \quad (12)$$

$$p(x) = \frac{g_1}{b_2} t^* + \sum_{i=1}^4 C_i p_i \exp(\lambda_i x)$$

Постійні C_i, t_i, p_i визначаються з умов на вході в штабель, а t^* характеризують рівноважний стан системи.

$$\text{де } g_1 = c_2 b_s - b_2 n_p; \quad b_2 = \frac{\beta_p \varepsilon_f F_n r}{\lambda_0};$$

$$c_2 = \frac{\rho \cdot q_0}{\lambda_0}; \quad a_1 = \frac{\alpha F_n}{\varepsilon c_p \rho_s V} \quad (13)$$

$$p_i = \frac{1}{a_1 b_2} \cdot (a_1 g_1 + \lambda_i^3 + a_1 \lambda_i^2 + g_2 \lambda_i);$$

$$t_i = 1 + \frac{\lambda_i}{a_1}; \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (14)$$

Постійні C_i визначаються з умов (5), які можливо зависати наступним чином: при $x = 0 \quad t_r = t_0, \quad p = p_0,$

$$t_s' - k_0 t_s = -k_0 t_0, \quad k_0 = (1 - \varepsilon) \cdot \frac{\alpha}{\lambda_0}; \quad (15)$$

$$\text{при } x = h \quad t_s' + k_h t_s = k_h t_0, \quad k_h = (1 - \varepsilon) \cdot \frac{\alpha_h}{\lambda_0}.$$

Отриманий розподіл дозволив розрахувати оптимальні параметри зберігання, при яких природні втрати продукції мають мінімальні значення для заданої температури, враховуючи зону відпрівання.

Передбачається, що оптимальні умови забезпечуються такими характеристиками тепловологісного стану кондиціюючого повітря: температура повітря на вході в штабель продукції $t_0 = 0^\circ\text{C}$; перепад температур по висоті штабеля $\Delta t = 0,5^\circ\text{C}$; відносна вологість повітря на виході зі штабеля $\varphi(h) = 96\%$.

Визначен характер зміни температури продукції (яблука) по висоті насипу в залежності від початкової відносної вологості повітря. У верхній частині штабеля має місце зниження температури і підвищення відносної вологості повітря. При несприятливих умовах це приводить до конденсації вологи на поверхні продукції. Ця зона відома як зона відпрівання.

При розрахунку оптимальних способів зберігання рослинної сировини й охолоджуючих систем плодоовочесховищ основним показником є природні втрати, що визначається втратою вологи (усушкою) при холодильному зберіганні продукції.

Якісна оцінка впливу витрати повітря на умови холодильного зберігання продукту у першому наближенні може бути отримана із наступного теоретичного дослідження [2,6].

Величина потоку маси водяної пари від продукту до повітря в загальному випадку може бути виражена формулою:

$$W = \beta [p''(t_{np}) - p] \cdot F_n \quad (16)$$

де β, t_{np}, p, F_n – середні по об'єму камери значення.

Залежність тиску насиченої водяної пари від температури має вигляд:

$$p''(t_{np}) = \exp\left(K_1 - \frac{K_2}{t}\right), \quad (17)$$

де K_1, K_2 – емпіричні константи.

Замінюючи наближено приріст функції її диференціалом, для

Δt_{np} – зміна температури поверхні продукту в камері вздовж напрямку руху повітря.

Вираз для потоку маси з поверхні продукту, враховуючи зону відпрівання:

$$W = \frac{\beta F_n p''(t_{np})}{1 + \frac{P_B \mu_n}{2\mu_{np}} \cdot \frac{\beta F_n}{G_n}} \left[(1 - \varphi_{вх}) + \frac{QK_2}{2G_n C_p t_{првх}} \right], \quad (18)$$

[кг/м²·с]

Із цього виразу видно, що величина витрати повітря при повітряному охолодженні камер зберігання впливає на усушку продукту, що зберігається в камері.

Відносна усушка продукції (%) при цьому визначена відношенням кількості вологи, що випару-

валася за час τ зберігання, до початкової кількості продукції при h – висоті штабеля.

$$n = \frac{100 \cdot W}{\rho_H \cdot h \cdot S}, \% \quad (19)$$

Дослідження функції $W=f(G_{п})$ (9) на екстремум з врахуванням залежності показує, що вона досягає мінімуму при витраті повітря

$$G_{п} = \frac{Q \cdot K_2 (1-n)}{2n(1-\varphi_{вх}) \cdot C_p \cdot t_{пвх}^2} \quad (20)$$

Аналіз залежності (20) показує, що величина витрати повітря, за якої усушка продукту є мінімальною, залежить від таких факторів, як: величина теплоприпливів, відносна вологість і температура вентиляючого повітря, режим руху повітря біля поверхні продукту (для умов зберігання плодоовочевої продукції, коли швидкість руху повітря не перевищує 0,3 м/с, режим руху, як правило, ламінарний).

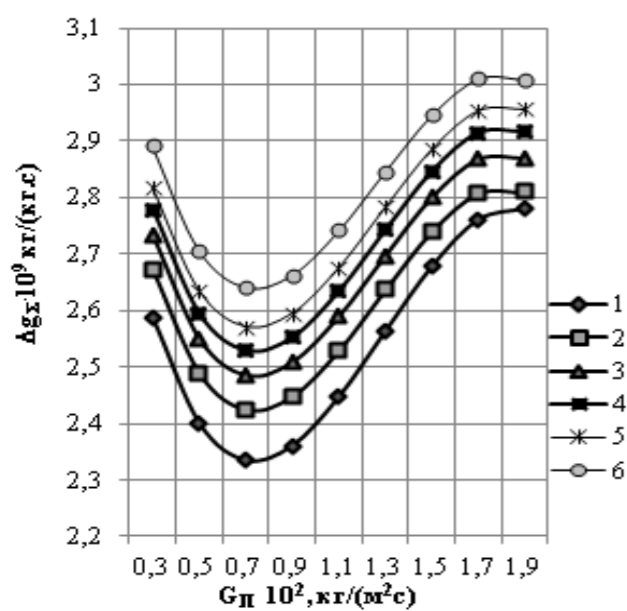


Рис. 2. Залежність сумарних втрат та втрат від випаровування яблук від витрати повітря для різної висоти штабеля (криві 1, 2, 3, 4, 5, 6 відповідно для висоти штабеля 1-2 м; 2-2,7 м; 3- 3,4 м; 4-4;1 м; 5-4;8 м; 6-5,5 м)

Проведений чисельний експеримент по впливу витрати повітря на величину втрат, викликаних випарюванням вологи та диханням, при різних значеннях висоти насипу h (від 2 м до 5,5 м), відносної вологості вентиляючого повітря $\varphi_{вх}$ та інтенсивності внутрішніх тепловиділень q_0 . Температура вентиляючого повітря $T_{п,вх}=273$ К та значення $q_0=0,01$ Вт/кг та $\varphi_{вх}=90$ % прийняті за рекомендаціями [1,2].

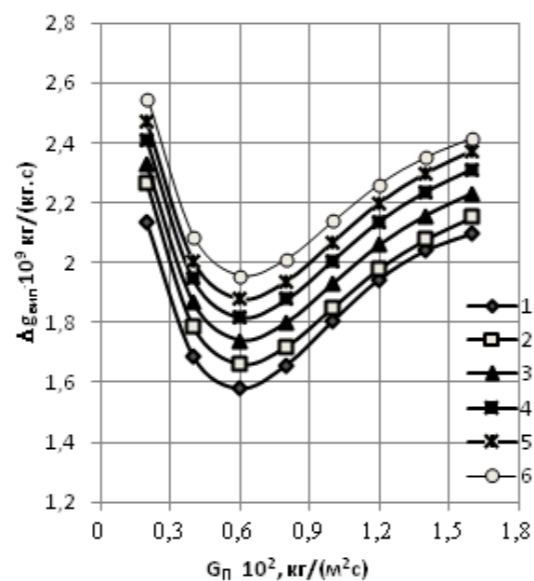
Інтенсивність вологовиділень при зберіганні рослинної сировини значною мірою залежить також від відносної вологості повітря, причому ця

Для детального дослідження впливу витрати повітря на усушку продуктів і практичного визначення їх оптимальної величини в кожному окремому випадку (залежно від конструктивних особливостей камери і повітророзподільчої системи, тепловологісних умов зберігання і виду продукту) необхідно мати придатний для цієї мети метод розрахунку процесів тепломасообміну в холодильних камерах [6,7].

Ці формули отримані із балансів тепла і маси для елементарної поверхні продукту $dF_{п}$ за законами Ньютона і Дальтона. Послідовне виконання розрахунків за залежностями (21) і (22) для кожної із зон дозволяє визначити зміну стану повітря в штабелі і його параметри на виході із штабеля.

$$t_{пвх}^{вх} = t_i + (t_{пвх}^{вх} - t_{пвх}) \cdot \exp\left(-\frac{\alpha \cdot F_{пi}}{G_{п} C_p}\right) \quad (21)$$

$$p_i^{вх} = p_{пвх} - (p_{пвх} - p_i^{вх}) \cdot \exp\left(-\frac{\beta \cdot p_i \cdot F_{пi}}{0,622 \cdot G_{п}}\right) \quad (22)$$



залежність є обернено пропорційною, тобто із збільшенням початкової відносної вологості повітря, що вентиляє вологовиділення в насипу зменшується. З досвіду холодильного зберігання рослинної сировини відомо [1, 2, 3], що при підвищенні відносної вологості не тільки зменшується природний спад сировини, але в той же час зростають втрати від загнивання та інших мікробіологічних і фізіологічних захворювань плодів і овочів. Сума втрат від природних втрат і загнивання дає загальні втрати при зберіганні. Крім небезпеки розвитку цвілі і мікроорганізмів,

підтримання високої відносної вологості збільшує загрозу випадання конденсату на поверхні елементів сировини навіть при незначних коливаннях температури. Наприклад, при температурі повітря 0 °С і вологості 95 % достатньо понизити температуру на 0,5 °С, щоб досягти стану насичення. Для кожного виду сировини втрати від загнивання із зростанням відносної вологості повітря визначаються експериментально, в той час як природні втрати (усушка) можуть бути розраховані за формулою (19). Таким чином, існує екстремальне значення відносної вологості повітря, при якій загальні втрати сировини мають мінімальні значення.

Розроблена математична модель холодильного зберігання плодоовочевої продукції, яка враховує: процеси тепломасообміну у штабелі в камерах зберігання плодоовочесховищ з повітряним охолодженням; вплив витрати повітря на величину усушки продукту при різних умовах його зберігання. Встановлено оптимальні параметри холодильного зберігання плодоовочевої продукції за розробленою моделлю залежно від висоти штабеля (від 2 до 5,5 м) з кроком, кратним висоті ящика (0,7 м). Для температури зберігання 0 °С оптимальні параметри становлять: швидкість повітря від 0,022 до 0,044 м/с; відносна вологість від 97,43 до 91,95 %.

Визначений вплив витрати повітря на величину усушки продукту на основі розробленої комп'ютерної моделі. На підставі аналізу залежності сумарних втрат фруктів від витрати повітря знайдені оптимальні величини витрати повітря, за яких втрати продукції від витрати від усушки мінімальні. Так, наприклад, під час зберігання яблук у штабелі висотою 5,5 м екстремальна величина масової витрати повітря 0,007 кг/(м²·с), за якої мінімальні сумарні втрати продукту за цикл зберігання становлять 15,8 кг/т.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жадан, В.З. Влагодобмен в плодоовощехранилищах [Текст] / В.З. Жадан – М.: Агропромиздат, 1985. – 199 с.
2. Жадан, В.З. Теоретические основы кондиционирования воздуха при хранении сочного растительного сырья. [Текст] / В.З. Жадан – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 154 с.
3. Балан, Е.Ф. Био-энергетические основы холодильной технологии хранения фруктов и овощей [Текст] / Е.Ф. Балан, И.Г. Чумак, В.Г. Картофяну, Э.Ж. Иукурдзе – Одесса: Рефпринтинфо, 2004. – 244 с.
4. Жихарева, Н.В. Повышение эффективности системы охлаждения плодоовощехранищ [Текст] / Н.В. Жихарева., М.Г. Хмельнюк – Вестник международной академии холода 2013. – Вып 4. – С. 16 – 20.
5. Аль-Ахрас Гассан Халед Мохаммед. Теплофізичні аспекти холодильного зберігання плодоовочевої продукції в умовах жаркого клімату автореф. на здобуття наук. ступеня канд.техн.наук: спец.05.04.03.: холодильна і криогенна техніка, системи кондиціонування / Г.А.М. Аль-Ахрас – Одеса, 1999. – 23 с.
6. Жихарева, Н.В. Метод розрахунку процесів тепломасообміну в камерах зберігання плодоовочесховищ з повітряним охолодженням [Текст] / Н.В. Жихарева // Холодильна техніка і технологія, 2000, №68. - С.32–35.
7. Жихарева, Н.В. Чинники, що впливають на оптимізацію системи охолодження плодоовочесховищ. [Текст] / Н.В. Жихарева.// Збірник наукових праць 2-ї Між. науково-технічної конф. (Додаток до журналу «Холодильна техніка і технологія»). – ОДАХ. – 2002. – С.137-142.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 664.081.6-935.4:664.8-027.332

БОНДАР С.М., канд. техн. наук, доцент, ЧАБАНОВА О.Б., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій

ЧАБАНОВА А.А. викладач спеціальних технологічних дисциплін

Механіко-технологічний технікум Одеської національної академії харчових технологій, м. Одеса

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ МЕМБРАН У ТЕХНОЛОГІЯХ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ

Ультрафільтраційна установка, що забруднена пектиновим розчином використовувалася як модельна система. Продуктивність мембран повністю відновлювалася при циркуляції 0,5 % розчину NaOH за 1 годину. Час очищення, що потрібний для повного відновлення продуктивності забрудненої мембрани, скоротився до 3 хв. при додаванні у 0,5 % розчин NaOH 0,05 % поліетиленоксиду. Механізм поліпшення ефективності очищення не може повністю бути пояснений ефектом полімеру на мембрану поверхню. Результати очищення і промивання пояснюються тим, що полімери розчинні для очищення перетворюють пектинові забруднення в комплекс «забруднювач-полімер» який краще змивається водою з поверхні мембрани.

Ключові слова: мембрани, рослинні відходи, регенерація мембран.

An ultrafiltration unit fouled by pectin solution was used as a model system. The membrane flux was fully restored by circulation 0,5 % NaOH solution for 1 hr. By adding 0,005 % polyethyleneoxid in 0,5 % NaOH solution, the cleaning time required to fully recover flux of the fouled membrane was reduced to 3 min. The mechanism of improving cleaning efficiency may not be wholly attributed to the scouring effect of the polymer on the membrane surface. The cleaning and rinsing results suggest that polymers in cleaning solutions convert the pectin foulant into a foulant – polymer complex which could be readily rinsed from the membrane surface by water.

Keywords: membrane, vegetable waste, regeneration membranes.

Мембранні методи розділення все більше знаходять застосування у харчовій та інших галузях завдяки низьким енерговитратам і простоті апаратурного оформлення процесів. Понад 50 років з моменту винаходу асиметричних мембран мембранні технології бурхливо розвиваються і широко впроваджуються у технологіях концентрування, очищення, фракціонування різних рідин і газів, у тому числі для обробки рідких екстрактів з рослинних відходів, наприклад пектинових. Однак і зараз питання регенерації продуктивності мембран залишаються одними з головних практичних аспектів цих технологій. Ще у 70-х роках минулого століття вчені прийшли до висновку, що незадовільна регенерація мембран призводить до зростання часу процесу мембранної обробки, і зниженню ефективності і обмеженню можливостей мембранних установок і систем. Це визначає підвищену увагу дослідників щодо інтенсифікації і зменшення витрат на мембранні процеси [2,3].

Регенерація мембран – технологічний процес очищення мембранної поверхні від забруднень і відновлення їхніх функціональних характеристик (проницності, селективності). Регенерацію проводять механічним, фізико-хімічним, фізичним і хімічним методами або їх комбінацією. Всі ці методи досить детально охарактеризовано професором Н.Т. Бриком, мабуть, найавторитетнішим фахівцем мембранної галузі в Україні [1]. Особливе місце займають суспензії, що

застосовуються як регенеративні системи у разі, коли відкладення на мембранній поверхні мають невелику адгезію, становлять пухкі або драглеподібні осади. Наприклад, для регенерації використовують пластикові, скляні і навіть металеві порошки, додавання рідкого скла тощо.

Системи суспензій при регенерації досить ефективно очищають мембранні системи. Однак цей підхід має недоліки. Зокрема це можливість ураження тонкого селективного шару мембран частками суспензій, що мають високі швидкості руху у турбулентному режимі.

Крім того, необхідне відокремлення частинок з потоку задля запобігання ускладненню роботи насосів, а це значно ускладнює апаратне оснащення і збільшує гідравлічний опір мембранних установок.

Метою було вивчення потенційних можливостей використання полімерних систем для підвищення механічної регенерації мембран.

Об'єктом ультрафільтраційної мембранної обробки слугував пектиновий екстракт з відходів сокового виробництва. Концентрація пектину у екстракті становила 0,5 %, загальна концентрація сухих речовин 1,2 % за рефрактометром.

Дослідження проводилися на пілотній установці з порожнино-волоконним мембранним модулем AP-2,0 (виробництва Росії). Матеріал поліамід. Молекулярна маса розділення мембран 50 000 Да. Розчини для регенерації готували на пом'якшеній воді. Продуктивність мембран визначали за допомогою мірного циліндра та секундоміра.

Мембрана установка попередньо працювала протягом 1 години на питній воді при параметрах, що були прийняті як умови експерименту (транс-мембранний тиск 1,5 атм, температура 40 °С), потім визначали початкову продуктивність мембран за фільтратом (далі продуктивність) у режимі рециркуляції пом'якшеної H₂O.

Пектиновий екстракт у кількості 15 л попередньо фільтрувався через тканинний фільтр з порами у 100 мкм. Протягом 1 години екстракт оброблявся на мембранах при 25 °С, тиск 1,5 атм у режимі повернення фільтрату у концентрат. Потім екстракт вивільнявся з мембранної системи, яку промивали водою при 40 °С 5 хвилин. За цим виміряли продуктивність мембран. Це значення було первинним для процесу регенерації.

Промивна вода видалялася, а система заповнювалася розчином об'ємом 20 л. Концентрація розчину

становила 0,5 % NaOH з додаванням 0,005 % за масою полімерів (поліетиленоксиду, поліакриламід, карбоксиметилцелюлози). Продуктивність вимірювали через 2 хв. протягом 30 перших хвилин, а потім кожні 10 хв. Очищення складало 1 годину. Після очищення установку промивали і вимірювали продуктивність за пом'якшеною водою, що використовувалась для оцінки приросту продуктивності у % до первинної. За цим показником оцінювали ефективність регенерації.

Додавання полімерів впливає на продуктивність мембран за весь час регенерації. У порівнянні з розчином NaOH продуктивність у присутності полімерів зменшувалася. Цей факт пояснюється частковим осаджуванням полімерів на мембранну поверхню. У по-

рівнянні з іншими полімерами карбоксиметилцелюлоза у меншій мірі зменшує продуктивність. Очевидно, що у цьому разі виявляється електростатичне відштовхування молекул пектину і карбоксиметилцелюлози, які мають однаковий негативний заряд у лужному розчині. Таким чином гальмується утворення осаду на мембранній поверхні.

Під час промивання для розчинів з поліетилепоксидом і гуаровою камідо досліджувалось ступінь часте зростання продуктивності більш того, для цих полімерів продуктивність під час очищення зростала більше, ніж під час промивання. Це означає, що осад з поверхні мембрани видаляється безперервно і під час очищення і під час промивання.

Таблиця 1

Вплив полімерів на відновлення продуктивності мембран (% від початкової) протягом фази очищення та промивання*

Час, хв	Фаза очищення												Фаза промивання			
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	40	50	60	10	20	30
Розчин	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	40	50	60	10	20	30
NaOH 0,5%	89	89	93	95	95	95	94	94	96	96	96	98	98	100	100	100
NaOH 0,5% + гуарова камідь	68	65	62	62	63	63	62	63	63	64	66	66	68	79	84	84
NaOH 0,5% + поліетиленоксид 1	69	65	62	62	61	60	60	60	60	60	61	61	61	102	103	104
NaOH 0,5% + карбоксиметилцелюлоза	83	83	84	85	85	86	86	87	87	87	88	88	88	96	96	98
NaOH 0,5% + поліетиленоксид 2	68	59	57	55	53	53	50	50	49	49	48	48	48	99	100	100

* У всіх експериментах початкова продуктивність мембран перед очищенням складала 62 % від вихідної

Коли для промивання використовувалася тільки розчин NaOH зростання продуктивності на початку промивання було найбільшим. Подальше зменшення продуктивності під час промивання свідчить про можливе повторне осадження видалених забруднень. У разі застосування карбоксиметилцелюлози продуктивність після очищення залишалася практично постійною весь час.

Вище вказані факти свідчать, що полімери, очевидно, не тільки осаджуються на поверхню мембрани, але й взаємодіють з пектином, що утворює макромолекулярний комплекс. Останній краще видаляється потоком води.

Використання поліетиленоксиду особливо цікаве тим, що продуктивність мембрани зростала при промиванні найбільше і ефективність навіть перевищувала 100 %.

Таблиця 2

Відновлення продуктивності мембран після очищення та промивання

Розчин	Відновлення продуктивності (%)			
	3 хв. очищення	20 хв. очищення	40 хв. очищення	60 хв. очищення
NaOH 0,5 %	-	88	90	104
NaOH 0,5 % + 0,05 % поліетиленоксид	102	85	82	106

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Брик М.Т. Енциклопедія мембран: У 2 т. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2006.
- Boer R.D., Zomeran J.J., Hiddink J. Fluidized beds as turbulence promoters in the concentration of food liquids by reverse osmosis. J.Food Sci. 45(6): 1523, 1980.
- Zall R.R., 1985. Membranes are often overcleaned. Dairy Field 168 (2): 36. Ms received 8/29/89; revised 11/21/89; accepted 1/27/90

Отримано редакцією 11.2013 р.

ФЕДОРОВ В.Г., д-р техн. наук, професор,
КЕПКО О.І., канд. техн. наук, доцент,
Уманський національний університет садівництва
СКАРБОВИЙЧУК О.М., канд. техн. наук, доцент,
Національний університет харчових технологій, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ОХОЛОДЖЕННЯ СИРУ ПІД ЧАС ДОЗРІВАННЯ

Вперше встановлено, що під час термічного (холодильного або теплового) оброблення харчових продуктів частина теплоти може мати реверсний напрям. Це призводить до перевитрати енергії та сировини. Вказано шляхи усунення або зменшення баластних теплових потоків.

Ключові слова: сир, термічне оброблення, тепломір, баластний тепловий потік.

It was defined first in this article, that a part of heat during thermal (refrigeration or heat) treatment of food products has reverse direction. These ballast heat fluxes are a source of energy and raw materials over-expenditure. The means adduced of elimination or reduction of reverse heat flows.

Keywords: cheese, thermal treatment, heat and mass transfer, heat meter, ballast heat flux.

Дозрівання сирів – це складний біохімічний процес, досі ще добре не вивчений. Ферментативний розпад білка, розщеплення лактози мікрофлорою – основні компоненти цього процесу, що супроводжуються виділенням теплоти. Якість та вихід сиру в значній мірі залежать від організації відведення цієї теплоти під час дозрівання. Так зване кондиціонування повітря в холодильних камерах сирзаводів відбувається за допомогою приладів охолодження повітря та іншого обладнання. Для розрахунку системи кондиціонування повітря необхідною є інформація щодо теплового та матеріального балансів голівок сиру та повітря камери. Складові цих балансів – параметри тепломасообміну під час виділення теплоти та вологість з поверхні голівок, а також відведення повітря із приміщення – майже не вивчені, бо питання енергозбереження раніше гостро не поставало.

Основними параметрами повітря у камері є температура та відносна вологість, які потрібно підтримувати на досить точно визначеному рівні для кожного типу сирів, інакше небажаний перебіг процесів може призвести до виникнення вад сиру або навіть зробити його нетоварним продуктом. Визначення та регулювання температури повітря в умовах камери дозрівання сирів провадяться за допомогою датчиків різного типу, найбільш придатними за точністю, ціною та сумісністю з регульовально-моніторинговою апаратурою є термоелектричні датчики та термометри опору [1]. Для визначення миттєвих значень відносної вологості повітря в камерах дозрівання сирів в роботі [2] запропоновано рівняння регресії, в якому цей параметр є функцією одинадцяти факторів, що складаються із геометричних розмірів стелажів з продуктом, діаметра нагнітального пристрою, швидкості припливного повітря та її вертикального градієнта тощо. Такий підхід до визначення цього параметра є непридатним,

оскільки одночасне та безперервне вимірювання більшості з цих факторів буде навіть перешкоджати обслуговуванню камери, а вимірювальний комплекс – значно дорожчим порівняно з приладами, що серійно виготовляються та цілком придатні для управління цим процесом, технічні характеристики яких та заводи, що їх виробляють, наведені в [3].

Основним тепловим фактором процесу дозрівання сиру є інтенсивність виділення теплоти від сиру q_m , Вт/кг:

$$q_m = Q / m, \quad (1)$$

де Q – загальна кількість теплоти, що виділяється в камеру за одиницю часу, Вт; m – маса сиру, що знаходиться в камері, кг.

Інформації щодо q_m в літературі немає: зробити досить чутливий калориметр, в якому можна було б розмістити цілу голівку сиру, є досить проблематично, а проводити дослідження на малих зразках або частинках голівки немає сенсу, оскільки біохімічні процеси в них проходять з іншою інтенсивністю, ніж в цілій голівці. Подібні задачі в харчовій промисловості зустрічаються дуже часто, для їх розв'язування майже півстоліття використовують засоби теплометрії [4]. Малогабаритні малоінерційні датчики густини теплового потоку – тепломіри розташовують на поверхні продукту чи апарата або в середині продукту, але завжди по ізоtermічній поверхні. Електрорушійна сила, яку виробляє тепломір, є пропорційною густині теплового потоку q , Вт/м², що проходять через нього.

В монографії [5] наведено результати теплометричних досліджень дозрівання російського сиру. Тепломір діаметром 20 мм і товщиною 1,2 мм притискали до поверхні голівки молодого сиру в її центрі та прикріплювали на ній за допомогою парафіну, спаї мідь-константової термопари розташовували під тепломіром та у повітрі – напроти тепломіру за межами пристінного шару повітря (2,5 см). Комутація сигналу термопари дозволяла вимірювати як температури так і їх різницю. Вторинними приладами були самописці Н – 37/1 і Н – 374. Результати досліджень q для центру верхньої поверхні голівки сиру, габаритами $d \times h = 260 \times 120$ мм під час дозрівання в термостаті при температурі повітря $10 \pm 0,25$ °C наведено на рис. 1.

Тепломір реагує не тільки на вмикання та вимикання холодильної установки, а також на флуктуації теплового потоку за рахунок коливань швидкості повітря, що омиває голівку. З рис. 1. видно, що внаслідок періодичної роботи повітроохоло-

джувача сигнал тепломіра кожні 2,5...3 хвилини змінює знак, тобто теплота по черзі виходить із голівки та повертається до неї. Це є вадодою регульовальної системи, оскільки за даних умов приблизно третина теплоти дозрівання є баластним навантаженням на холодильну машину. Крім того, періодичне змінення напрямку теплового потоку може негативно вплинути на якість сиру, оскільки є взаємозв'язок між технологічними та теплофізичними характеристиками для більшості молочних продуктів [6]. Теплометричний контроль процесу дозрівання сиру, на відміну від термометричного контролю, дозволяє усунути зворотний потік теплоти.

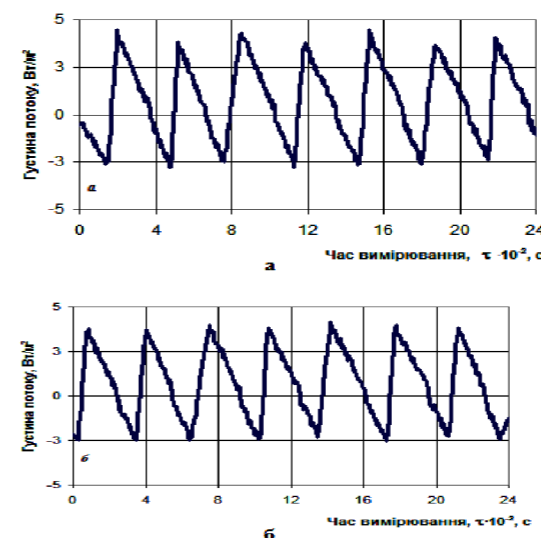


Рис. 1. Тепловий потік із центру верхньої поверхні голівки Російського сиру під час дозрівання в термостаті при температурі повітря $10 \pm 0,25$ °C: а – на 22-гу добу; б – на 24-ту добу

Моніторинг густини теплового потоку q дозволяє визначити середню величину \bar{q}_m у (1) для цих дослідів:

$$\bar{q}_m = \int \int \frac{q \cdot dF \cdot d\tau}{F \cdot \tau}, \quad (2)$$

де q – вимірювана густина теплового потоку з врахуванням знаку q , Вт/м²; F – поверхня сиру, що приймає участь в теплообміні, м²; τ – термін дозрівання сиру, с.

Інтегрування q за часом показало, що на 22-й (рис. 1., а) та 24-й (рис. 1., б) день дозрівання вимірюваний тепловий потік спрямований від сиру до повітря, складає на протязі обох днів $\bar{q} = 1,05$, Вт/м². Розрахунок \bar{q}_m за рівнянням (2) для голівки

російського сиру наведених габаритів на протязі всього терміну дозрівання дав величину $\bar{q}_m = 3,06$, Вт/кг, яка може бути підставою для обґрунтування холодопродуктивності системи.

Наявні дані дозволяють оцінити глибину проникнення небажаного температурного впливу в середину голівки сиру за рахунок складного знакозмінного теплообміну – можливо, постійні коливання температури у поверхневому шарі сприяють розмноженню шкідливої мікрофлори.

Складемо тепловий баланс цього шару для одного циклу "вмикання – вимикання" холодильної машини:

$$(q^+ + q^-) \cdot \tau_\delta = \tilde{\rho} l \delta t, \quad (3)$$

де q^+ та q^- – максимальні середні значення густини теплового потоку під час відведення та підведення теплоти до голівки, Вт/м²; τ_δ – час циклу, с; c – теплоємність сиру, Дж/(кг·K); ρ – густина сиру, кг/м³; l – шукана глибина проникнення температурного впливу, м; δt – максимальний перепад температури у поверхневому шарі, K.

На жаль, відомостей про теплофізичні характеристики сиру практично немає, але із [7] можна використати значення ентальпії сиру за температур: 8, 10 та 12 °C (відповідно: 42,3; 47,7; 53,2 кДж/(кг·K)) і підрахувати теплоємність сиру c при $t = 10$ °C:

$$c_{10} = h_{10} - h_8 = (47,7 - 42,3) / 2 = 2,7 \text{ кДж/(кг·K)} \quad (4)$$

Густину ρ сиру беремо рівною 1080 кг/м³ [8].

Розподіл температур в поверхневому шарі є криволінійним, але для наближеного розрахунку беремо лінійний розподіл, тобто $\delta t = 0,5 \cdot \delta t_{\max}$. Максимальний перепад δt_{\max} на поверхні сиру беремо таким, що дорівнює перепаду температури повітря за межами пристінного шару, тобто $\delta t_{\max} = 1$ K.

Розрахунки за (3) дають величину $l = 0,02 \dots 0,015$ мм, тобто цілком відчутну для організації раціонального ведення процесу дозрівання сиру.

Висновки. Виконані експериментальні дослідження процесу тепломасообміну між голівками Російського сиру під час їх дозрівання та охолоджуючим повітрям холодильних камер дозволили отримати усереднені значення густини теплового потоку \bar{q}_m та глибини проникання зворотного потоку теплоти за рахунок недосконалої регульованих пристроїв.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Температурные измерения. Справочник/Герашенко О.А. и др. – Киев.: Наукова думка., 1989. – 704 с.
2. Маяковский Ю.В. Определение мгновенных значений относительной влажности воздуха в камерах созревания сыров. Молочная промышленность, 1987, № 12, с. 19.
3. Приборы контроля и управления влажностно-тепловыми процессами./ Бородин И.Ф., Минченко С.В. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 239 с.
4. Федоров В.Г. Теплометрия в пищевой промышленности./ – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 176 с.
5. Федоров В.Г. Основы тепломассометрии./ – К.: Вища школа, 1987. – 184 с.

6. Скарбовійчук О.М., Чернюшок О.А., Кочубей-Литвиненко О.В., Федоров В.Г. Зв'язок технологічних і теплофізичних характеристик молочних продуктів. "Харчова промисловість", Київ НУХТ 2011, № 10,11 с. 42 – 45.
7. Хімічний склад і фізичні характеристики молочних продуктів. Довідник / О.М. Скарбовійчук, О.В. Кочубей-Литвиненко, О.А. Чернюшок, В.Г. Федоров. – К.: НУХТ, 2012. – 311 с.
8. Теплофизические характеристики пищевых продуктов/ А.С. Гинзбург, М.А. Рогов, Г.И. Красовская. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 288 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 005.332.4 : 637.8

ДОНЧЕВСЬКА Р.С., канд. техн. наук, ст. викл., СИДОРЕНКО О.В., д-р. техн. наук, професор, РОМАНЕНКО О.В., канд. техн. наук, доцент

Київський національний торговельно-економічний університет

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ РИБНОЇ ПРОДУКЦІЇ

У статті розглянуто основні чинники низької конкурентоспроможності продукції вітчизняних підприємств рибної промисловості. Встановлено та експериментально підтверджено, що одним із шляхів підвищення її конкурентоспроможності є розробка та впровадження у виробництво риборослинних продуктів на основі прісноводної риби внутрішніх водоймищ України.

Ключові слова: конкурентоспроможність, прісноводна риба, риборослинні продукти, рослинні добавки, морські водорості, паштети, консерви, пресерви, заливна риба, рівень якості.

The article reviews the main factors of low competitiveness of national enterprises the fishing industry. Determined and experimentally confirmed that one of the ways to improve their is the development and introduction in production of fish and plant products based on internal freshwater fish ponds Ukraine.

Keywords: competitiveness, freshwater fish, fish and plant products, plant raw materials, sea weeds, paste, preserves, jellied fish, quality level.

Найважливіші соціально-економічні завдання підприємств рибопереробної промисловості України і країни в цілому, нерозривно пов'язані із забезпеченням ефективного виробництва високоякісних продуктів та досягненням конкурентоспроможності рибної продукції на світовому ринку.

За даними Всесвітнього Економічного Форуму в Давосі, за рівнем конкурентоспроможності Україна посіла лише 84 місце з 148 країн [1]. Серед причин низької конкурентоспроможності продукції вітчизняних рибопереробних підприємств, на нашу думку, можна виокремити наступні:

- погіршення технічного стану обладнання на рибопереробних підприємствах, модернізація якого відбувається дуже низькими темпами;
- значний дефіцит потужностей з базової переробки риби, що в свою чергу призводить до недостатнього використання сировини та відходів основного виробництва використання застарілих технологій;
- низькі темпи науково-технічного прогресу; зменшення запасів масових традиційних гідробіонтів під впливом природних факторів і надмірного промислу;
- відсутність моральних і матеріальних стимулів до підвищення якості продукції і розширення її асортименту, оновленню виробничого апарату і впровадженню новітніх технологій виробництва;
- швидкі темпи морального та фізичного зношення основних виробничих фондів і техноло-

гій (65-70 %);

- недостатня розвиненість систем широкомасштабного безперервного навчання фахівців з якості, в тому числі керівників підприємств, сучасній ідеології управління якістю;

- значні матеріальні витрати, які повинні бути передбачені в програмах розвитку галузей, зважаючи на потребу гармонізації українських стандартів, законодавчої та нормативної бази з вимогами європейських стандартів, норм і правил та невизначеність джерел їх фінансування;

- у зв'язку з впровадженням гармонізованих з європейськими і міжнародними вимогами стандартів;

- не готовність рибопереробних підприємств до об'єктивно необхідного технічного переоснащення, освоєння сучасних технологій, нового випробувального обладнання, впровадження та сертифікації систем управління якістю, що вимагає значних коштів (інвестицій, кредитів тощо) та державної підтримки в умовах нерозвинутого ринку, недостатньої внутрішньої конкуренції.

Враховуючи вищевикладене, в умовах інтеграції економіки України в європейські та світові економічні структури особливу увагу необхідно приділяти проблемам підвищення конкурентоспроможності вітчизняної рибної продукції. Одним із безальтернативних шляхів вирішення даного питання, на нашу думку, є інноваційний розвиток рибної промисловості України за рахунок впровадження прогресивних високотехнологічних процесів виробництва продукції відповідно до сучасних європейських стандартів та вимог, зокрема розробки продуктів на основі прісноводної риби внутрішніх водоймищ України.

Вагомий внесок у вирішення проблеми підвищення якості та розробки біологічно цінних рибних продуктів відповідно до науково обґрунтованих принципів нутриціології та вимог функціонального харчування, внесли роботи вчених Т.К. Лебської, П.П. Пивоварова, Н.Г. Грінченко, Л.С. Абрамової, А.Т. Безузова, Л.Б. Добробабіної та ін. [2–5].

Адже відомо, що рибні товари посідають вагоме місце в біологічно повноцінному раціоні населення та мають здатність регулювати холестеринний обмін в

організмі людини, підвищувати стійкість його до серцево-судинних захворювань. У рибі від природи закладена величезна кількість корисних компонентів: поліненасичені жирні кислоти, вітаміни, найбагатший набір мінеральних речовин, що включає всі життєво необхідні макро- і мікроелементи. Вона є джерелом повноцінного білка, який краще засвоюється організмом людини за рахунок збалансованого вмісту незамінних амінокислот. За вмістом метіоніну риба займає одне із перших місць серед білкових продуктів тваринного походження.

Проведений моніторинг свідчить, що скорочення об'єму вилову морської та океанічної риби, яка є основною сировиною для виробництва рибної продукції зумовлює зниження обсягів її виробництва [6]. Відповідно, суттєве розширення асортименту рибних виробів в умовах сировинної бази, що склалася в Україні, може бути досягнуто за рахунок максимального використання прісноводної риби, зокрема товстолобика та білого амуру.

Перевагами прісноводної аквакультури є швидкий ріст риби, відносно низькі витрати кормів, високі репродуктивні властивості об'єктів. Все це сприяє оптимізації сировинної бази рибної промисловості, зниженню собівартості рибних продуктів та забезпечує їх конкурентоспроможність на ринку України.

Експериментальними дослідженнями підтверджено їх високу харчову та біологічну цінність за рахунок збалансованого амінокислотного складу та вмісту поліненасичених жирних кислот (32,37-32,89 %), проте встановлено низький вміст бромю, йоду та селену, що пояснюється умовами існування досліджуваних гідробіонтів. З метою поліпшення функціональних властивостей та раціоналізації вітамінно-мінерального комплексу продукції із прісноводної риби доцільним є використання рослинної сировини (кизилу, аличі, журавлини, моркви, буряку, зеленої та ріпчастої цибулі, зелені кропу та петрушки), морських водоростей (ламінарія).

У зв'язку з цим, використовуючи методи математичного моделювання, науковцями кафедри товарознавства та експертизи харчових продуктів КНТЕУ розроблено рецептури риборослинних продуктів на основі прісноводної риби - паштетів, консервів, пресервів та заливної риби. За результатами проведеного ряду експериментальних досліджень встановлено біологічну цінність нових видів продукції за рахунок вмісту повноцінного білка, поліненасичених жирних кислот, збалансованого вітамінно-мінерального комплексу [7-9].

Разом з тим, в умовах розширення і поглиблення ринкових відносин, гострої конкуренції на товарних ринках виникає необхідність здійснювати оцінку конкурентоспроможності нової продукції для визначення рівня задоволення потреб споживачів. У зв'язку з цим, метою роботи була оцінка рівня якості та конкурентоспроможності розроблених риборослинних продуктів на основі прісноводної риби.

Проблема пошуку нових досконалих методів оцінки рівня конкурентоспроможності продукції та ефективних шляхів її зростання є актуальною. Різноманітні методичні підходи до вирішення цієї проблеми викладено у роботах науковців І.В. Журило, Т.С. Мельника, О.Ф. Христофора та ін. [10-11]. Незважаючи на велику кількість існуючих методик, слід відзначити, що всі вони мають ті або інші недоліки та переваги. Використання кожної з них є цілком доречним у певних умовах на певних етапах розробки та реалізації продукції, тому процес їхньої модифікації і створення нових підходів продовжується.

Проведений аналітичний огляд літературних джерел підтвердив про відсутність єдиного методологічного підходу до оцінки конкурентоспроможності товарів. Однак у загальному вигляді існуючі методики оцінки конкурентоспроможності товару враховують співвідношення його якісних та цінних характеристик. Серед них можна відокремити наступні: метод відповідності визначенням показникам, порівняння з базовим зразком, експертної оцінки та метод семантичного диференціалу.

Проаналізувавши переваги та недоліки існуючих методів, для оцінки конкурентоспроможності розробленої продукції нами використано комплексний метод. Особливістю запропонованого підходу є врахування функціональних, естетичних, економічних характеристик продукції, проведення комплексної оцінки якості, в основу якої покладено наступні принципи кваліметрії: формування еталонної множини показників, визначення коефіцієнтів вагомості, еталонних і бракувальних значень показників.

Перевагами кваліметричної оцінки є використання комплексного показника якості, який об'єднує значну кількість одиничних показників, забезпечуючи, тим самим, найбільш повну характеристику якості досліджуваної продукції. Крім того, даний метод сприяє об'єктивності та оперативності оцінки продукції за рахунок формалізації критеріїв якості, тобто представлення показників у вигляді масиву цифрових даних [6].

Оцінку якості риборослинної продукції здійснювали за комплексом органолептичних (зовнішній вигляд, колір, смак та запах, консистенція), фізико-хімічних (біологічна цінність білків, ефективність ліпідів, вміст вітамінів та мінеральних речовин) та структурно-механічних показників (коефіцієнти граничного навантаження, молекулярного зчеплення та поверхневого натягу). Обрані показники, на нашу думку, найбільш повно відображають харчову та біологічну цінність продуктів із прісноводної риби.

За результатами комплексного кваліметричного оцінювання рівень якості розроблених риборослинних паштетів (0,66-0,73), консервів (0,69-0,64), заливної риби (0,43-0,46) був значно вищим порівняно з контрольними зразками без рослинних добавок (0,13; 0,23 та 0,36 відповідно). Це обумовлено гармонійними та

збалансованими смакоароматичними властивостями, оптимізованими структурно-механічними характеристиками, високим вмістом вітамінів та мінеральних речовин, а також вищою біологічною цінністю та ефективністю ліпідів.

Найнижче значення інтегрального показника якості контрольних зразків пояснюється, насамперед, обмеженим вмістом таких необхідних для організму людини речовин як вітаміни та мінеральні речовини,

помірно вираженими смакоароматичними властивостями та задовільним зовнішнім виглядом.

Для комплексного визначення ефективності впровадження та виробництва розробленої рибної продукції з рослинними добавками на рибопереробних підприємствах здійснювали оцінку її конкурентоспроможності з урахуванням функціональних, естетичних та економічних показників якості. Результати розрахунку конкурентоспроможності заливної риби представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка конкурентоспроможності заливних продуктів із прісноводної риби

Показники конкурентоспроможності	Коефіцієнт вагомості, a(i)	Значення показників					
		Контроль	Риба заливна з додаванням				
1	2		3	журавлини	моркви	буряка	цибулі
Функціональні:							
<i>Органолептичні, бали:</i>							
Зовнішній вигляд	0,07	4,10	4,70	4,80	4,70	4,70	
Колір	0,06	4,20	4,50	4,60	4,60	4,60	
Смак та запах	0,08	3,40	4,60	4,55	4,60	4,70	
Консистенція	0,06	4,50	4,65	4,65	4,70	4,65	
<i>Фізико-хімічні:</i>							
Біологічна цінність білків	0,09	78,16	77,98	77,27	77,68	77,76	
Коефіцієнт ефективності ліпідів	0,09	0,78	0,78	0,79	0,79	0,77	
Вміст вітамінів, мг/100 г							
Ніацин	0,06	0,570	0,602	0,651	0,640	0,621	
Рибофлавін	0,06	0,048	0,053	0,058	0,061	0,063	
Токоферол	0,06	0,190	0,210	0,221	0,230	0,314	
Вміст мінеральних речовин, мг/100 г							
Фосфор	0,06	144,70	173,11	180,4	179,81	177,92	
Залізо	0,06	0,54	0,83	0,92	0,98	0,97	
Селен	0,06	0,002	0,011	0,012	0,015	0,016	
Йод	0,06	0,003	0,023	0,020	0,021	0,018	
Збірний параметричний індекс для функціональних показників, P_ф			1,64	1,65	1,77	1,77	
Естетичні, балів:							
Зовнішній вигляд	0,07	4,15	4,80	4,95	4,85	4,95	
Колір	0,06	4,73	4,84	4,91	4,80	4,92	
Збірний параметричний індекс для естетичних показників, P_{ест}			0,14	0,15	0,14	0,15	
Економічні:							
Роздільна ціна, грн./250 г		13,95	14,94	14,41	14,40	14,41	
Параметричний індекс для економічних показників, g_{ек}			1,07	1,04	1,03	1,03	
Інтегральний показник конкурентоспроможності			1,66	1,73	1,85	1,86	

Згідно отриманих результатів, найвищим рівнем конкурентоспроможності за співвідношенням функціональних, естетичних та економічних показників характеризувався дослідний зразок з цибулею (1,86). За однакових цінових та естетичних характеристик рівень конкурентоспроможності заливної риби з буряком був вищим порівняно із продукцією з додаванням моркви на 6,5 % та становив 1,85. Це пояснюється вищою біологічною цінністю білків продукції із буряком, більшим вмістом рибофлавіну, токоферолу, селену та заліза. Проте, для заливної риби з морквою також характерний достатньо високий рівень конкурентоспро-

можності (1,73) за рахунок привабливого зовнішнього вигляду та високої харчової цінності.

Встановлено, що завдяки оптимальному поєднанню якісних і цінових показників при високому рівні естетичних характеристик конкурентоспроможність риборослинних паштетів (1,42-1,55) та консервів (1,39-1,47) була значно вищою порівняно з контрольними зразками.

Таким чином, експериментально підтверджено високу конкурентоспроможність риборослинної продукції на основі прісноводної риби за рахунок високих якісних показників при відносно невисоких цінових характеристиках. Підтверджено, що розробка та виробництво продуктів на основі прісноводної риби, з до-

даванням рослинної сировини та морських водоростей сприятиме підвищенню якості та конкурентоспроможності рибної продукції не лише на вітчизняному, але й на світовому ринках.

Узагальнивши, слід відмітити, що конкурентоспроможність продукції, безперечно, є найсуттєвішим чинником, від якого залежить конкурентна спроможність рибопереробних підприємств та країни в цілому. Тому, для досягнення поставленої

мети, перш за все, необхідно застосовувати ефективні методи цілеспрямованого підвищення якості та конкурентоспроможності продукції на світовому і національному ринках, одним із яких є розробка нових видів рибної продукції на основі прісноводної риби внутрішніх водоймищ України та удосконалення існуючих технологій їх виробництва, що є перспективою наших подальших досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Всесвітній економічний форум: Україна стрімко втрачає конкурентоспроможність [Електронний ресурс] / В. Медяний, Р. Венкель // Deutsche Welle. - 2013. - С. 19. - Режим доступу до статті : <http://dw.de/p/19eOB>
2. Лебська, Т.К. Біологічна ефективність ліпідів фаршевих виробів із гідробіонтів [Електронний ресурс] / Т.К. Лебська, Л. Хомічак, С. Козлова // Продовольча індустрія АПК. - 2010. - № 5-6. - С. 21-23. - Режим доступу до статті : http://nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/Piark/2010_5-6/10
3. Пат. на корисну модель UA № 1602 У МПК А 62 В 7/08. Спосіб отримання структурованих рибних продуктів поліпшеної якості / П.П. Пивоваров, Н.Г. Грінченко, С.П. Пивоваров.; № 200502295; заявл. 14.03.05; опубл. 16.01.06, Бюл. № 1.
4. Абрамова, Л.С. Поликомпонентные консервы: новые виды детского питания на основе рыбного сырья [Текст] / Л.С. Абрамова // Рыбное хозяйство. - 2003. - № 1. - С. 53-55.
5. Пат. на корисну модель UA № 4727 У МПК А 23 L 1/325. Спосіб виробництва пресервів із гідробіонтів / А.Т. Безусов, Л.Б. Добробабіна, М.С. Горшунів.; № 2004010077; заявл. 08.01.2004. опубл. 15.02.2005. Бюл. № 2.
6. Державний комітет статистики [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
7. Сидоренко О.В. Наукове обґрунтування і формування споживних властивостей продуктів з прісноводної риби та рослинної сировини : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.15 : захищена 04.12.2009 р. : затв. 12.05.2010 р. / Сидоренко Олена Володимирівна. - К., 2009. - 327 с.
8. Романенко О.В. Споживні властивості нових пресервів на основі прісноводної риби : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 : захищена 04.12.2009 р. : затв. 12.05.2010 р. / Романенко Олена Валеріївна. - К., 2006. - 177 с.
9. Дончеська Р.С. Формування споживних властивостей заморожених заливних продуктів із прісноводної риби: дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 : захищена 19.10.2011 р. : затв. 12.11.2011 р. / Дончеська Раїса Степанівна. - К., 2011. - 155 с.
10. Журило, І.В. Конкурентоспроможність нової продукції промислово-виробничого призначення: теоретичні аспекти, методика прогнозування та забезпечення [Текст] / І.В. Журило // Монографія: - Кіровоград, ПВД «Мавік», 2007. - 186 с.
11. Мельник, Т.С. Комплексна оцінка конкурентоспроможності товарів за умов сучасного ринку [Текст] / Т.С. Мельник, О.Ф. Христюфор // Вісник ВПІ. - 2002. - №5. - С. 23-28.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 621.565.93/94

БОНДАРЕНКО В.Л., д-р техн. наук, професор, ДЬЯЧЕНКО Т.В., канд. техн. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій,

Учбово-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

К ВИБОРУ ТИПА ТЕПЛОБМЕННОГО АППАРАТА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В УСТАНОВКАХ ОБОГАЩЕНИЯ И ОЧИСТКИ НЕОНОГЕЛИЕВОЙ СМЕСИ

В работе исследованы два типа кожухотрубных теплообменников: витых и U-образных. Представлена методика расчета U-образных теплообменных аппаратов. Проведена оптимизация двух типов теплообменников-рекуператоров (витых и U-образных) по поверхности теплообмена, сопротивлению в межтрубном пространстве и металлоемкости. Показаны результаты оптимизационных расчетов, проведенных в процессе проектирования аппарата для первичного обогащения неонгелиевой смеси.

Ключевые слова: неонгелиевая смесь, теплообменник-рекуператор, кожухотрубный теплообменный аппарат, поверхность теплообмена, потери давления, металлоемкость.

In work two types of the shell and tube heat exchangers are investigated: twisted and U-shaped. The method of U-shaped heatexchange devices calculation is presented. Optimization of two types of heat exchangers recuperators (twisted and U-shaped) on a heat exchange surface, resistance in interpipe space and metal consumption is performed. Results of the optimizing calculations which have been carried out in the course of design of the device for primary enrichment of neon-helium mixture are shown.

Keywords: neon-helium mixture, heat exchanger recuperator, shell and tube heat exchanger, heat exchange surface, pressure losses, metal consumption.

Теплообменные аппараты распространены в различных отраслях техники. Они являются неотъ-

емлемой составляющей технологических процессов, связанных с передачей теплоты или холода. Без этих аппаратов невозможно себе представить реализацию процессов сепарации компонентов всевозможных газовых смесей. Не обходится без них технология извлечения, обогащения и разделения легких инертных газов (неона и гелия).

Основными типами теплообменников, используемых в технике низких температур, являются [1-10]:

- «труба в трубе»;
- кожухотрубные (прямотрубные и витые);
- пластинчато-ребристые;
- матричные.

Поскольку рабочая температура установок для обогащения (дефлегматоры) и очистки (адсорбционные системы) неонгелиевой смеси составляет 64...80 К, исходную смесь необходимо охладить до указанных температур. Обязательными элементами

систем охолодження являються теплообмінники-рекуператори різних конструкцій.

Методика расчета U-образного теплообменника

В промышленных системах обогащения и очистки инертных газов в качестве рекуперативных теплообменников используют модификации кожухотрубных теплообменных аппаратов: прямотрубные или витые; с плотной или разреженной навивкой; гладкотрубные или с трубками, оребренными проволокой. При этом, как правило, в трубном пространстве движется прямой поток рабочего тела, а в межтрубном – обратный поток хладагента (газообразного азота).

Фирма ООО «Айсблик» (г. Одесса), при проектировании и изготовлении установок для обогащения и очистки инертных газов (дефлегматоров и адсорберов собственного типоразмерного ряда) в качестве теплообменников-рекуператоров широко применяет как витые, так и U-образные аппараты. Они компактны и легко размещаются в перлитном пространстве холодного блока. Рассмотрим два типа кожухотрубных теплообменных аппаратов, выполненных из гладких или оребренных проволокой трубок (рис. 1):

- витые с плотной навивкой (рис. 1, а);
- U-образные с параллельными трубками (рис. 1, б).

Расчет витых теплообменников описан в литературе [5–7] и не представляет трудностей. Поскольку U-образные теплообменные аппараты не являются широко распространенными, для разработки методики их расчета потребовалось изучить ряд литературных источников [1, 2, 8–10]. Основной проблемой являлся выбор зависимостей для определения коэффициента теплоотдачи и потерь давления в межтрубном пространстве как для оребренных, так и неоребренных трубок.

В процессе расчетов для межтрубного пространства теплообменных аппаратов обычно применяется понятие эквивалентного диаметра. В этом случае коэффициент теплоотдачи можно определить, используя формулы для движения потока внутри трубы.

Результатом исследования явилась методика конструктивного расчета U-образного теплообменника, представленная в табл.1 и реализованная в дальнейшем в виде компьютерной программы в редакторе Mathcad. Обозначения точек, принятые в расчетах показаны на рис. 2.

Обозначения, принятые в формулах таблицы: $d_{вн}$ – внутренний диаметр трубок, м; d_e – эквивалентный диаметр межтрубного пространства, м; $\nu_{вн} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ и $\nu = 5,208 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ – коэффициент кинематической вязкости среды внутри трубок и в межтрубном пространстве, соответственно [13]; $Pr_{вн} = 0,747$ и $Pr = 0,744$ – число Прандтля; $(Pr_{вн}/Pr_{внс})^{0,25} \approx 1$ и $(Pr/Pr_c)^{0,25} \approx 1$; $\lambda_{вн} = 1,874 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м К})$, $\lambda = 1,657 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/(\text{м К})$, $\lambda_{ст} = 52 \text{ Вт}/(\text{м К})$

– коэффициент теплопроводности потока внутри трубы, в межтрубном пространстве и материала стенки, соответственно [13]; $\eta_1 = \eta_2 = 1$ – коэффициент эффективности ребра для труб, оребренных проволокой.

Таблица 1
Порядок конструктивного расчета U-образного теплообменника [8–10]

Величина	Ед. изм.	Формула
Площадь живого сечения трубы S	м^2	$S_{вн} = \frac{\pi \cdot d_{вн}^2}{4}$ (1)
Трубное пространство (прямой поток)		
Скорость газа внутри трубок	м/с	$w_{вн} = \frac{V}{3600 \cdot S_{вн} \cdot n}$ (2)
Число Рейнольдса	–	$Re_{вн} = \frac{w_{вн} \cdot d_{вн}}{\nu_{вн}}$ (3)
Число Нуссельта	–	$Nu_{вн} = 0,021 \cdot Re_{вн}^{0,8} \cdot Pr_{вн}^{0,43} \cdot (Pr_{вн}/Pr_{внс})^{0,25}$ (4)
Коэффициент теплоотдачи внутри трубок	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\alpha_{вн} = \frac{\lambda_{вн} \cdot Nu_{вн}}{d_{вн}}$ (5)
Межтрубное пространство (обратный поток)		
Скорость в межтрубном пространстве	м/с	$w = \frac{V}{3600 \cdot S}$ (6)
Число Рейнольдса	–	$Re = \frac{w \cdot d_e}{\nu}$ (7)
Число Нуссельта	–	$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot (Pr/Pr_c)^{0,25}$ (8)
Коэффициент теплоотдачи в межтрубном пространстве	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\alpha = \frac{\lambda \cdot Nu}{d_e}$ (9)
Коэффициент теплопередачи		
Гладкая стенка	$\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$k_l = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн} \cdot d_{вн}} + \frac{\delta}{\lambda_{ст}} \cdot \ln\left(\frac{d}{d_{вн}}\right) + \frac{1}{\alpha}}$ (10)
Оребренная стенка [5]	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн} \cdot \eta_{вн}} + \frac{\delta}{\lambda_{ст}} \cdot \frac{F_1}{F_c} + \frac{1}{\alpha \cdot \eta}}$ (11)
Площадь теплообмена, отнесенная к внутренней поверхности	м^2	$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta T_{л}}$ (12)
Длина одной трубки	м	$L = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot n}$ (13)

Результаты оптимизационных расчетов
Необходимость оптимизации конструкции теплообменников была связана с проектированием

аппарата для первичного концентрирования неонгелиевой смеси (АПК) [11, 12]. Поскольку смесь поступала на обогащение с температурой окружающей среды, а рабочая температура составляла 80 К, установка включала теплообменник-рекуператор.

Параметры потоков: концентрация Ne-He в прямом потоке – 1...2 %, температура смеси на входе в теплообменный аппарат – $T_1 = 300 \text{ К}$, давление – 0,6 МПа, расход – $200 \text{ нм}^3/\text{ч}$. Поскольку концентрация Ne-He в исходной смеси невелика, расчеты производились для чистого азота.

Давление обратного потока – 0,12 МПа, температуры $T_9 = 78,82 \text{ К}$, $T_{10} = 280 \text{ К}$. Обратный поток – практически чистый азот.

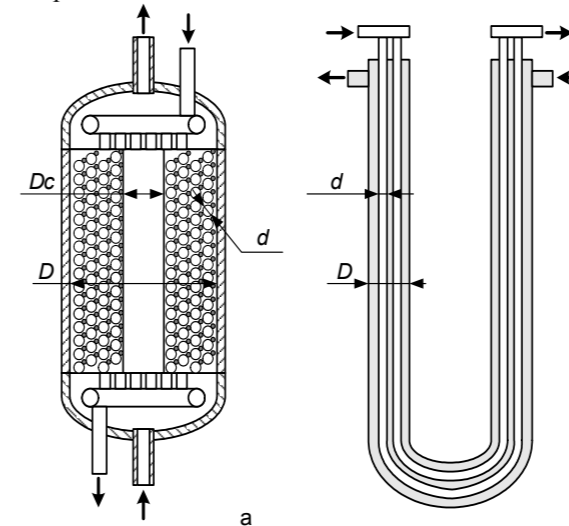


Рис. 1. Конструкции теплообменных аппаратов, применяемых в опытно-промышленных установках по обогащению и очистке инертных газов

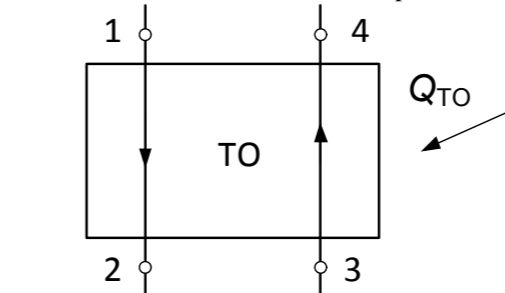


Рис. 2 – Схема потоков (к методике расчета теплообменников-рекуператоров)

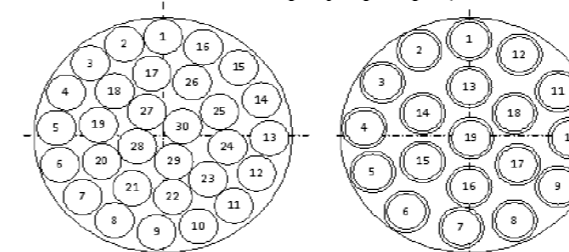


Рис. 3. Размещение труб внутри кожуха U-образного теплообменника для гладких и оребренных проволокой трубок $d = 12 \times 1 \text{ мм}$ и диаметра кожуха $D = 80 \text{ мм}$

На рис. 3 показаны варианты расположения труб в U-образном теплообменнике, а в табл. 2 – исходные данные, принятые в расчетах. Теплоприток к аппарату $Q_{ТО} = 30 \text{ Вт}$. Для оребрения была использована медная проволока диаметром 1,5 мм с шагом 5 мм. Термодинамические свойства азота были взяты из программы расчета термодинамических свойств Refprop-8 [13].

Оптимизация теплообменных аппаратов производилась по трем критериям: поверхности теплообмена, сопротивлению в межтрубном пространстве и металлоемкости аппарата. Результаты расчетов представлены на рисунках 4-7.

Таблица 2
Исходные данные для расчетов

Параметр	Ед. изм.	Величина					
Витой теплообменник							
Диаметр сердечника D	мм	130					
Диаметр трубки d	мм	10×1	12×1	14×1			
Число труб с оребрением n	шт.	26	16	11			
U-образный теплообменник							
Диаметр кожуха D	мм	50			80		
Диаметр трубки d	мм	10×1	12×1	14×1	10×1	12×1	14×1
Число труб без оребрения n	шт.	15	12	8	43	30	22
Число труб с оребрением n	шт.	13	8	7	24	19	16

Расчетные исследования показали (рис. 4), что для U-образного теплообменника поверхность теплообмена значительно (в 2...2,5 раза) меньше, чем для витого аппарата с плотной навивкой. Оребрение проволокой, как и ожидалось, приводит к интенсификации теплообмена в межтрубном пространстве. Это связано с тем, что увеличивается теплообменная поверхность со стороны потока с меньшим коэффициентом теплоотдачи. Увеличивается площадь поперечного сечения, не занятого трубками. Однако наличие ребер приводит к дополнительной турбулизации потока и увеличению потерь давления (см. рис. 5). Сопротивление при движении потока в межтрубном пространстве для U-образного теплообменника с оребренными трубками, смонтированного в большем кожухе ($80 \text{ мм} > 50 \text{ мм}$) ниже, чем для других вариантов, в том числе и витого (см. рис. 6).

Для передачи заданного теплового потока витой теплообменный аппарат получается большим по массе. В частности, масса медной трубки в 1,2...3 раза больше, чем для U-образного (в зависимости от конструкции). Наиболее эффективным для исследуемого случая является U-образный теплообменный аппарат с диаметром кожуха 80 мм.

В результате исследований был создан и испытан аппарат для первичного концентрирования неонгелиевой смеси с расходом на входе $200 \text{ нм}^3/\text{ч}$. В результате обогащения смеси с кон-

центрацией 1.2 % на входе было получено 60...90 % Ne-Ne на выходе. Коэффициент извлечения составил более 99 % [12].

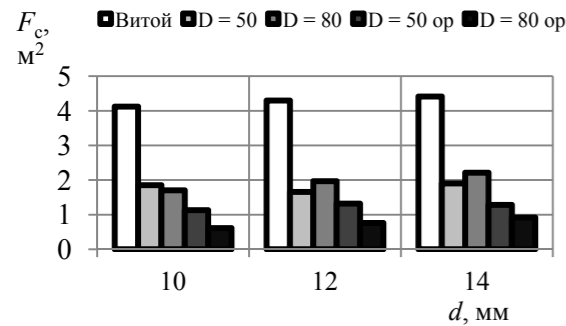


Рис. 4. Поверхность теплообмена в зависимости от конструкции аппарата

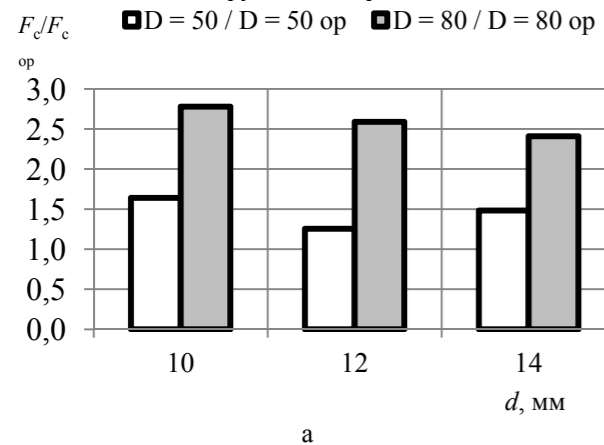


Рис. 6. Влияние оребрения на величину теплообменной поверхности (а) и потерь давления в межтрубном пространстве (б)

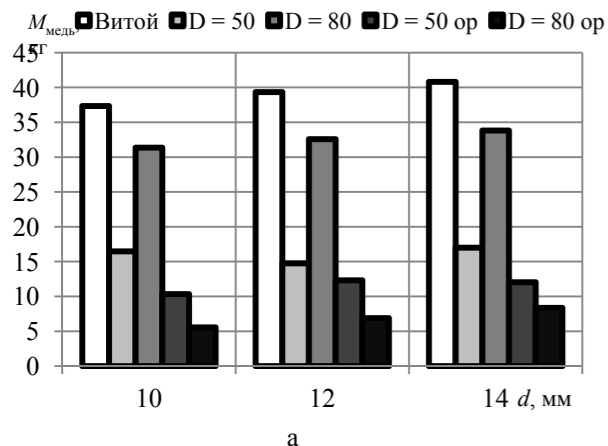


Рис. 7. Масса меди (а) и стали (б) для изготовления деталей теплообменного аппарата в зависимости от его конструкции

Выводы

Оптимизационные расчеты, произведенные в процессе создания АПК, показали, что наряду с витыми, в качестве теплообменников-рекуператоров можно использовать U-образные теплообменные аппараты. Для условий, заданных в процессе исследований:

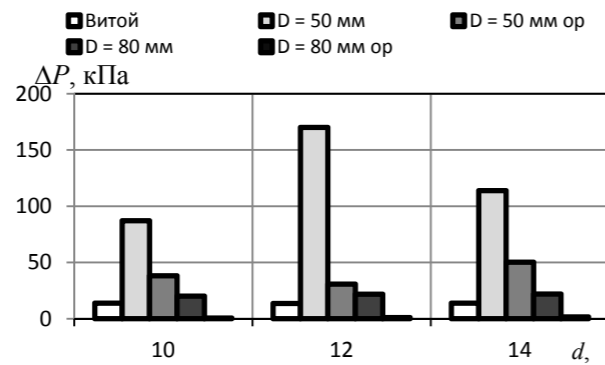
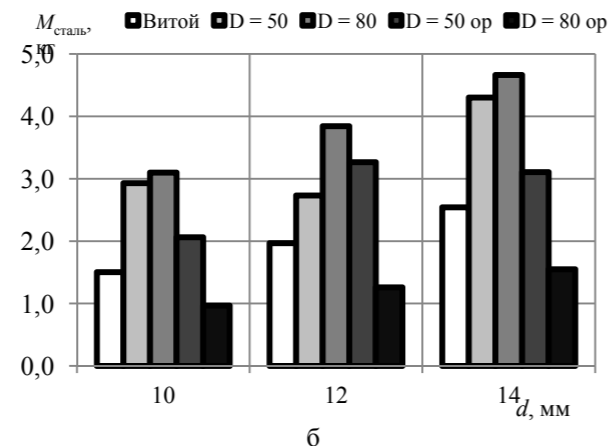
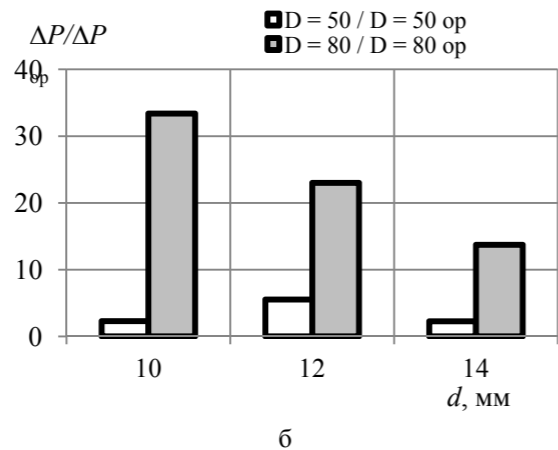


Рис. 5. Потери давления в межтрубном пространстве для двух типов теплообменных аппаратов в зависимости от диаметра трубки и наличия оребрения



- поверхность теплообмена для U-образного теплообменника в 2...2,5 раза меньше, чем для витого аппарата с плотной навивкой. При этом потери давления в зависимости от компоновки и оребрения поверхности могут быть значительно ниже, чем в классическом варианте;
- для передачи заданного теплового потока витой теплообменный аппарат в 1,2...3 раза больше по массе;
- оребрение наружной поверхности трубок приводит к увеличению коэффициента теплопере-

дачи в межтрубном пространстве. Однако наличие потока и в некоторых случаях к уменьшению потерь приводит к дополнительной турбулизации ть давления.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник по теплообменникам: в 2 т.: [пер. с англ.] / [Под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова]. – Т.1. – М.: Энергоатомиздат. – 1987. – 560 с.
2. Промышленные теплообменные процессы и установки [Текст] / [Под ред. А.М.Бакластова]. – М.: Энергоатомиздат. – 1986. – 228 с.
3. Плановский, А.Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии [Текст] / А.Н. Плановский, П.И. Николаев. – М.: «Химия». – 1987. – 496 с.
4. Теплопередача при низких температурах / [Под ред. У Фроста]. – М.: изд. «Мир». – 1977. – 391 с.
5. Архаров, А.М. Криогенные системы [Текст] / Архаров А.М., Марфенина И.В., Микулин В.И. – М.: Машиностроение. – Т.2. – 1999. – 311 с.
6. Григорьев, В.А. Тепло- массообменные аппараты криогенной техники [Текст] / В.А. Григорьев, Ю.И. Крохин. – М.: Энергия, 1982. – 311 с.
7. Примеры расчетов установок глубокого охлаждения [Текст] / [Под ред. С.С. Будневича]. – Л.: Машиностроение, 1979. – 367 с.
8. Исаченко, В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. Изд 2-е. – М.: «Энергия». – 1969. – 440 с., с ил.
9. Погорелов, А.И. Теплообмен (основы и теория расчета): учебное пособие для вузов [Текст] / А.И. Погорелов. – Одесса: Черноморье. – 1999. – 128 с.
10. Авчухов, В.В. Задачник по процессам теплообмена: учеб. пособие для вузов [Текст] / В.В. Авчухов, Б.Я. Паюсте. – М.: Энергоатомиздат. – 1986. – 144 с.
11. Дьяченко, Т.В. Получения неона и гелия из низкопотенциальных газовых смесей методом фазовой сепарации. Автореф. дисс. на соиск. ст. канд. техн. наук по спец.: 05.14.06 – «Техническая теплофизика и промышленная теплоэнергетика». – Одесса: ОГАХ, 2011. – 20 с.
12. Бондаренко, В.Л. Альтернативные технологии получения концентратов редких газов [Текст] / В.Л. Бондаренко, Н.П. Лосяков, Т.В. Дьяченко и др. // Технические газы. – 2011. – № 1. – С. 16-26.
13. Fluid Thermodynamic and Transport Properties of Refrigerants and Refrigerant Mixtures (REFPROP, Version 8.0): [U.S. Department of Commerce] // National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland. – NIST. – 2007.

Отримано редакцію 11.2013 р.

УДК 796/799: 614.39

DIMKA NESTOROVA, Senior Lecturer Dr., University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria
TANYA KOLEVA, Senior Lecturer Dr., Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

PHYSICAL EDUCATION IN AID OF HEALTH EDUCATION USING THE TEST "SF-36" AS A MONITORING OF THE HEALTHY CONDITION OF STUDENTS

This study presents our experience with the capabilities of physical training on the motivation of students for a healthy lifestyle. The SF-36 survey was used to monitor mental and physical condition of students from the University of Food Technologies in Plovdiv and the Agricultural University in Plovdiv. There are very low levels along the lines of limiting physical and social functions of the respondents. Admittedly, political-economic and social situation in Bulgaria contributes significantly to the respective self-assessments of students but it is undisputed that by implementing multi-dimensional functions – educational, motion-developing, instructive, and communicational, physical education is assigned the responsibility for the primary health prevention of the nation.

Keywords: physical education, health education, the SF-36 survey.

Это исследование представляет наш опыт с возможностями физической культуры на мотивацию студентов к здоровому образу жизни. Опрос SF-36 используется для контроля психического и физического состояния студентов из Университета пищевых технологий в Пловдиве и сельскохозяйственного университета в Пловдиве. Есть очень низкие уровни по линиям ограничения физических и социальных функций респондентов. Правда, политико-экономическая и социальная ситуация в Болгарии в значительной степени способствует соответствующих самооценок студентов, но бесспорно, что путем внедрения многомерные функции – образовательные, движение-разработки, поучительно и коммуникационной, физкультура назначается на себя ответственность за первичная профилактика здоровья нации.

Ключевые слова: физическое воспитание, здоровьесоздание, исследование SF-36.

Physical education in an organized form serves and facilitates the natural ontogenetic processes in the

development of the human body. It is a universally accepted fact in the theories of the most famous representatives of pedagogical thought, renowned thinkers and philosophers. Therefore, as a form of impact for the all-round development of man, physical education is practiced in all the established educational systems in the world, in the past (in the countries of the Ancient East, Ancient India, Ancient Greece, etc.) and today in all levels of education - secondary and university.

A new enlightenment of the interest to a vast theoretical and practically applicable area, abbreviated with name "quality of life", has been observed in the past years [4]. This is a large concept, which is a subject to a number of international surveys (EurLIFE, ESSI) [1]. In this respect, the new guidelines in the development of physical education as part of the university education should be aimed at preparing and encouraging students for leading a high-quality life.

The hypothesis in this study is based on the assumption that the existence of theoretical knowledge related to the characteristics of students' lifestyle (healthy and unhealthy) and a presentation of methods for testing and self-diagnosis of their health status would have a positive influence not only on their motivation for the mandatory sports activities in the University, but it would support a continued interest in permanent physical activity and striving for a healthy lifestyle.

In this context, the aim of this study was raising health awareness of students from different universities in Plovdiv by presenting the theoretical knowledge and self-assessment methods in the mandatory classes in physical education.

To achieve the objective, the following tasks were executed:

1. Development of a basic theme for a healthy lifestyle.
2. Diagnosis of the psycho-physical condition of the students through the SF-36 survey.

Methodology of the study

– *Analysis of the available literature* – preparation for themes to facilitate health education and a choice of method for monitoring the health status of the students.

– *A survey* - carried out by means of the SF-36 Health Survey. One of the widely used tests for assessing the health-related quality of life (HRQOL) is the SF-36 Survey [11]. This is a multidirectional brief questionnaire form for analysis of psychometric health indicators related to the psychophysical condition of the individual [6, 8, 10]. The basic concept in creating the SF-36 test is the analysis of 36 questions – 11 questions with sub-questions concerning the physical and mental health and the social activity [3, 7, 9]. The analysis is done in 8 directions: 1. Limitation in physical activities because of health problems (Physical Functioning); 2. Limitations in usual role activities because of physical health problems (Role Physical); 3. Bodily pain; 4. General health perception (General health); 5. Vitality (energy and fatigue); 6. Limitation in social activities due to physical or emotional problems (Social Functioning); 7. Limitation in usual role activities because of emotional problems (Role Emotional) and 8. Mental health (psychological distress and well-being); which in turn are analyzed under two common indicators that provide information on the physical and the mental health of the respondents.

– *Fact-finding and diagnostic research* conducted in 2009/2010 and 2012/2013 academic years. The contingent respondents consisted of 65 male students and 147 female students from the University of Food Technologies, Plovdiv (UFT) and the Agricultural University of Plovdiv (AU).

– *Mathematical and statistical methods* – the statistical processing of the results was an analysis of variance performed using the standard formulas of the Microsoft Excel 2000 software.

Interpretation of results

The knowledge presented in the mandatory physical education classes for increasing the health competencies of the students are illustrated in Figure 1.

The accent in the so-called short lectures presented within 15 minutes in 30 regular classes was, on the one hand, to introduce students to the changes in all organs and body systems that occur as a result of immobility and the modern way of life, the negative effects (enemy number 1), the excessive use of alcohol,

unbalanced nutrition, smoking, drugs and other narcotic substance abuse, and, on the other hand, to provide an alternative resources for humans to lead a full and healthy lifestyle including moderate and regular physical activity, a balanced diet, non-smoking, and moderate use of alcohol.

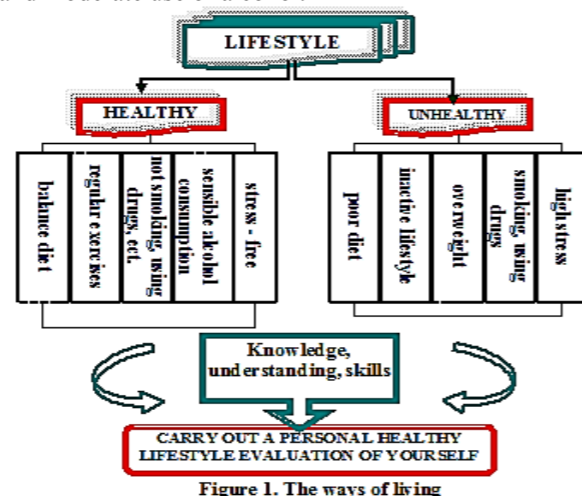


Figure 1. The ways of living

At the end of the semester we conducted the SF-36 test. The obtained data were statistically processed and presented in Table 1 and their graphical illustration is given in Figure 2.

When analyzing the results it has to be taken into account that the SF-36 survey is subjective to a certain degree due to the fact that the separate questions refer mainly to the personal perception of health and give an opportunity for a personal interpretation of the concepts about the levels of the responses, and do not show any objectively measured criteria.

The different dimensions had the respective means: *Physical Functioning* – 86.9 for male and 87.3 for female, *General Health* – accordingly 77 and 74.9, and *Vitality* - 67.4 and 60.3. Thus they were a little bit over, covered or came close to the respective norms of 84.2, 71.9 and 60.9. The results were far away of the maximum of 100 points for excellent health and according to us this result was unsatisfactory in view of the age of the contingent of the respondents. Furthermore, the dimensions *Social Functioning* (with the values of 64.4 for male students and 58.3 for female students), and *Mental Health* (with 65.9 and 61.9, respectively) did not even come close to the average values with norms of approximately 83.3 and 74.7. It has been found that the dimensions *Vitality*, *Social Functioning* and *General Feeling for Health* are the components that also correlate to the highest degree with the two indicators of the physical and the mental condition. The values of the dimensions *Role Limitations Due to Physical Health* - 57.3 and 49.1, and *Bodily Pain* - 67.7 and 56.5, accordingly for male and female students, are considerably lower than the norms of 80.9 and 75.2, which shows that the students do not suffer from any illnesses accompanied with a clearly expressed or permanent pain, but would rather

tend to experience light, temporary physiological sicknesses. The average value of *Mental Health* is get near to norms, in contrast to *Role emotional* (limitations are a result of an emotional condition) - 33.3 (male) and 24.9 (female) with a norm of 81.3. This gives us a reason to presume that the respondents have strong or too continual emotional problems. It is known that to a higher degree the mental health

depends on the extent of the positive feelings people experience, and it is of great importance for the general wellbeing and prosperity. Unfortunately, mental health is not given as much attention as the physical condition, and often the problems connected to mental health are widely and systematically underestimated and ignored by the individuals in society.

Table 1

Analysis of variance of the SF-36 survey of students at the age of 18-22 years

DIMENSIONS	Physical Functioning	Role-Physical	Bodily Pain	General Health	Vitality	Social Functioning	Role-Emotional	Mental Health
MALE								
Mean	86.9	57.3	67.7	77	67.4	64.4	33.3	65.9
Standard Error	1.9	3.18	2.59	2.6	2.34	2.76	3.27	2.68
Standard Deviation	15.3	25.7	20.9	21	18.9	22.2	26.4	21.6
Sample Variance	235	659	436	443	356	494	694	466
Count	65	65	65	65	65	65	65	65
Confidence Level(95.0 %)	3.8	6.36	5.18	5.2	4.67	5.51	6.53	5.35
FEMALE								
Mean	87.3	49.1	56.5	74.9	60.3	58.3	24.9	61.9
Standard Error	1.16	3.14	1.99	2.1	2.37	3.16	2.75	2.56
Standard Deviation	9.22	25.1	14.4	16	18.3	23.8	21	19.9
Sample Variance	85.7	635	223	253	334	573	444	398
Count	147	147	147	147	147	147	147	147
Confidence Level(95.0 %)	2.33	6.31	4.01	4.2	4.77	6.36	5.53	5.15

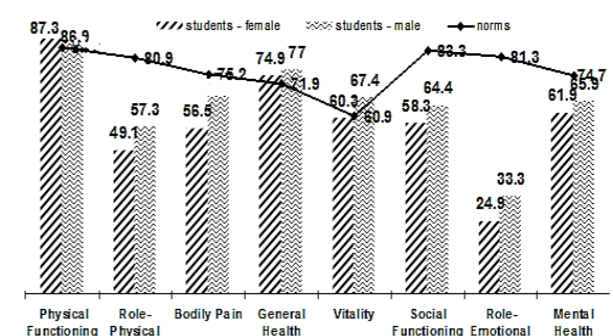


Fig. 2. SF-36 test norms and results of students (age 18-22) female and male

In conclusion we can say the following.

As a result of the presented knowledge, we provoked a positive attitude on the behalf of the students, laying down the foundations for understanding the importance of the problem, which resulted in an increase of their competences and making conscious choices about healthy lifestyle.

We can summarize that the SF-36 test is informative enough, which allows it to be durably integrated in the Bulgarian practice as one of the indicators of assessing the quality of life of people. The

REFERENCES

1. The European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. The First European Quality of Life Survey (EQLS) – the quality of life in Bulgaria and Romania. 2006. www.eurofound.eu.int
2. Любенова, Д. Оценка на качеството на живот с 36-точкова скала. Кинезиология, С. 2006, бр.2, стр. 3-10.
3. Петрова, Г. Метод разход-ползност. www.pharmac.net/Pharmacoeconomist_Lekcii_Petrova/Thema6.pdf
4. Тилкиджиев, Н. Качество на живот и щастие: европейски ренесанс на една традиция. Отвѣд дисциплинарните (само) ограничение (Сборник в чест на проф. Елена Михайловска), УИ „Св. Климент Охридски“, С., 2006, с. 122-144. www.omga.bg/INSTITUT/NIKI/quality_of_life_and_hapiness.htm

5. Хофман, Д. Приложение на епидемиологичните принципи за подобряване на клиничните резултати. сп. Здравен мениджмент, том. 3, 2003, бр. 4.
 6. Gandek, B. Interpreting the SF-36 Health Survey. www.cacr.ca/news/2002
 7. Institute for algorithmic medicine. Short form-36 (SF-36) Health Survey. www.medalreg.com
 8. Ware, J. SF-36 Health Survey Update Spine 2000, 25-3130-3139. www.qualitymetric.com/sf36/spine.pdf
 9. www.sf-36.org
 10. www.qualitymetric.com
 11. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15490932

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 39.76

ПОБЕРЕЗКИН А.А., канд. техн. наук, доцент, ХЛИЕВА О.Я., канд. техн. наук, доцент, КУЗНЕЦОВ И.О., канд. техн. наук, доцент

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики имени проф. В.С. Мартыновского
 Одесской национальной академии пищевых технологий

АЛЬ-ДАНДАЛ РАЕД, преподаватель

Техникум газовой и нефтяной промышленности
 Одесской национальной академии пищевых технологий

ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОТУРБУЛЕНТНЫХ ПРИСАДОК НА ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Изучено влияние растворов полимеров (в малых количествах) на коэффициент гидравлического трения при турбулентном течении в трубах, с целью применения этой теории на нефтепроводах Украины. Обоснованы модели для расчета коэффициента гидравлического трения λ при турбулентном течении нефти и нефтепродуктов с противотурбулентными присадками. Выполнен сравнительный расчет потерь напора при транспортировке нефти по участку магистрального трубопровода Одесса-Броды с введением противотурбулентных присадок и без них.

Ключевые слова: нефть и нефтепродукты, магистральный нефтепровод, противотурбулентные присадки, потери напора.

Influence of solutions of polymers (in small quantities) on coefficient of hydraulic friction at turbulent flow in pipes is studied. Application of this theory on oil pipelines of Ukraine is considered. Models for calculation of coefficient of hydraulic friction λ at turbulent flow of oil and oil products with antiturbulent additives are proved. Comparative calculation of losses of a pressure when transporting oil on a site of the main pipeline Odessa-Fords with introduction of antiturbulent additives and without them is executed.

Keywords: Oil and oil products, a site of the main pipeline, antiturbulent additives, the loss of pressure.

В настоящее время одной из актуальных проблем трубопроводного транспорта является уменьшение аварийности за счет снижения рабочих давлений. Это приводит к снижению пропускной способности магистралей. Следует также отметить, что при транспортировке нефти и нефтепродуктов по трубопроводам значительную долю эксплуатационных затрат составляет плата за потребляемую энергию. В связи с этим, улучшение параметров работы нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, а именно – уменьшение рабочих давлений, увеличение производительности, снижение энергозатрат на перекачку является актуальной задачей.

В настоящее время в мире накоплен значительный опыт применения противотурбулентных присадок (ПТП). Их используют для увеличения производительности действующих трубопроводов. Попутно достигаемым эффектом является умень-

шение давления, развиваемое НПС, и потребляемой ими энергии.

Методы решения поставленных задач:

1. Изучение влияния концентрации ПТП на величину коэффициента гидравлического трения при течении иракских нефтей и последующее применение этой методики для нефти, транспортируемой по территории Украины.

2. Аналитическое решение задач по выбору концентрации ПТП для увеличения производительности нефтепроводов, уменьшения энергозатрат на перекачку, уменьшения давления в заданной точке нефтепровода, а также определение оптимальной концентрации ПТП.

Первое сообщение о снижении гидродинамического сопротивления течению жидкостей в трубопроводах при применении высокомолекулярных полимеров принадлежит Б.А. Томсу [1], который установил, что при турбулентном течении разбавленного (0,25 %) раствора полиметилметакрилата в хлорбензоле коэффициент гидравлического трения снижается на 50 %. В тот же период были проведены исследования, показавшие, что при турбулентном течении бензина, загущенного алюминиевыми мылами, потери давления на единице длины трубы меньше, чем в случае течения чистого бензина [2].

В дальнейшем было открыто много других систем, обладающих свойством снижать гидравлическое сопротивление: растворы полиэтиленоксида в воде, полиакриламида, гуаровой смолы в воде, полиметилакрилата в ацетоне, полиизобутилена в циклогексане, бензоле и нефти, растворы натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы в воде, льняной муки в морской воде, полистиролсульфонатанатрия в воде, γ -полисахаридов в воде, дезоксирибонуклеиновой кислоты в воде и др. [2-7].

Проанализировав экспериментальные данные отечественных и зарубежных ученых [8, 9] можно сделать следующие выводы:

1) высокомолекулярные присадки уменьшают гидравлическое сопротивление только при развитии турбулентного течения;

2) положительный эффект снижения коэффициента гидравлического трения λ растёт по мере увеличения числа Рейнольдса и молярной массы присадки;

3) имеется некоторое оптимальное значение концентрации присадки, при котором эффект уменьшения гидравлического сопротивления максимален;

4) уменьшение диаметра трубопровода ведёт к росту эффекта снижения сопротивления;

5) после прохождения через насосные станции положительное действие присадки резко снижается.

В связи с очевидными достоинствами применения высокомолекулярных веществ в трубопроводном транспорте учёными были предприняты значительные усилия по целенаправленному синтезу ПТП.

В формулу ПТП входят активное вещество (полимер) и другие компоненты, назначением которых является придание присадке таких качеств, как лёгкость закачки, дозировки и смешивания с перекачиваемой по трубопроводу нефтью.

Для снижения гидравлического сопротивления используются гелеобразные и дисперсионные

ПТП. В присадках первого типа высокомолекулярный полимер растворён в углеводородном растворителе, а в дисперсионных присадках гидравлически активная часть представляет собой суспензию на водной или углеводородной основе.

Основные требования, предъявляемые к ПТП: они не должны вступать в химическое взаимодействие с нефтепродуктами, изменять их химический состав и, таким образом, не вызывать побочных эффектов, как в процессе перекачки, так и при переработке нефти. Помимо химического состава, важным критерием оценки качества присадки является чистота ее активного компонента. Чистота полимера и отсутствие в нем посторонних реактивов, гарантируется технологическим уровнем предприятия, на котором он производится. Особое значение здесь приобретает выбранная технология катализа. Именно катализ и полимеризация являются важнейшими составляющими всего процесса производства ПТП [10, 11].

Наибольшее применение за рубежом получили ПТП марок CDR-102 и LiquidPower™ фирмы «Conoco» (США), FLO-XL фирмы «Baker Pipeline Products», Necadd-547 фирмы «FortumOiland-Gas Oy» (Финляндия) и ВИОЛ, разработанная в Томском политехническом институте. Характеристика некоторых из них приведена в таблице 1 [12, 13].

Таблица 1

Основные показатели некоторых типов ПТП

Показатели	Характеристика показателей для присадок марки			
	Liquid Power™	FLO-XL	Necadd-547	ВИОЛ
Агрегатное состояние	дисперсия	дисперсия	гель	гель
Цвет	белый	серый	бесцветный	желтоватый
Плотность, кг/м ³	970	960	769	800
Динамическая вязкость при 293К, мПа·с	250...400	200...250		
Содержание гидравлически активного полимера в товарной форме присадки, % масс	23,7		5,5	10

Присадка обычно вводится в трубопровод на головной станции, где она хранится в специальном контейнере при избыточном давлении порядка 0,2 МПа и оттуда поступает через счетчик во всасывающую линию насосов за счет перепада давления. Поскольку присадка является неньютоновской средой, фирма "Conoco" разработала специальное инжекционное устройство для равномерного впрыскивания присадки в основной трубопровод.

Эти устройства уже используются на трех технологических платформах в Северном море, от которых берут начало магистральные подводные нефтепроводы. Применение присадки CDR-102 на подводном нефтепроводе диаметром 600...650 мм и длиной 132 км, проложенном в континентальном шельфе Австралии, позволило увеличить подачу нефти по этому нефтепроводу с 74 до 84 тыс. м³/сут.

При воздействии высокомолекулярных веществ на турбулентный поток величина λ уменьшается даже при увеличении числа Рейнольдса. При обобщении опытных данных по гидравличе-

ским сопротивлениям при течении неньютоновских жидкостей (высокопарафинистые нефти, водонефтяные эмульсии и др.) используется понятие эффективного числа Рейнольдса. Поэтому предположение о введении такого же понятия в реологию растворов полимеров вполне оправдано.

Проанализировав данные про применение противотурбулентных присадок для транспорта Иракских нефтей, можно сказать об их эффективном применении и для транспорта нефти по трубопроводам Украины. Ожидается, что применение противотурбулентных присадок в нашей стране позволит увеличить пропускную способность нефтепроводов, уменьшить количество лупингов.

Для оценки целесообразности применения противотурбулентных присадок необходимо провести сравнительные расчеты потерь напора при транспорте нефти без присадок и с присадками.

Примем эффективное число Рейнольдса при турбулентном режиме перекачки нефти и нефте-

продуктов с противотурбулентными присадками (в общем – с малыми добавками полимеров):

$$Re_n = Re_0 \cdot (1 + De^2), \quad (1)$$

где Re_0 – число Рейнольдса при тех же в условиях, но в отсутствие присадки; De – число Деборы, учитывающее упругие свойства растворов полимеров и зависящее от длины трубы, ее диаметра и от времени релаксации.

При такой постановке задача прогнозирования величины Re_n сводится к разработке методики вычисления числа De .

Используя для коэффициента гидравлического трения обобщенную формулу:

$$\lambda = \frac{A}{Re^m}, \quad (2)$$

где A и m – коэффициенты в формуле Блазиуса, $A = 0.3164$, $m = 0.25$,

получим:

$$\left(\frac{A}{\lambda_n}\right)^{\frac{1}{m}} = \left(\frac{A}{\lambda_0}\right)^{\frac{1}{m}} \cdot (1 + De^2), \quad (3)$$

где λ_n – коэффициент гидравлического трения с применением ПТП; λ_0 – коэффициент гидравлического трения без применения ПТП.

Следовательно:

$$\lambda_n = \frac{\lambda_0}{(1 + De^2)^m}, \quad (4)$$

В [14-16] приведена эмпирическая формула для расчета числа Деборы:

$$De = 3.52 \cdot 10^{-3} \cdot \theta^{0.531} \cdot Re_0^{0.426}, \quad (5)$$

где θ – величина концентрации противотурбулентной присадки, г/т.

При использовании формулы (5) прогнозирование величины λ для нефтей по формуле (4) осуществляется со среднеквадратичной погрешностью не более 10 % [14-16].

Результаты расчетов потерь напора при транспорте нефти для участка трубопровода Одесса-Броды в случае применения ПТП и без их добавок приведены в таблице 2. В расчетах принята величина концентрации противотурбулентной присадки θ равная 20 г/т, согласно рекомендаций [14-16].

Кроме того, в литературе имеется формула для расчета числа Деборы для разных пар нефтепродукт/ПТП [17]:

$$De = a_0 \cdot \theta^{a_1} \cdot Re_0^{a_2}, \quad (6)$$

Таблица 2

Расчетные данные по применению ПТП

	Без добавки противотурбулентных присадок	С добавкой противотурбулентных присадок в количестве $\theta=20$ г/т
Коэффициента гидравлического трения λ	0,018	0,011
Потери напора на трение, м	4451	2732
Гидравлического уклона магистрالی	$4,121 \cdot 10^{-3}$	$2,530 \cdot 10^{-3}$
Суммарной потери напора, м	4670	2917
Количества нефтеперекачивающих станций	7	4
Расстояния между нефтеперекачивающими станциями, км	85	147

где $a_0...a_2$ – эмпирические коэффициенты, которые определяются для каждой пары «полимер-растворитель» отдельно – таблица 3.

Таблица 3

Величины эмпирических коэффициентов в формуле (6)

Рабочая жидкость (растворитель)	Марка ПТП (полимер)	Величины коэффициентов			Средне квадратичная погрешность, %	Примечание
		a_0	a_1	a_2		
Керосин	Полиизо-бутилен	$4,08 \cdot 10^{-5}$	0	0,978	10,4	$\theta=500$ г/т
Керосин	Гудрон	$2,36 \cdot 10^{-5}$	0,995	0,280	8,1	-
Дизельное топливо	Neccad- 547	$6,51 \cdot 10^{-4}$	0,161	0,644	26,7	-
Смесь западно-казахстанских нефтей	FLO XL	$2,31 \cdot 10^{-4}$	0,453	0,529	3,4	-

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы о перспективах использования противотурбулентных присадок:

- увеличение расстояния между нефтеперекачивающими станциями, например, для преодоления участков, где сложно или материально не выгодно оборудовать насосные станции;
- увеличение производительности трубопроводов без его реконструкции, способствует возрастанию

производительности перекачки нефтепродуктов при тех же рабочих давлениях.

- уменьшение диаметра труб позволит значительно снизить экономические затраты на прокладку новых трубопроводов (снижение металлоемкости конструкций, уменьшение диаметров применяемых труб, снижение транспортных и монтажных расходов) при тех же объемах транспортируемой нефти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Toms B. A. Some observations on the flow of linear polymer solutions through straight tubes at large Reynolds numbers // Proc. 1st Intern. Congr. Rheol. North Holland. - 1948. - №2. - P. 135-141.
2. Бакарджиева В. И. Некоторые гидродинамические особенности применения полимерных добавок в трубопроводном транспорте // Дис. канд. техн. наук. — Уфа, 1974. — 112с.
3. Hoyt J. W., Fabula A. C. The effect of additives on fluid friction, Proc. 5th Symp. On Naval hydrodynamics. - Bergen. - 1964. - P. 947.
4. Elata C., Tirosh I. Frictional drag reduction // Israel journal of technology. 1966. - V. 4. - №1. — P. 4-7.
5. Whit A. A. Turbulent draft reduction with polymer additives. J. Mech. Eng. Sci.-1966. - V. 8. - №4. - P. 18-24.
6. Воронин Н.И., Шаховская Л.И., Кряжев Ю.Г. Влияние микроструктуры полиметилметакрилата на свойства разбавленных растворов в турбулентных условиях // ВМС. - 1977. - 19Б. - №4. - С. 306-307.
7. Лампи Дж. Л. Эффект Томса: аномальные явления при турбулентном течении разбавленных растворов линейных высокомолекулярных полимеров // Механика. - 1969. - №2. - С. 70-89.
8. Коршак А.А. Ресурсосберегающие методы и технологии при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов. — Уфа: Дизайн Полиграф Сервис, 2006. - 192с.
9. Иванова Ю. Ф., Чекалова Л. А. Экспериментальное исследование турбулентного течения слабых растворов полимеров в трубах различного диаметра // Инженерно-физический журнал. — 1971. — Т.21. №7. — С.6-11.
10. Ханну Х. Обеспечение качества нефти и нефтепродуктов при применении противотурбулентных присадок // ТХНП. - 2000. - № 4. - С. 21-22.
11. Харьохахо Х. Обеспечение качества нефти и нефтепродуктов при применении противотурбулентных присадок // Транспорт и хранение нефтепродуктов. - 2000. - №4. - С. 21-22.
12. Илюшников А. В., Манжай В. Н., Несын Г. В. Сравнительный анализ противотурбулентной эффективности отечественной и импортной присадок // Проблемы химии нефти и газа: Материалы конференции. Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН. - 2004. - С. 269-272.
13. Ерощкина И. И. Повышение пропускной способности магистральных нефтепродуктопроводов на основе применения противотурбулентных присадок: Дис. Канд. Техн. Наук. - М., 2003. - 146с.
14. Коршак А. А., Хуссейн М. Н. А. Условия эффективного применения противотурбулентной присадки при решении задачи увеличения производительности нефтепровода // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. - 2008. - № 1. - С. 41-45.
15. Коршак А. А., Хуссейн М. Н. А. Определение условий эффективного применения противотурбулентной присадки при решении задачи уменьшения энергозатрат на перекачку // Мировое сообщество: проблемы и пути решения: сборник научных статей. - 2008. — №23. - С. 78-80.
16. Коршак А. А., Хуссейн М. Н. А. Выбор концентрации противотурбулентной присадки для обеспечения безопасной эксплуатации нефтепроводов ограниченными по рабочему давлению // Промышленная безопасность на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах: материалы Международной научно- практической конференции. - Уфа. - 2008. - С. 273-275.
17. Walsh M. Theory of drag reduction in dilute high polymer flows // Trans. Soc. Rheol. - 1978. - V.27. - P. 134-137.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 621.577

КОНОВАЛОВ Д.В., канд. техн. наук, доцент, РАДЧЕНКО М.І. д-р. техн. наук, профессор, БОЙКО О.В., аспирант, ПЕКУН В.В., магістр

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова

СУДНОВА ГАЗОТУРБІННА УСТАНОВКА З ТЕРМОПРЕСОРНИМ ПІДВИЩЕННЯМ ТИСКУ В КОНТУРІ ПЕРЕРОЗШИРЕННЯ

Проаналізована ефективність застосування в газотурбінній установці додаткової турбіни перерозширення, що встановлюється після основної (силової) турбіни, з наступним підвищенням тиску продуктів згорання до атмосферного в термопресорі. Показано, що можливе істотне збільшення потужності газотурбінної установки та роботи турбіни перерозширення без підтискуючого компресора.

Ключові слова: газотурбінна установка, турбіна перерозширення, термопресор, компресор.

The effectiveness of application in gas turbine unit of addition turbine, mounted behind the main (power) turbine, with further increasing the pressure of combustion products up to the atmospheric pressure in the thermopressor was analyzed. The possibility to achieve a significant enhancement of gas turbine unit power and a performance of the over expansion turbine without a booster compressor has been shown.

Keywords: gas turbine, expansion turbine, thermopressor, compressor.

Газотурбінні двигуни широко застосовуються в стаціонарній і транспортній енергетиці, зокрема в судновій. Турбіни малої потужності (до 1 МВт) застосовуються в установках автономного енергозабезпечення та на малотоннажних суднах, зокрема на суднах на повітряній подушці в якості суднової електростанції. Так, приклад, на судні типу "Зубр" застосовуються турбіни малої потужності ГТГ-100 К (потужність 100 кВт). Енергетична установка "Зубру" складається

із привідних агрегатів сумарною потужністю 40 МВт для підтримання ходу судна та автономної електростанції потужністю 400 кВт, на базі ГТГ-100К. Основною перевагою газотурбінних установок (ГТУ) порівняно з поршневіми двигунами внутрішнього згорання є можливість політропного розширення робочого тіла (продуктів згорання) до атмосферного тиску. Одним із способів підвищення ефективності ГТУ є додаткове розширення продуктів згорання нижче атмосферного тиску в допоміжній турбіні, яка встановлюється після основної (силової) турбіни, тобто застосування турбіни перерозширення. Отримана в турбіні перерозширення потужність витрачається на стиснення відпрацьованих газів до атмосферного тиску компресором, а надлишкова потужність (понад споживану компресором) може передаватися на гребний вал або використовуватися для приводу електрогенератора [1].

Для охолодження газу в контурі перерозширення перспективним є застосування термопресора, в якому збільшення повного тиску газу відбувається у процесі миттєвого випаровування розпиленої в ньому води [2, 3]. При цьому вода упорскується в газовий потік, який рухається зі швидкістю, близькою до звукової. Питанням теорії робочих проце-

сів, конструювання та випробування термопресорів присвячені роботи [4–5]. В роботі [6] наведено результати теоретичного дослідження застосування термопресорного стиснення в контурі перерозширення ГТУ сумісно із додатковим охолоджувачем газу і дотискаючим компресором.

Для суден на повітряній подушці характерним є обмеженість по масі та об'єму машинного відділення (МВ), що робить встановлення додаткового габаритного обладнання вельми проблематичним. Проте термопресор є достатньо компактним апаратом, розміри якого дозволяють розміщувати його в обмеженому об'ємі МВ. Тому, вочевидь, його застосування в контурі перерозширення ГТУ, в якості компресора і охолоджувача одночасно, є доцільним.

Метою дослідження є оцінка ефективності застосування термопресорного підвищення тиску в контурі перерозширення суднової газотурбінної установки.

Схема додаткового контуру ГТУ із турбіною перерозширення і цикл такої установки наведені на рис. 1. Принцип роботи установки полягає в наступному: газ із тиском P_4 , що дорівнює атмосферному, і високою температурою ($400...600\text{ }^\circ\text{C}$) після ГТУ надходить на допоміжну турбіну, де політропно розширюється до тиску $P_5 = 0,35 \cdot 10^5\text{ Па}$ (процес 4–5). З метою зменшення роботи стиснення в компресорі газ охолоджують в холодильнику (процес 5–6). Внаслідок аеродинамічного опору ΔP теплообмінного апарата тиск $P_6 < P_5$. Холодний газ з температурою, наприклад, $t_3 = 50\text{ }^\circ\text{C}$ [1] (в залежності від температури охолоджуючої середовища) стискається турбокомпресором до атмосферного тиску (політропний процес 6–7). На T-S - діаграмі (рис. 1, б) ізобарний процес 7–1, що замикає цикл є умовним.

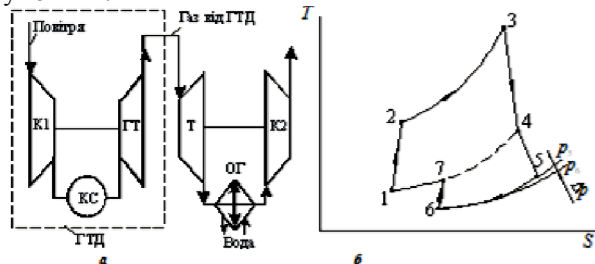


Рис. 1. Схема (а) та цикл (б) установки з турбіною перерозширення: ГТ – турбіна ГТУ; КС – камера згоряння; Т – турбіна перерозширення; К1, К2 – компресор; ОГ – охолоджувач газу

Охолоджувач газу ОГ і компресор К2 можна замінити компактним апаратом – термопресором, який поєднує одразу декілька функцій: охолодження і стиснення (рис. 2, а). Термопресор являє собою струменевий апарат, що складається із сопла і дифузора. До сопла підводиться газ з високою температурою. При витіканні з сопла тиск газу зменшується, а швидкість збільшується до

швидкості, близької звуковій. У розігнаний газовий потік на виході з сопла упорскують воду форсункою тонкого розпилю. За рахунок миттєвого випаровування крапель відбувається інтенсивне охолодження газу із одночасним підвищенням тиску (термогазодинамічний ефект).

В установці з термопресорним стисненням в контурі перерозширення газ після ГТУ надходить, як і в попередньому випадку, в допоміжну турбіну Т, де політропно розширюється до тиску P_2 (процес 4–5 на рис. 2, б).

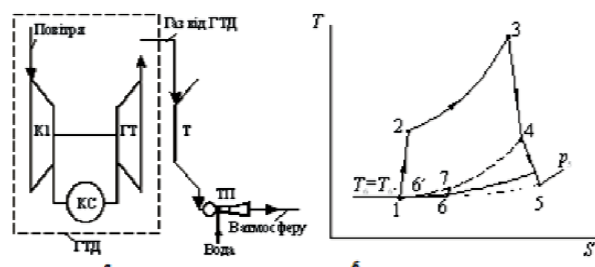


Рис. 2. Схема (а) і цикл (б) установки з турбіною перерозширення та термопресором: ГТ – турбіна ГТУ; КС – камера згоряння; Т – турбіна перерозширення; К1, К2 – компресор; ТП – термопресор

У соплі термопресора газ адиабатно розширюється до більш низького тиску і політропно стискається в дифузорі апарату до тиску $P_6' = P_{атм} > P_6$ (процес 5'–6'). Лінія 5'–6' являє собою умовний процес стиснення газового потоку в термопресорі. При забезпеченні в термопресорі такої ж глибини охолодження, як і в охолоджувачі газу, температури на виході будуть рівні: $T_6' = T_6 = 50\text{ }^\circ\text{C}$.

Аналіз ефективності суднової газотурбінної установки з термопресорним підвищенням тиску в контурі перерозширення було проведено для ГТУ малої потужності, які можуть бути рекомендовані для встановлення на суднах на повітряній подушці: ГТГ100К ("НВКГ "Зоря"-Машпроект", Україна), CapstoneC200 ("Capstone Turbine Corporation", США), Toyota 300A ("Toyota turbine system", Японія).

Вихідні дані для розрахунку: температура і витрата газу за ГТУ приймалася відповідно до характеристик ГТУ в залежності від температури повітря на вході в компресор. Температура газу за термопресором приймалася $t_6' = 50\text{ }^\circ\text{C}$. Характеристики термопресора розраховувалися за розробленим програмним комплексом на основі відомих методик [3, 4].

Застосування турбіни перерозширення знижує температуру газу t_{12} на виході з ГТУ на $50...60\text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 3, а), але тепловий потенціал відхідних газів для застосування в термопресорі досить великий: ГТГ100К ($N_e = 100\text{ кВт}$, $b_e = 575\text{ г/кВт}\cdot\text{год}$) – $t_{12} = 440...480\text{ }^\circ\text{C}$, Capstone C200 ($N_e = 200\text{ кВт}$, $b_e = 442\text{ г/кВт}\cdot\text{год}$) – $420...470\text{ }^\circ\text{C}$, Toyota 300A ($N_e = 300\text{ кВт}$, $b_e = 373\text{ г/кВт}\cdot\text{год}$) – $400...440\text{ }^\circ\text{C}$. При зниженні температури відхідних газів Δt_{TP} від

температури t_{12} на вході в термопресор до $50\text{ }^\circ\text{C}$ на виході можливе отримання значного збільшення тиску (рис. 3, б, в).

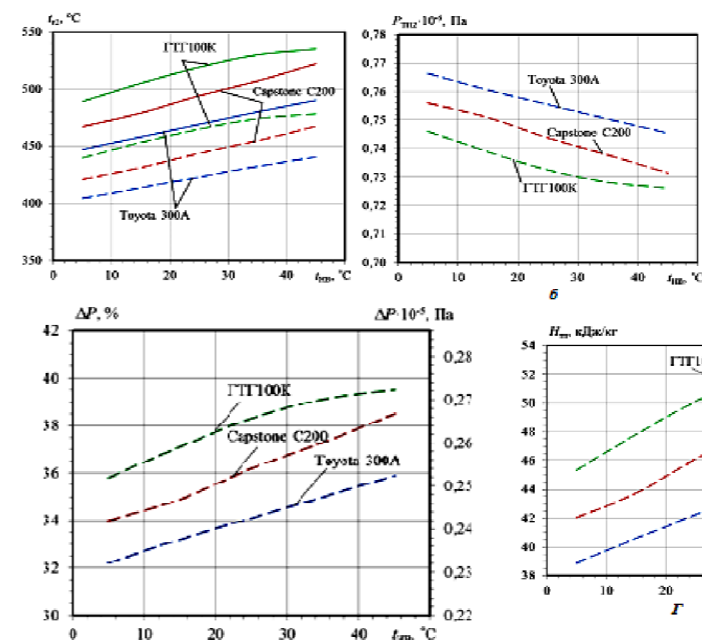


Рис. 3. Залежності температури відхідних газів за ГТУ t_{12} (а), тиску на виході з турбіни перерозширення (вхід в ТП) P_{TP2} (б), збільшення тиску в термопресорі ΔP (в) і роботи турбіни перерозширення N_{TP} та ступеня розширення газу в турбіні π_{TP} (г) від температури повітря на вході $t_{1в}$ для різних типів ГТУ: — — ГТУ без турбіни перерозширення; - - - - ГТУ з турбіною перерозширення

Дослідження показали, що збільшення тиску в термопресорі складає для ГТГ100К – $\Delta P = 36...40\%$, Capstone C200 – $35...38\%$, Toyota 300A – $32...36\%$. Досить великий перепад тиску пояснюється, відповідно великим перепадом температур в термопресорі, який складає $\Delta t_{TP} = 350...430\text{ }^\circ\text{C}$. Збільшення тиску в термопресорі дає змогу знизити тиск за турбіною перерозширення P_{TP2} (рис. 3, б): для ГТГ100К – на $0,725...0,745 \cdot 10^5\text{ Па}$, Capstone C200 – $0,730...0,755 \cdot 10^5\text{ Па}$, Toyota 300A – $0,745...0,765 \cdot 10^5\text{ Па}$. Це дозволяє збільшити ступінь розширення газу в турбіні π_{TP} з відповідним збільшенням потужності турбіни N_T (рис. 4, а): для ГТГ100К – на $60...70\text{ кВт}$, CapstoneC200 – $75...90\text{ кВт}$, Toyota 300A – $95...105\text{ кВт}$. При температурах $t_{1в} = 15...20\text{ }^\circ\text{C}$ значення потужності максимальне, що пояснюється протилежною поведінкою показників, від яких залежить N_T : витрата відхідних газів G_T при збільшенні $t_{1в}$ зменшується, а температура t_{12} збільшується з відповідним збільшенням тиску ΔP в термопресорі. Отримання додаткової потужності в турбіні перерозширення збільшує загальну потужність суднової ГТУ в порівнянні з базовою (рис. 4, б):

для ГТГ100К – на $25...37\text{ кВт}$ ($35...40\%$), CapstoneC 200 – $35...50\text{ кВт}$ ($20...25\%$), Toyota 300A – $50...65\text{ кВт}$ ($20...25\%$).

Масова доля води, що упорскуюється в термопресор, складає $G_w = 0,03...0,10$. Застосування термопресора сумісно з турбіною перерозширення більш ефективно при невеликих потужностях ГТУ (ГТГ100К), оскільки турбінами такого типу відповідають більш високі температури газу на виході t_{12} , а відтак і більш значення ΔP .

Результати теоретичного дослідження добре узгоджуються з експериментальними даними, отриманими в роботах [2, 4], де наведено збільшення тиску відхідних газів ГТУ термопресором на $10...25\%$.

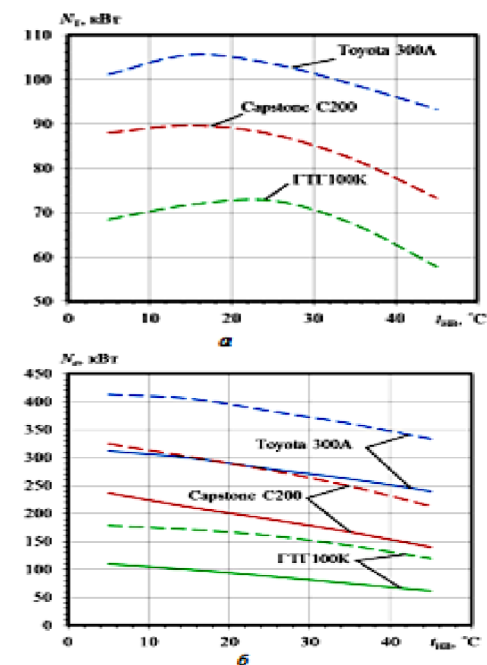


Рис. 4. Залежності потужності турбіни перерозширення N_T (а), ГТУ (б) від температури повітря на вході $t_{1в}$ для різних типів ГТУ: — — ГТУ без турбіни перерозширення; - - - - ГТУ з турбіною перерозширення

Висновки

1. Використання в ГТУ енергії продуктів згоряння шляхом їх розширення нижче атмосферного тиску в додатковій турбіні перерозширення, що встановлюється після основної (силової) турбіни, з подальшим

підвищення їх тиску в термопресорі забезпечує збільшення потужності ГТУ на 20...25 %.

2. Застосування термопресорного стиснення дозволяє поєднати в одному апараті (термопресорі) одразу декілька функцій: стиснення (компресор) і охолодження (охолоджувач газу), що в свою чергу,

дає можливість застосувати перерозширення газу в ГТУ на спеціалізованих суднах на повітряній подушці, де встановлення додаткового обладнання вельми проблематично через обмежений об'єм машинного відділення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bianchi, M.A. feasibility study of inverted Brayton cycle for gas turbine repowering [Текст] / M. Bianchi, G. Negri di Montenegro, A. Peretto, P.R. Spina. // Proceedings of ASME TURBO EXPO 2003. – Paper GT-2003-38186. – 8 p.
2. Ерофеев, В.Л. Экспериментальное исследование термопресора [Текст] / В.Л. Ерофеев // Тр. ленинградского ин-та водного транспорта. Судовые энергетические установки и техническая эксплуатация флота. – 1974. – вып. 147. – С. 25–30.
3. Вулис, Л.А. Термодинамика газовых потоков [Текст] / Л.А. Вулис – М.:Л.: Госэнергоиздат, 1950. – 304 с.
4. Степанов И.Р. Некоторые задачи движения газа и жидкости в каналах и трубопроводах энергоустановок [Текст] / И.Р. Степанов, В.И. Чудинов – Л.: Наука, 1977. – 200 с.
5. Живица, В.И. Интенсификация процессов в контактных охладителях аммиачных холодильных установок [Текст] / В.И. Живица // Холодильная техника и технология. – 2002. – № 2 (76). – С. 24–28.
6. Коновалов, Д.В. Газотурбинный двигатель простого цикла с турбиной перерасширения и термопресором [Текст] / Д.В. Коновалов, А.Н. Радченко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 10 (674). – С. 98–101.

Отримано редакцію 11.2013 р.

УДК 621.575.932:621.565.92

СЕЛИВАНОВ А.П., преподаватель первой категории

Одесский технический колледж ОНАПТ

ТИТЛОВ А.С., д-р техн. наук, профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий

РАЗРАБОТКА АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АППАРАТОВ, РАБОТАЮЩИХ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

На протяжении трёх лет была проведена серия опытов в условиях использования низкотемпературного потенциала окружающей среды с бытовым холодильником типа «ларь», оснащённым агрегатом абсорбционного типа. По результатам опытов был проведен анализ эффективности абсорбционного агрегата «сезонного» типа в сравнении с агрегатом, используемым в стандартных условиях, а также предварительное моделирование работы агрегата с целью определения перспективы применения потенциала окружающей среды для глобальной экономии энергоресурсов и возможности утилизации ненадёжных источников энергии в качестве движущей силы теплоиспользующей холодильной машины на протяжении длительного времени.

Ключевые слова: абсорбционная холодильная машина, холодильник «сезонного» типа, низкотемпературный потенциал окружающей среды, технологии «нечёткого» моделирования в многофакторных системах

For three years a series of experiences in conditions of use of low-temperature potential of environment with the household "chest" refrigerator equipped with the unit of absorbing type was carried out. By results of experiences the analysis of efficiency of the absorbing unit of "seasonal" type in comparison with the unit used in standard conditions, and also preliminary modeling of operation of the unit for the purpose of definition of prospect of use of potential of environment for global economy of energy resources and possibility of utilization of unreliable power sources as a driving force of the heat using refrigerator throughout a long time was carried out.

Key words: the absorbing refrigerator, the refrigerator of "seasonal" type, low-temperature potential of environment, technology of "indistinct" modeling in multiple-factor systems

Невозможно представить себе жизнь современного человека без использования искусственного холода во всех его проявлениях. Использование холодильников, морозильников, минихолодильников и кондиционеров является необходимым элементом быта каждой семьи. Вместе с тем анализ потребительского рынка бытовой холодильной

техники на территории Украины и других государств постсоветского пространства показывает перенасыщение оборудованием ведущих фирм Европы, США, Юго-Восточной Азии и Японии в рамках агрессивной ценовой политики и практически полное отсутствие отечественных моделей по ценам, доступным основной части населения.

Экономическая ситуация в Украине не позволяет развернуть стабильное производство пароконденсационной холодильной техники и обеспечить резкое увеличение выпуска бытовой холодильной техники по относительно низким ценам можно только за счёт моделей абсорбционного типа. Это связано с тем, что затраты на расширение и модернизацию их производства значительно ниже по сравнению с компрессионными аналогами, и, кроме того, себестоимость абсорбционных моделей до 50% ниже из-за отсутствия в конструкции дорогостоящего компрессора и использования трубопроводов и теплообменных аппаратов из черных металлов.

Также отсутствие компрессора определяет более высокую надёжность и ресурс абсорбционных моделей, а также их практическую бесшумность в работе [1]. Характерной особенностью абсорбционных холодильников является возможность использования для их работы различных неэлектрических источников энергии (газ, биогаз, керосин, бензин, сбросовое тепло и т.д.), а также возможность работы на электрических источниках низкого качества. Падение напряжения в сети до 160 В, что

характерно для сельской местности, практически не оказывает влияния на их работоспособность.

Немаловажным аспектом разработок абсорбционных моделей является озонобезопасность их рабочего тела (водоаммиачная смесь и водород). Проблемы перехода на экологически безопасные хладагенты (поиск новых синтетических масел; низкая энергетическая эффективность новых экологически безопасных хладагентов; недостаточный профессиональный уровень разработчиков и обслуживающего персонала) заставляют разработчиков бытовой и торговой холодильной техники обращать пристальное внимание на холодильные аппараты с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами (АДХМ).

Переход на озонобезопасные хладагенты, осуществляемый в бытовой холодильной технике, является довольно сложным и не может быть освоен большинством производителей даже мирового уровня.

Рабочее тело АДХМ – водоаммиачный раствор с добавкой «инертного» газа – водорода, гелия либо их смеси абсолютно экологически безопасно – имеет нулевые значения озоноразрушающего потенциала и потенциала «парникового» эффекта [1]. Основными разработчиками и производителями абсорбционной бытовой холодильной техники за рубежом являются европейские фирмы «Elektrosuisse-Valentini» (Италия), «Electrolux» (Швеция), имеющая также филиалы в Великобритании, Дании, Франции, Германии, Швейцарии, Люксембурге, Италии и «Sibir» (Швейцария) [2].

Производством бытовой абсорбционной холодильной техники заняты также фирмы [2]: «Smeg» (Италия), «Philips» (Голландия), «Camping Gas International» (Франция), «Blomberg», «Bosch», «Siemens», «Bulka-Lehel» (Германия), «Caravell» (Дания), «Lehel» (Венгрия), «Polar» (Польша), «Uro Asko Oy» (Финляндия), «Sanyo» (Япония), «Brist» (Болгария).

В России специализированные производства развёрнуты также на заводах холодильников в Москве («Иней»), Санкт-Петербург («Ладога») и в Великих Луках («Морозко») [3]. Широкое распространение, например, получил простейший абсорбционный агрегат «Морозко-3М», схема которого изображена на рис.1 и который заслуженно может называться лучшим помощником из-за способности поддерживать надёжные характеристики в условиях нестабильного электроснабжения.

В Украине ведущим разработчиком и производителем бытовой абсорбционной холодильной техники до последнего времени являлся Васильковский завод холодильников (модели «Кристалл», «Киев») [2]. Однако в настоящее время по экономическим причинам производство приостановлено и рынок приобрёл острую нехватку недорогих отечественных бытовых холодильных аппаратов.

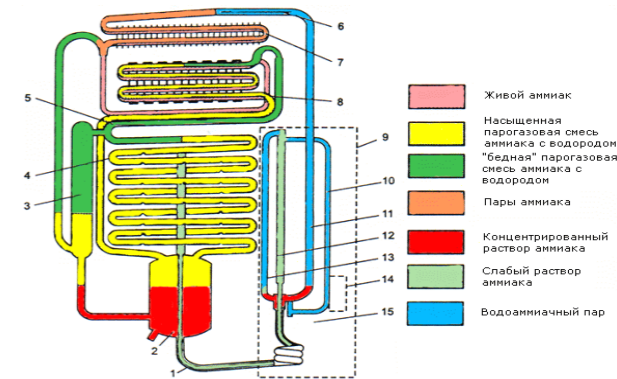


Рис. 1. Холодильный агрегат абсорбционного холодильника «Морозко-3М»: 1 — теплообменник; 2 — сборник раствора; 3 — аккумулятор водорода; 4 — абсорбер; 5 — регенеративный газовый теплообменник; 6 — дефлегматор; 7 — конденсатор; 8 — испаритель; 9 — генератор; 10 — термосифон; 11 — регенератор; 12 — трубки слабого раствора; 13 — паропроводящая трубка; 14 — электронагреватель; 15 — термоизоляция

В отличие от Украины в ассортименте моделей абсорбционной холодильной техники стран мира 70% от общего числа занимают холодильники объемом до 100 дм³, а холодильники большей емкости, как правило, имеют неэлектрический источник приводной энергии. При этом рынок Европы ориентирован на выпуск моделей повышенной комфортности и, как следствие, повышенной стоимости, которые не являются единственным холодильным аппаратом в семье и направлен на средний класс населения с соответствующим уровнем дохода, характерным для жителей цивилизованных стран.

Последние мировые тенденции требуют пересмотреть эффективность применения упомянутой техники в расчётных режимах, поскольку, исходя из общефизических представлений, решать проблемы энергосбережения при эксплуатации бытовых абсорбционных холодильников и морозильников можно посредством [1]:

а) оптимизации цикла, схем, конструкций АХА и охлаждаемых камер, а также режимов работы АХП;

б) использования естественного низкотемпературного потенциала наружного воздуха в холодное время года для холодильного хранения продуктов и для отвода сбросового тепла холодильного цикла.

В первом направлении проведена колоссальная работа учеными и разработчиками всего мира и в области схемно-цикловых решений, а также конструкций теплообменного оборудования и объектов охлаждения на сегодняшний момент используются самые передовые технологии, определяющие высокую степень совершенства изделия.

Существующие разработки в области использования низкотемпературного потенциала окружа-

ющей среды позволяют, к примеру, при помощи диодных испарительно-конденсационных систем, установленных в стенке здания с некоторым углом наклона к горизонту, осуществлять тепловую связь с воздухом окружающей среды [1]. Это предложение может найти применение в северных регионах, где 7...8 месяцев в году температура наружного воздуха значительно ниже 0 °С. Использовать естественный холод для хранения пищевых продуктов в настоящее время предлагают разработчики теплонасосной «системы ХОЛТ» (по оригинальной терминологии разработчиков – «холодильник – теплильник» [1]), с выносом всего или части холодильника в окружающую среду.

Следует отметить, что терминология в этом направлении разработок еще не сложилась, и имеют место и другие названия, например, разработчики абсорбционной холодильной техники НПО прикладной механики (Железнодорожск, Российская Федерация) применяют термин «сезонный холодильник» [2]. Системы ХОЛТ комплектуются пароконденсационными холодильными аппаратами либо термоэлектрическими батареями. Для исключения перемораживания продуктов и предотвращения загустения масла в компрессоре используются специальные нагревательные элементы и система терморегулирования. Аппараты предлагают размещать в оконных проемах так, чтобы одна из стенок холодильной камеры выходила в окружающую среду. Утверждается [2], что системы «ХОЛТ» позволят снизить годовые энергозатраты при эксплуатации холодильного прибора на 50...66 %.

Более приспособлен для работы в составе «сезонного холодильника» АХА. Во-первых, отсутствуют проблемы загустения масла в компрессоре в нерабочий период, а во-вторых, появляется возможность значительно повысить энергетическую эффективность безнасосного теплоиспользующего цикла за счет снижения общего давления в системе и дополнительного переохлаждения потоков жидкого аммиака на входе испарителя и слабого ВАР на входе абсорбера [3].

Необходимо отметить, что в настоящее время уже имеются разработки по способам управления АХА в случаях, когда теплоотдающие элементы и генераторный узел расположены за пределами отапливаемых помещений, т.е. находятся при температуре наружного воздуха, в том числе и по способам запуска АХА при температуре воздуха ниже минус 10 °С [3].

Актуальность создания сезонного холодильника определяется проблемами энергосбережения при эксплуатации бытовых и торговых холодильных приборов.

Цель исследования – опытное изучение возможности эффективного использования низкотемпературного потенциала окружающей среды в работе бытовых теплоиспользующих холодильных агрегатов абсорбционного типа.

Современное бытовое и торговое холодильное оборудование проектируется для работы в «жестком» режиме эксплуатации для данных климатических условий (в Украине – это обеспечение нормативных температурных параметров в холодильной камере при температуре воздуха в помещении 32 °С [2]). В то же время в нашем умеренном климате основное время эксплуатации аппаратов бытовой и торговой техники проходит при температуре воздуха в помещении 16...22 °С. При таких температурах воздуха холодильные аппараты работают не постоянно, а с периодическими отключениями, т.е. в позиционном режиме. При более низких температурах воздуха в помещении (менее 10 °С) эксплуатация современных бытовых и торговых холодильных приборов не рекомендуется.

Анализ результатов экспериментальных исследований опытных и серийных моделей абсорбционных холодильников показал, что их повышенный, по сравнению с компрессионными аналогами, уровень энергопотребления предопределяется существующей методологией расчета и способом управления при эксплуатации. В соответствии с существующими требованиями к бытовым холодильным аппаратам, в первую очередь, необходимо обеспечить заданный температурный режим в холодильной камере в «жестком» режиме эксплуатации, при этом, как правило, работа АХА осуществляется в непрерывном режиме - при коэффициенте рабочего времени равном единице ($K_{PВ} = 1$), а значение энергопотребления во внимание не принимается. При таком подходе теплоотражающие элементы АХА обладают запасом поверхности в условиях эксплуатации при умеренных (18...25 °С) и низких температурах окружающей среды.

Запас поверхности позволяет повысить холодопроизводительность испарителя АХА за счет: дополнительного переохлаждения жидкого аммиака в конденсаторе; повышения степени очистки парогазовой смеси (ПГС) в абсорбере; снижения температуры ПГС на входе в испаритель.

При низких температурах окружающей среды паровой поток аммиака лишь частично заполняет конденсатор, а равновесная концентрация аммиака в жидком водоаммиачном растворе (ВАР) смещается в область низких давлений. Оба эти фактора вызывают снижение полного давления в системе и рост интенсивности диффузионных процессов при испарении и абсорбции, что дополнительно приводит к росту холодопроизводительности испарителя. К отрицательным моментам работы АХА в условиях умеренных и низких температур окружающей среды следует отнести: частичную конденсацию паров аммиака в дефлегматоре; переохлаждение крепкого (насыщенного аммиаком) ВАР на входе в жидкостном теплообменнике (ЖТО); рост тепловых потерь с элементов генераторного узла.

Все эти факторы при неизменной величине подводимой тепловой нагрузки на генератор-

термосифон приводят к снижению подачи аммиака в испаритель, т.е. вызывают снижение холодильной мощности.

Результирующее воздействие на холодопроизводительность испарителя АХА температур окружающей среды определяется особенностями конструкции, режимами и условиями эксплуатации холодильного аппарата.

Несмотря на многофакторность воздействия температуры окружающей среды на работу элементов АХА однозначным является ее влияние на значения теплопритоков в охлаждаемые камеры, т.е. на значение требуемой холодопроизводительности в режиме хранения.

Так, при эксплуатации холодильной камеры с уровнем температур хранения плюс 5 °С в помещении с температурой 19 °С требуется примерно в два раза меньшая холодопроизводительность, чем в «жестких» условиях эксплуатации.

При создании сезонного холодильника абсорбционного типа необходимо принимать во внимание характерные особенности пускового периода в режиме позиционного управления. И высокая инерционность системы заставляет в серьез задуматься о создании специализированных систем регулирования на базе пропорционально-интегрально-дифференциальных (ПИД) регуляторов [1].

Авторами статьи были проведены опытные исследования торгового-бытового холодильника типа «ларь» вместимостью 100 дм³ на базе абсорбционного холодильного агрегата производства Васильковского завода холодильного оборудования. Холодильник был установлен в неотапливаемом и неохлаждаемом помещении. Контролировались: температурное поле охлаждаемого объема, температура на верхнем участке генераторного узла, температура конденсации, температура абсорбции, параметры электрической сети, потребляемая мощность. На первоначальном этапе проведения опытов применено простейшее позиционное регулирование с параметром настройки минус 18 °С. Температурный режим связан с областью применения исследуемого образца. Холодильный «ларь» (рис. 2) применяется, как правило, для долгосрочного хранения замороженных продуктов. Подобные объемы и режимы хранения характерны для частных хозяйств или потребителя среднего уровня достатка, делающего запасы на перспективу. То есть охватывается тот социальный слой, который на сегодняшний момент находится в маркетинговом провале. Иными словами, нуждается в качественном холодильном оборудовании, которое им не в состоянии предоставить ведущие мировые производители по умеренным бюджетным ценам. Возможность получения надежных характеристик была исследована в широком диапазоне параметров электрической сети, моделируя ненадежность подачи питания. Исследованию также подлежали равномерность температурного поля в камере и экономия

использования абсорбционного бытового холодильника в качестве «сезонного».

Генераторный узел, работая в позиционном режиме, дал классические характеристики, широко описанные в литературе, оптимизация и автоматизация которых хорошо известны.



Рис.2. Внешний вид экспериментального стенда на базе абсорбционного холодильника типа «Ларь» вместимостью охлаждаемого объема 100 дм³

Сезонно усредненные температурные уровни агрегата представлены на рис. 3.

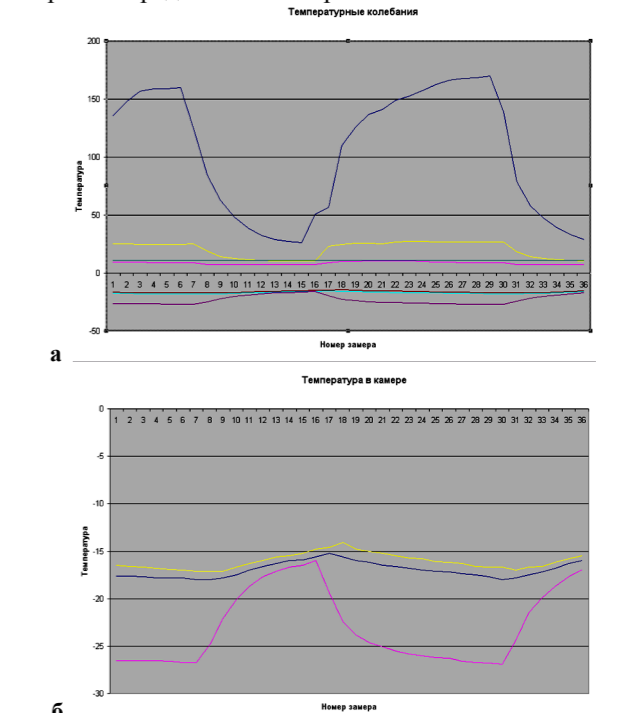


Рис.3. Усредненные температурные поля: а) холодильного агрегата; б) охлаждаемого объема

По результатам проведенных в течение трёх лет исследований были получены следующие статистические данные и сделаны обобщенные выводы:

1. Использование суточного и сезонного изменения температуры окружающей среды дает значительное повышение энергосберегающего эффекта (до 35 % при параметре настройки -18 °С);

2. Проведены исследования низкотемпературного абсорбционного холодильного аппарата (НТХА) при естественном и принудительном обдуве конденсатора. Полученные данные показали

энергетическую неэффективность принудительного обдува теплорассеивающих элементов холодильного аппарата;

3. Проведены исследования при теплоизолированном и нетеплоизолированном подъемном участке дефлегматора. Описаны зависимости и сезонные рекомендации по обслуживанию абсорбционного «сезонного» холодильника;

4. Задача аккумуляции холода напрямую не решалась, но выравнивание температурного поля в камере производилось за счёт заполнения охлаждаемого объема продуктом;

5. Поддержание параметра настройки (минус 18 °С) производилось двухпозиционным автоматическом режиме, поэтому значения коэффициента рабочего времени (КРВ) в течение опытного периода изменялось от нуля до единицы.

Однако отдельной проблемой стало поддержание равномерности температурного поля (рис. 3а) в охлаждаемом объеме. Отсутствие специальных холодоаккумуляторов, неэффективность теплоизоляции и уплотнения, а также работа на пониженных напряжениях, дали неравномерность, что является вполне решаемой проблемой для агрегата подобного типа.

С одной стороны позиционность процесса кипения в испарителе определяет температурные колебания стенки камеры у испарителя. С другой стороны – инерционность общего объема камеры практически сглаживает эти колебания и дополнительные устройства в практическом использовании очевидной выгоды не приносят. Однако в плане опыта использование тепловых труб может дать положительный результат.

Проблемы управления сложным объектом, которым является холодильная машина, сложны и многофакторны. Управление может быть направлено как на явление, процесс так и на конкретный объект.

Основными характеристиками сложного объекта можно считать отсутствие математического описания; стохастичность поведения, которая обусловлена сложностью объекта; «нетерпимость» к управлению; нестационарность – чем сложнее объект, тем быстрее он меняется [4].

Классические методы управления хорошо работают при полностью детерминированном объекте управления и детерминированной среде, а для систем с неполной информацией и высокой сложностью объекта (большом количестве внешних и внутренних факторов воздействия) оптимальными являются нечеткие методы управления. Это связано с тем, что стандартный, выпускаемый промышленностью агрегат, эксплуатируется в нестандартных условиях с большим количеством внешних и внутренних факторов, что в общем нарушает классическую модель управления. В

такой ситуации, упомянутые выше ПИД-системы, не могут быть применены в полном объеме из-за отсутствия математического аппарата описания нестационарных процессов в системе. Поэтому применение аппарата нечеткой логики может оказаться одним из немногих возможных вариантов создания адекватной модели работы и управления сложным объектом.

Архитектура или модель нечеткого управления основана на замене классической системы управления системой нечеткого управления, в качестве которой используются системы нечеткого вывода. Одним из наиболее часто применяемых алгоритмов является алгоритм Мамдани, который включает следующие этапы: формирование базы правил систем нечеткого вывода, фазификация входных переменных, агрегирование подусловий в нечетких правилах, активизация подзаключений в нечетких правилах, аккумуляция заключений нечетких правил, дефазификация выходных переменных [5]. Формирование субъективных параметров управления в системах нечеткого регулирования зачастую является более гибкой и адекватной системой управления, чем классические методы математического моделирования.

Выводы.

1. По результатам проведенных опытов сформирована база данных, характеризующих и сравнительную (сезонную) экономичность и режим работы абсорбционной холодильной машины, использующей низкотемпературный потенциал окружающей среды;

2. Требуется сформировать рекомендации по проектированию и конструированию современных АХА торгового назначения, работающих в широком диапазоне температур окружающей среды;

3. Требуется завершить описание работы исследуемого образца при применении тепловых труб для выравнивания температурного поля по объему холодильной камеры;

4. Требуется создание математической модели влияния локального и годового изменения температуры окружающей среды на параметры работы и энергосберегающие свойства «сезонного» НТАХА;

5. Требуется создание модели регулирования с учетом нечеткой фазификации входных и выходных параметров абсорбционного агрегата «сезонного» типа;

6. Требуется проведение маркетинговых исследований для подтверждения необходимости разработки «сезонного» холодильного аппарата с целью популяризации среди производителей бытовой и торговой холодильной техники абсорбционного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титлов А.С. Научно-технические основы создания энергосберегающих бытовых абсорбционных холодильных приборов: дис... д-ра техн. наук: 05.05.14 / Титлов Александр Сергеевич. – Одесса, 2008. – 447 с.

2. Васылев О.Б. Оптимизация режимов работы аппаратов различного функционального назначения с абсорбционно-диффузионными холодильными машинами: дис... канд. техн. наук: 05.04.03 / Васылев Олег Богданович - Одесса, 1998. - 228 с.

3. Титлов А.С. Пути повышения энергетической эффективности бытовых абсорбционных холодильных приборов / А.С. Титлов // 36. наук. праць I - ої Міжнарод. наук.-техн. конф. «Холод в енергетиці і на транспорті: сучасні проблеми кондиціонування та рефреґрації» Частина 1. – Миколаїв: НУК, 2008. – С. 188 – 203 (додаток до наук.-техн. зб. "Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування". – 2008. – № 3).

4. Растригин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. - М: Сов. Радио, 1980.

5. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTech. - СПб.: БХВ-Петербург, 2003.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 519.876.5: 66.069.832

БУЗОВСКИЙ В.П., ассистент, КОЛОГРИВОВ М.М., канд. техн. наук, доцент
Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики имени проф. В.С. Мартыновского
Одесской национальной академии пищевых технологий

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОМАССОБМЕНА НА ГИДРОДИНАМИЧЕСКУЮ КАРТИНУ В ЭЖЕКЦИОННОМ АППАРАТЕ

В статье представлены расчетные гидродинамические характеристики газожидкостного факела, который образуется в прямоточном контактно-теплообменнике при горизонтальном распылении жидкости. Расчеты проводились для случая конденсации паров нефтепродуктов из паровоздушной смеси на каплях распыленного водного раствора соли. На основе полученных данных в виде графических зависимостей проведен анализ влияния теплообмена на скорость паровоздушной смеси.

Ключевые слова: контактный теплообменник, гидродинамика газожидкостного факела, математическое моделирование.

The article presents the calculated flow characteristics of gas-liquid jet that is formed in a parallel flow heat exchanger with horizontal contact spray. The calculations were performed for the case of the condensation of oil vapor from the vapor-air mixture in the atomized droplets of an aqueous solution of salt. On the basis of the data obtained in the form of graphic dependences analyzed the influence of heat and mass transfer rate of vapor-air mixture.

Keywords: contact heat exchanger, the gas-liquid plume hydrodynamics, mathematical modeling.

Рассматривается работа эжекционного аппарата с горизонтальным факелом рабочего потока. Такие малогабаритные аппараты могут быть эффективно использованы для тепловлажностной обработки воздуха в холодильных камерах при хранении мясомолочной и плодоовощной продукции и в других производствах. В частности, такой аппарат нами предлагается использовать для конденсации паров углеводородов из парогазовой смеси на каплях хладоносителя – каплях водного солевого раствора [3].

Предлагаемый эжекционный аппарат обладает рядом преимуществ перед аналогичными контактными аппаратами [2]. Основное из преимуществ – высокая пожаро-взрывобезопасность при работе с парами углеводородов. Конденсация пара из паровоздушной смеси (пвс) на каплях привлекает внимание ввиду большой площади поверхности контакта фаз и увеличения интенсивности процессов тепло и массообмена за счет уменьшения термического и диффузионного сопротивлений. Такие полые распылительные аппараты отличаются простой конструкцией и сравнительно низкой стоимостью. В отличие от простой конструкции гидродинамическая картина в

аппарате сложная. Наблюдается движущаяся переменная поверхность контакта фаз. На траекторию движения капель и струй с изменяющейся массой влияют силы гравитации, инерции, вязкости, поверхностного натяжения.

В данной работе рассматривается математическая модель гидродинамического взаимодействия факела жидкости с парогазовой смесью в эжекционном аппарате. Известно, что эффективность технологического процесса с распыливанием жидкости, кроме дисперсности распыла, обусловлена распределениями концентрации и скоростей фаз по объему аппарата, т.е. гидродинамической картиной образующегося двухфазного дисперсного потока, называемого факелом распыла [4, 5]. Наличие адекватной математической модели гидродинамики факела является важным при выполнении тепломаассообменных расчетов.

Гидродинамические характеристики факела предлагается определять с помощью феноменологического подхода. Данный подход на основе модели отдельного течения был использован в работе [5] при выводе математической модели гидродинамики в прямоточном аппарате с вертикальным направлением факела. Нами предложена измененная математическая модель с учетом конструктивных особенностей рассматриваемого аппарата, в котором газожидкостный факел направлен горизонтально. Направление факела имеет принципиальное значение, поскольку влияет как на содержание математического описания, так и на гидродинамические характеристики. В данной работе приведены лишь конечные результаты вывода математической модели гидродинамической картины, без подробных математических выкладок. Полное описание модели дано в работах [4, 5] без учета влияния тепломаассообмена. Новым в нижепредставленной модели является учёт влияния тепломаассообмена.

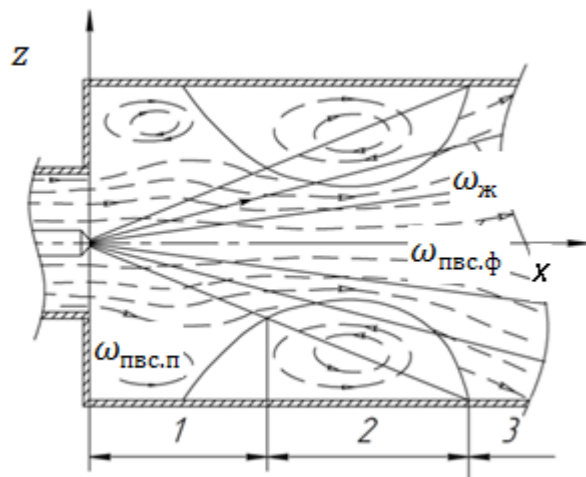


Рис. 1. Рабочая зона аппарата: 1 – область свободного факела, 2 – область циркуляционного потока, 3 – область ограниченного течения

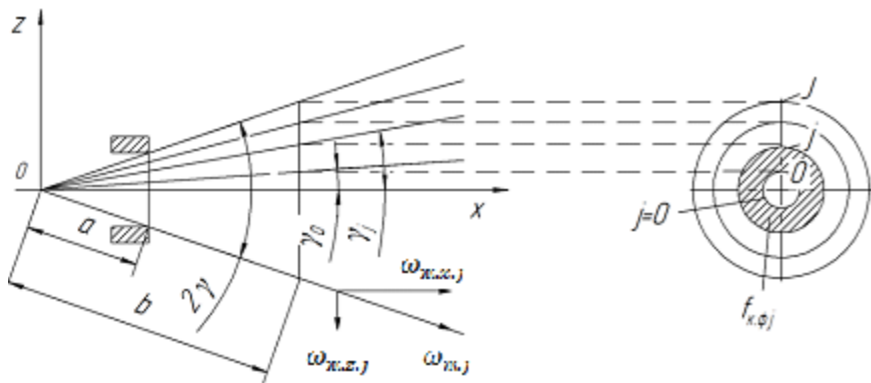


Рис. 2. Схема представления факела спектром жидкостных струек

Математическая модель гидродинамики и теплообмена. Наличие ограничивающих стенок накладывает ряд особенностей на течение двухфазной газожидкостной смеси, в связи с чем, аппарат по длине следует разбивать на несколько зон: свободного факела, циркуляции и область ограниченного течения (рис. 1). Следует отметить, что диаметр форсунки в промышленном аппарате составляет десятые доли длины факела. Нами принимается с достаточной для практики точностью образование факела из точки, расположенной на оси форсунки на расстоянии $\cos(\gamma)$ от среза ее сопла. Системы уравнений, составляющих математическую модель гидродинамики факела, требуется записать отдельно для каждой из зон. При этом будем исходить из следующих предположений: ограничивающие стенки и факел имеют аксиальную симметрию; градиент скорости газа и давления в поперечном сечении, как внутри факела, так и в периферийной зоне равен нулю. При записи уравнений примем следующий порядок обозначений: индексами «пвс», «ж» будем обозначать величины,

относящиеся к пвс и жидкости соответственно; индексами «п», «ф» - величины, которые относятся к периферийному и факельному потоку соответственно; индексы «х», «z» относятся к величинам, спроецированные на оси x и z соответственно.

Зона свободного факела. В этой области, вследствие эжекционного эффекта, через боковую поверхность факела происходит интенсивное перетекание пвс из потока находящегося между факелом и стенками аппарата (периферийный поток). В области свободного факела расход жидкости в любом сечении факела постоянен, а расход газа, в результате выше упомянутого эффекта, через поперечное сечение этого факела увеличивается по мере движения двухфазного потока. Скорость периферийного потока по мере приближения к сечению смачивания уменьшается. Для учета неравномерности распределения плотности орошения по сечению факела, последний был разбит на ряд вложенных друг в друга конусов – конических струек с номером j. Число конических струек обозначим J, а угол между осевой линией и образующей j-го конуса – γ_j (рис. 2). Ось x совпадает с направлением факела. Площадь сечения j-й кольцевой струйки обозначим $f_{к.ф.ж}$, которая соответствует заштрихованной области (рис. 2). Будем считать, что в пределах площади сечения кольцевой струйки поле

скоростей обеих фаз является однородным. Такое допущение, ввиду упрощения математического описания, является очень удобным, однако не вполне соответствующим реальному физическому представлению. Реальная гидродинамическая картина такова, что скорости фаз, расположенных ниже оси форсунки, будут увеличиваться ввиду однонаправленности проекции вектора скорости и силы тяжести. Скорости фаз, расположенных выше оси форсунки, напротив, будут уменьшаться по длине аппарата. Из сказанного выше следует, что предлагаемая математическая модель качественно верно описывает гидродинамику лишь верхней части факела.

Уравнение баланса площадей факела f_{ϕ} периферийного потока f_{ϕ} выглядит следующим образом:

$$f = f_{\phi} + f_{\pi}, \quad (1)$$

где f – площадь сечения аппарата, м².

Площадь сечения факела f_{ϕ} будет равна сумме площадей j-тых кольцевых струек:

$$f_{\phi} = \sum_{j=0}^J f_{к.ф.ж} \quad (2)$$

Уравнение, учитывающее форму аппарата:

$$f = \varphi(x) \quad (3)$$

Следует различать площадь j-го факела $f_{\phi,j}$, представляющей собой площадь сечения конуса, у которого угол между осью x и образующей равен γ_j , и площадь сечения j-той кольцевой конусной струйки $f_{к.ф.ж}$, с углами между образующими и осью x равными γ_j и γ_{j-1} .

Уравнение изменения площади сечения j-го факела:

$$\frac{df_{\phi,j}}{dx} = 2 \cdot \sqrt{\pi \cdot f_{\phi,j}} \cdot \frac{\omega_{ж.z,j}}{\omega_{ж.х,j}}, \quad (4)$$

где $\omega_{ж.z,j}$, $\omega_{ж.х,j}$ – проекция скорости жидкости j-той кольцевой струйки на координатные оси z и x соответственно.

Площадь сечения j-й кольцевой конусной струйки ($1 \leq j \leq J$) рассчитывается по уравнению:

$$f_{к.ф.ж} = f_{\phi,j} - f_{\phi,j-1} \quad (5)$$

В соответствии с континуальным подходом в описании процессов, жидкую фазу, как и газовую мы считаем квазиплоской.

Поэтому, для каждой из фаз уравнения сохранения расхода жидкости и газа запишутся следующим образом:

$$\frac{d}{dx} \sum_{j=0}^J G_{ж.ж} = 0; \quad (6)$$

$$\frac{d}{dx} (G_{пвс.ф} + G_{пвс.п} + G_{конд}) = 0, \quad (7)$$

где $G_{ж.ж}$ – массовый расход жидкости j-й кольцевой струйки на расстоянии x, кг/с;

$G_{пвс.ф}$, $G_{пвс.п}$ – массовый расход пвс в факеле и в периферийном потоке соответственно на расстоянии x, кг/с;

$G_{конд}$ – массовый расход образующегося конденсата, кг/с.

$$G_{пвс.ф} = \sum_{j=0}^J \rho_{пвс.ф} \omega_{пвс.ф} f_{к.ф.ж} \varepsilon_j = \sum_{j=0}^J G_{пвс.ф,j}; \quad (8)$$

$$G_{пвс.п} = \rho_{пвс.п} \cdot \omega_{пвс.п} \cdot f_{\pi}, \quad (9)$$

где $\rho_{пвс.ф}$ – плотность пвс, кг/м³;

$\omega_{пвс.ф}$ – среднее значение скорости паровоздушного потока в факеле, м/с;

$\omega_{пвс.п}$ – скорость периферийного паровоздушного потока, м/с;

ε_j – объемная доля пвс на расстоянии x;

$G_{пвс.ф,j}$ – массовый расход пвс в j-й кольцевой конусной струйке, кг/с.

Объемная доля пвс j-й кольцевой струйки ε_j связана с объемной долей капель β_j известным соотношением:

$$\varepsilon_j + \beta_j = 1. \quad (10)$$

Объемная концентрация капель j-й кольцевой струйки определяется по формуле:

$$\beta_j = \frac{G_{ж.ж}}{\rho_{ж} \cdot \omega_{ж.х,j} \cdot f_{к.ф.ж}}, \quad (11)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости;

$\omega_{ж.х,j}$ – проекция скорости жидкости в j-ом сечении факела на расстоянии x.

Уравнения сохранения импульса в проекции на оси x и z:

$$\frac{d}{dx} (G_{пвс.п} \omega_{пвс.п} + G_{пвс.ф} \omega_{пвс.ф,x} + \sum_{j=0}^J G_{ж.ж} \omega_{ж.х,j}) = -f \cdot \frac{dp}{dx}; \quad (12)$$

$$\frac{d}{dx} (G_{пвс.ф} \omega_{пвс.ф,z} + \sum_{j=0}^J G_{ж.ж} \omega_{ж.z,j}) = g \cdot \left(-\sum_{j=0}^J \frac{G_{ж.ж} + G_{пвс.ф,j}}{\omega_{ж.х,j}} - \frac{G_{пвс.п}}{\omega_{ж.х}} \right), \quad (13)$$

где $\omega_{пвс.ф,x}$, $\omega_{пвс.ф,z}$ – среднее значение проекции скорости пвс в факеле на ось x и z соответственно, м/с;

p – статическое давление в рабочей зоне аппарата, Па;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$\omega_{ж.х}$ – среднее значение проекции скорости жидкости на ось x, м/с.

В традиционной записи уравнения сохранения импульса дифференцирование осуществляется по времени τ . Ввиду очень малого времени пребывания капли в аппарате, исходя из соотношения $\omega_{ж.х,j} = dx/dt$ производная по времени $d\tau$ была заменена на производную по горизонтальной координате dx.

Для периферийного потока пвс запишем уравнение Эйлера:

$$\omega_{пвс.п} \cdot \frac{d\omega_{пвс.п}}{dx} = -\frac{1}{\rho_{пвс.п}} \cdot \frac{dp}{dx} \quad (14)$$

Уравнения движения дисперсной фазы в проекции на оси x и z запишем следующим образом:

$$\frac{d\omega_{ж.х,j}}{dx} = -C_{s,j} \frac{3 \rho_{пвс.ф} \omega_{отн.х,j}}{4 \rho_{ж} d_k \omega_{ж.х,j}} \omega_{отн.х,j} \quad (15)$$

$$\frac{d\omega_{ж.z,j}}{dx} = -C_{s,j} \frac{3 \rho_{пвс.ф} \omega_{отн.z,j}}{4 \rho_{ж} d_k \omega_{ж.х,j}} \omega_{отн.х,j} - \frac{g \cdot (\rho_{ж} - \rho_{пвс.ф})}{\omega_{ж.х,j} \cdot \rho_{ж}}, \quad (16)$$

где $C_{s,j}$ – коэффициент сопротивления капли j-той кольцевой конической струйки;

d_k – средний объемно-поверхностный (заутерковский) диаметр капель, м;

$\omega_{отн.х,j}$ – относительная скорость в j-й кольцевой конусной струйке, м/с;

$\omega_{отн.х,j}$, $\omega_{отн.z,j}$ – относительная скорость в j-й кольцевой конусной струйке в проекции на ось x и z соответственно, м/с.

$$\omega_{отн.х,j} = \omega_{ж.х,j} - \omega_{пвс.ф,x}; \quad (17)$$

$$\omega_{отн.z,j} = \omega_{ж.z,j} - \omega_{пвс.ф,z}; \quad (18)$$

$$\omega_{отн.х,j} = \sqrt{\omega_{отн.х,j}^2 + \omega_{отн.z,j}^2}; \quad (19)$$

В работе [5] коэффициент сопротивления C_s , предложено определять по формуле

$$C_s = \frac{\mu_{пвс}}{\mu_{ж} + \mu_{пвс}} \cdot \left[\frac{\mu_{ж}}{\mu_{пвс}} \cdot \left(\frac{24}{Re} + \frac{4}{Re^{0.33}} \right) + \frac{14.9}{Re^{0.73}} \right]; \quad (20)$$

где $\mu_{пвс}$, $\mu_{ж}$ – коэффициент динамической вязкости пвс и жидкости, соответственно, Па·с;
 Re – число Рейнольдса.

Число Рейнольдса в j-той кольцевой конической струйке рассчитывается по формуле [1, с.25]:

$$Re_j = \frac{d_k \cdot (\omega_{ж,j} - \omega_{пвс,ф})}{\nu_{пвс,ф,j}} \quad (21)$$

$$\text{где } \omega_{ж,j} = \sqrt{\omega_{ж,x,j}^2 + \omega_{ж,z,j}^2};$$

$\nu_{пвс,ф,j}$ – коэффициент кинематической вязкости пвс j-той кольцевой струйки.

Математическую модель тепломассообмена для этой зоны составляет дифференциальное уравнение изменения диаметра капель по длине аппарата, уравнение изменения температуры жидкости и уравнение сохранения энергии. Особенностью расчета тепломассообмена при конденсации паров бензина на каплях рассола является наличие среды в пвс, которая не конденсируется – воздуха. Воздух создает существенное сопротивление переносу паров к поверхности конденсации. Другой особенностью является то, что вдоль рабочей зоны всего аппарата конденсируется пар, находящийся в состоянии насыщения.

Уравнение изменения диаметра капель по длине аппарата записывается в виде:

$$\frac{d(d_k)}{dx} = \frac{2 \cdot Nu_D \cdot D \cdot (\rho'_{п,ф} - \rho''_{п,ф})}{d_k \cdot \rho_{ж} \cdot \omega_{ж,x}} \quad (22)$$

где d_k – диаметр капель, м; Nu_D – диффузионное число Нуссельта; $\rho'_{п,ф}$, $\rho''_{п,ф}$ – концентрация паров в факеле и возле поверхности капель соответственно, кг(паров)/м3(пвс); $\rho_{ж}$ – плотность рассола, кг/м3; D – коэффициент диффузии, м2/с.

Изменение температуры газа вследствие его взаимодействия с каплями жидкости учитывается с помощью уравнения сохранения энергии:

$$\frac{d(H_{пвс,п} + H_{пвс,ф} + H_{ж})}{dx} = 0, \quad (23)$$

где $H_{пвс,п}$, $H_{пвс,ф}$ – энтальпия паровоздушной смеси в зоне периферийного течения и в факеле соответственно; $H_{ж}$ – энтальпия капель жидкости.

Изменение температуры жидкости по длине аппарата описывается уравнением:

$$\frac{dT_{ж}}{dx} = \frac{6 \cdot Nu \cdot \lambda_{пвс} \cdot (T_{г,ф} - T_{ж})}{d_k^2 \cdot C_{p,ж} \cdot \rho_{ж} \cdot \omega_{ж,x}} + \frac{3 \cdot L \cdot \rho_{к} \cdot d(d_k)}{d_k \cdot C_{p,ж} \cdot dx} \quad (24)$$

где $T_{ж}$ – температура жидкости, К;
 Nu – тепловое число Нуссельта;
 $\lambda_{пвс}$ – теплопроводность пвс, Вт/(м·К);
 $T_{г,ф}$ – температура пвс в факеле, К;
 $C_{p,ж}$ – удельная теплоемкость рассола, Дж/(кг·К);
 L – удельная теплота конденсации паров бензина, Дж/кг.

Диффузионное и тепловое числа Нуссельта рассчитывались по формулам Фреслинга и Дрейка соответственно, которые рекомендованы в работе [4].

Зона циркуляционного течения. Данная зона (рис.1) возникает в случае, если расход потока пвс ограничивается гидравлическим сопротивлением в подводящих трубопроводах. В этом случае пвс всасывается не через всю внешнюю боковую поверхность свободного факела, а лишь через ее часть. Зона циркуляции начинается в сечении, где скорость периферийного потока $\omega_{(пвс,п)}$ становится равной нулю, и заканчивается в сечении смачивания. В этой области присутствует циркуляционный поток, который возникает по причине того, что в сечении смачивания в факеле скачкообразно увеличивается давление. Это обуславливает разворот части периферийного потока пвс, который обладает наименьшей величиной количества движения.

Известно, что циркуляционный поток проникает внутрь факела и продолжается до сечения смачивания [4]. Для упрощения математического описания примем, что циркуляционный поток находится в области, ограниченной стенками аппарата и боковой поверхностью факела.

Поскольку в зоне циркуляции $\omega_{(пвс,п)}=0$ и $r=\text{const}$, уравнение (14) исключается, а уравнение (7) запишется несколько иначе:

$$\frac{d}{dx} (G_{пвс,ф} + G_{конд}) = 0, \quad (25)$$

где $G_{конд}$ – массовый расход конденсата, кг/с.

Уравнения сохранения импульса в проекции на оси x и z для второй зоны:

$$\frac{d \left(G_{пвс,ф} \omega_{пвс,ф,x} + \sum_{j=0}^J G_{ж,j} \omega_{ж,x,j} \right)}{dx} = 0; \quad (26)$$

$$\frac{d \left(G_{пвс,ф} \omega_{пвс,ф,z} + \sum_{j=0}^J G_{ж,j} \omega_{ж,z,j} \right)}{dx} = -g \cdot \sum_{j=0}^J \frac{G_{ж,j}}{\omega_{ж,x,j}} - g \cdot \sum_{j=0}^J \frac{G_{пвс,ф,j}}{\omega_{ж,x,j}} \quad (27)$$

Замыкают систему уравнений этой зоны уравнения (3), (4), (15), (16), (22), (24), которые остаются без изменений.

Уравнение (23) запишется в виде:

$$\frac{d(H_{пвс,ф} + H_{ж})}{dx} = 0 \quad (28)$$

Область ограниченного течения. В области ограниченного течения часть жидкости выпадает на стенки аппарата.

На границе перехода к третьей зоне течения вследствие резкого торможения потока скачкообразно изменяются давление и скорость газа, при этом справедлива зависимость

$$\Delta p = \rho_{пвс,ф} \cdot \omega_2 \cdot (\omega_2 - \omega_3), \quad (29)$$

где ω_2 и ω_3 – скорости газа во второй и третьей зонах на границе этих зон, м/с.

Учет выпадения струек на стенки аппарата реализуется в виде условия сравнения:

$$\text{при } f_{ф,j} \geq f \quad J_{max} = j - 1 \quad (30)$$

Поскольку периферийное течение газа отсутствует, уравнения (1) и (7) несколько изменяются:

$$f = f_{ф}; \quad (31)$$

$$\frac{d \left(\sum_{j=0}^{J_{max}} G_{пвс,ф,j} + G_{конд} \right)}{dx} = 0 \quad (32)$$

Уравнения сохранения импульса для третьей зоны в проекции на оси x и z:

$$\frac{d \left(\sum_{j=0}^{J_{max}} G_{пвс,ф,j} \omega_{пвс,ф,x} + \sum_{j=0}^{J_{max}} G_{ж,j} \omega_{ж,x,j} \right)}{dx} = -f \cdot \frac{dp}{dx}; \quad (33)$$

$$\frac{d \left(\sum_{j=0}^{J_{max}} G_{пвс,ф,j} \omega_{пвс,ф,z} + \sum_{j=0}^{J_{max}} G_{ж,j} \omega_{ж,z,j} \right)}{dx} = -g \cdot \sum_{j=0}^{J_{max}} \frac{G_{ж,j}}{\omega_{ж,x,j}} - g \cdot \sum_{j=0}^{J_{max}} \frac{G_{пвс,ф,j}}{\omega_{ж,x,j}} \quad (34)$$

Уравнение (14) исключается. Дополняют систему уравнения (3), (4), (15), (16), (22), (25), (28), которые остаются без изменений.

Приведенный алгоритм учета выпадения струек на стенки теплообменника справедлив лишь для аппарата имеющего аксиальную симметрию. Если факел и аппарат не имеют аксиальной симметрии, например при многофорсуночном орошении, учет выпадения струек предлагается выполнять по алгоритму, который приведен в работе [5].

Начальные условия. Начальные координаты струек определяются из допущения, что вершина факела помещена в начало координат (рис.2).

$$\begin{cases} x_0 = b \cdot \cos(\gamma_j) \\ z_{0,j} = x_0 \cdot \text{tg}(\gamma_j) \end{cases}, \quad (35)$$

где b – расстояние от начала координат вдоль образующей конуса, которая вместе с осевой линией образует угол γ_j ;

γ_j – угол между осевой линией и образующей j-й конусной струйки, на которые разбивается факел.

На расстоянии b завершается формирование капельного потока (рис. 2). В [1] получено следующее выражения для определения b:

$$b = 0.79 \cdot \frac{d_c}{\sin(\gamma_j)}, \quad (36)$$

где d_c – диаметр сопла.

Скорость жидкости на расстоянии x_0 от начала координат согласно [4] рассчитывается по уравнению:

$$\omega_{ж0,j} = \omega_{0,j} \cdot \frac{\sin^2(\gamma_j)}{2 \cdot (1 - \cos(\gamma_j))}, \quad (37)$$

где $\omega_{0,j}$ – скорость капель на срезе сопла.

Площадь сечения факела с углом раскрытия $2\gamma_j$ на расстоянии x_0 от начала координат определяется по формуле:

$$f_{ф0,j} = \pi \cdot z_0^2 \quad (38)$$

Начальное значение объемной концентрации капель в j-й конусной струйке рассчитывается по формуле (11).

Начальное значение скорости периферийного паровоздушного потока:

$$\omega_{пвс,п0} = \frac{Q_{пвс}}{f - f_{ф0,j}}, \quad (39)$$

где $Q_{пвс}$ – объемный расход пвс.

Начальное значение скорости пвс в струйках:

$$\omega_{пвс,ф0,j} = \omega_{ж0,j} \sqrt{\frac{d_c}{(b-a) \cdot \frac{\sin(\gamma_j)}{\sin(\gamma_j)} + d_c}}, \quad (40)$$

где a – расстояние от начала координат до среза сопла вдоль образующей конуса (рис. 2).

$$a = \frac{d_c}{2 \cdot \sin(\gamma_j)} \quad (41)$$

Проекция начальной скорости жидкости и пвс в факеле на оси x и z соответственно:

$$\begin{cases} \omega_{жx0,j} = \omega_{ж0,j} \cdot \cos(\gamma_j) \\ \omega_{жz0,j} = \omega_{ж0,j} \cdot \sin(\gamma_j) \end{cases} \quad (42)$$

$$\begin{cases} \omega_{пвс,фx0,j} = \omega_{пвс,ф0,j} \cdot \cos(\gamma_j) \\ \omega_{пвс,фz0,j} = \omega_{пвс,ф0,j} \cdot \sin(\gamma_j) \end{cases} \quad (43)$$

Скорость капель $\omega_{(0,j)}$, корневой угол факела $2\gamma_j$, диаметр капель d_k следует определять по эмпирическим уравнениям для каждого распылителя.

Ввиду отсутствия аналитического решения, приведенная система дифференциальных уравнений решалась численным методом. Наиболее простым является метод Эйлера. Численное решение приведенной системы уравнений реализовано на встроенном языке программирования математического пакета Mathcad.

Рассчитаны гидродинамические параметры факела, в котором дисперсной средой является водный раствор соли, а дисперсионной – паровоздушная смесь. Расчеты проводились для двух случаев: 1) температура водного раствора соли равна температуре пвс, тепломассообмен между средами отсутствует; 2) температура водного раствора соли значительно меньше температуры пвс, тепломассообмен в расчетах учитывается.

На рисунке 3 представлена гидродинамическая картина в эжекционном аппарате при различных расходах пвс с учетом и без учета тепломассообменных процессов. Моделирование осуществлялось при следующих параметрах: угол раскрытия факела 60°, аппарат имеет цилиндрическую форму с диаметром 31 см и длиной 0.7 м; производительность форсунки 0.7 м3/ч; избыточное давление перед форсункой 0.3 МПа; диаметр сопла 4.55 мм; температура рассола -20 °С, начальная температура пвс 20 °С.

На рис. 3а, г представлены графики изменения скорости пвс по длине зоны свободного факела. Особенностью гидродинамической картины в данной зоне является присутствие двух потоков пвс – в факеле и в зоне периферийного течения. В области свободного факела практически весь паровоздушный поток всасывается через боковую поверхность

факела жидкости. Результаты расчетов показали, что в этой области скорость потока пвс в факеле $\omega_{(пвс.ф)}$ уменьшается в несколько раз. Это объясняется увеличением площади сечения факела при его раскрытии. Длина зоны свободного факела тем больше, чем больше расход пвс. Учет теплообмена приводит к уменьшению скорости пвс в факеле (рис. 3а, сплошные кривые). Это объясняется сжатием паровоздушного потока вследствие уменьшения его температуры при обмене теплом с рассолом. Скорость периферийного потока $\omega_{(пвс.п)}$ в случае учета теплообмена больше (рис. 3г). Увеличивается также длина зоны свободного факела.

График на рис. 3в показывает, что при отсутствии теплообмена скорость пвс $\omega_{(пвс.ф)}$ по длине зоны ограниченного течения не меняется. При учете теплообмена в расчетах наблюдается уменьшение скорости пвс по длине зоны ограниченного течения вследствие уменьшения температуры при обмене теплом с каплями рассола (рис. 3в).

В данной работе проведены теоретические исследования влияния тепломассообменных процессов на гидродинамические характеристики газожидкостного факела в горизонтальном эжекционном аппарате. Исследования проводились по приведенной математической модели, представляющей собой систему дифференциальных уравнений, которая включает: уравнение сохранения импульса, уравнение движения, уравнение баланса массы, уравнение сохранения энергии, уравнение изменения температуры жидкости по длине аппарата, уравнение изменения диаметра капель. Сделаны следующие допущения: капли распыла монодисперсны и движутся в пределах двумерного пространства, эффекты дробления и коалесценции капель не учитывались, поле скоростей пвс в выбранном сечении является однородным, циркуляционный поток не проникает в факел, а находится в пространстве между факелом и стенкой аппарата. Ввиду громоздкости и сложности математического описания, было сделано допущение, связанное с представлением факела распыла как тела вращения с осью, совпадающей с осью форсунки.

Построены графики изменения скорости движения пвс по длине аппарата для различных его зон с учетом и без учета тепломассообменных процессов. Установлено, что расчет скорости пвс без учета тепломассообмена приводит к ошибкам до 25 % по сравнению с расчетом, который учитывает тепломассообмен между средами. Полученные результаты могут быть использованы при конструктивном оформлении аналогичных эжекционных аппаратов для пищевой промышленности.

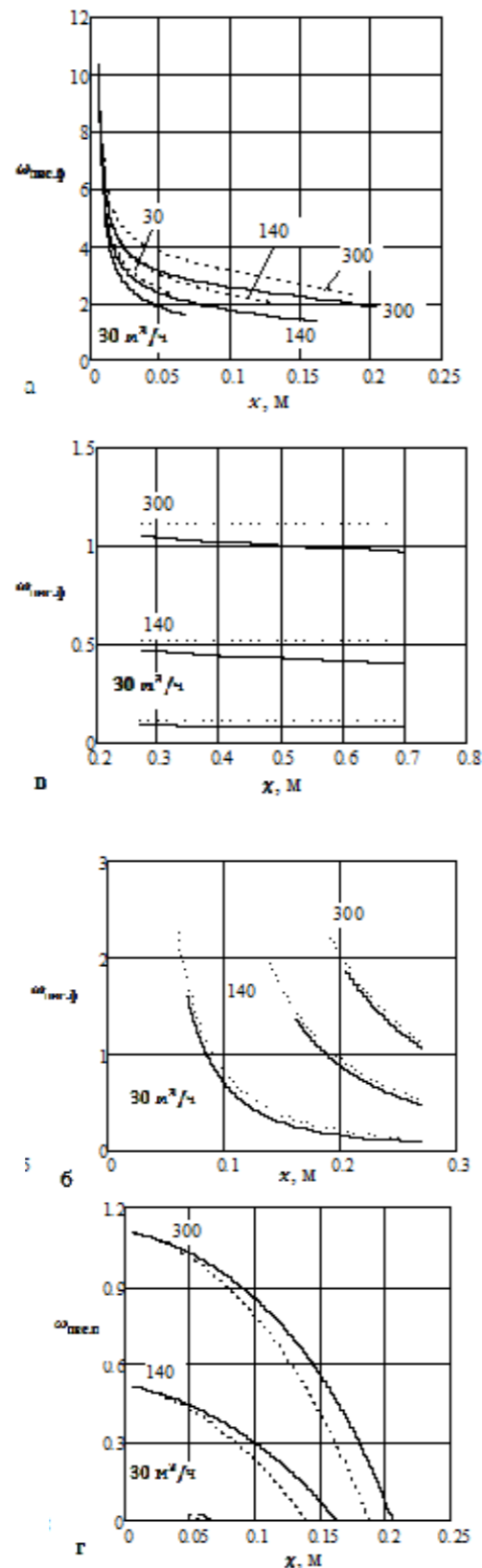


Рис. 3. Результаты расчетов скорости пвс по длине аппарата: а, г – зона свободного факела; б – зона циркуляционного течения; в – зона ограниченного течения сплошная линия – без влияния тепломассообмена; прерывистая линия с учетом тепломассообмена

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барилевич В.А. Основы термогазодинамики двухфазных потоков и их численное решение: Учебное пособие. – СПб.: Изд. Политехнического университета, 2009. – 425 с.
2. Патент 15134 А Украина, МКИ F 28 С 1/00. Ежекційна градірня та способ її роботи / Кологри-вов М.М., Грандов А.А., Угольникова Н.П., Нянкіна Е.Е., Серебрянський П.В. Одеська держ. акад. холоду – Заявл. 26.10.93, Опубл. 30.06.97, Бюл. № 3, видан 04.12.96 на Зстр.
3. Свидетельство 0555542 Ассоциационного комитета изобретений "Привилегия". Абсорбционно-конденсационный метод и устройство для очистки потока и выделения из него компонентов / Кологривов М.М., Котенко С.В. - Приоритет 19.02.1993, Бюл. № 2, Москва, 1993.
4. Галустов В.С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.
5. Пажи Д. Г., Галустов В. С. Основы техники распыливания жидкости. – М.: Химия, 1984. – 253 с.

УДК 519.6

БОШКОВА И.Л., к.т.н., доцент, ГЕОРГИЕШ Е.В., ассистент, КОЛЕСНИЧЕНКО Н.А., аспирантка

Институт холода, криотехнологий и экоэнергетики имени проф. В.С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ДВИЖУЩЕМСЯ ПЛОТНОМ СЛОЕ ПРИ МИКРОВОЛНОВО-КОНВЕКТИВНОМ И МИКРОВОЛНОВОМ НАГРЕВЕ

Анализируются двухкомпонентные математические модели, описывающие тепломассоперенос в слое с внутренними источниками (стоками) теплоты, обусловленными действием микроволнового поля. Приведены результаты расчетов температур газового и твердого компонентов по высоте сушилки в зависимости от мощности магнетронов, коэффициента ослабления, скорости воздуха и слоя.

Ключевые слова: теплотеперенос, моделювання, дисперсні середовища, сушилка, микроволновий нагрів, швидкість, газ, тверді частинки, температура.

Double-base mathematical models are analysed, describing heat and mass transfer in a layer with the internal sources (flows) of warmth, conditioned by the action of the microwave field. Results over of calculations of temperatures gas and hard components on the height of dryer depending on power of magnetrons, coefficient of weakening, speed of air and layer are brought.

Keywords: heat transfer, modeling, disperse medium, a dryer, a microwave heating rate, gas, particulate, temperature.

Математическому описанию процессов переноса теплоты и массы в слоях, фильтруемых газом или жидкостью, уделяется большое внимание. В общем случае такое описание не может быть выполнено на основании представлений механики сплошных сред вследствие макроскопической неоднородности дисперсных систем. Континуальное приближение правомерно лишь в случаях, когда структурный размер элементов дисперсной среды значительно меньше линейного масштаба изменения средних температур и концентраций [1,2]. Такое условие выполняется во многих интересных для практики задачах о тепломассопереносе в дисперсных средах. В связи с этим возникает необходимость формулировки уравнений сохранения теплоты и массы для континуумов, моделирующих компоненты системы либо систему в целом. Широкое распространение получили феноменологические однокомпонентные гомогенные модели, позволяющие получить аналитические решения различных задач теплопереноса. В таких моделях посту-

лируется равенство температур компонентов. Между тем, при определенных условиях (при протекании в слое реакций с большим тепловым эффектом, кратковременных нестационарных процессах, низкой интенсивности межкомпонентного теплообмена, высокой каркасной теплопроводности слоя) температуры компонентов могут существенно различаться. В таких случаях используют двухкомпонентные гомогенные модели, в которых слой рассматривается как система, состоящая из двух квазисплошных компонентов, между которыми протекают межкомпонентные процессы тепло- и массообмена (например, [3-7]. В [10] система уравнений теплопереноса для двухкомпонентных моделей сводилась к некоторому эквивалентному уравнению. Сопоставление одно- и двухкомпонентных моделей показало, что использование однокомпонентных моделей в кратковременных процессах, при интенсивном тепловыделении, высоком термическом сопротивлении межкомпонентного теплообмена приводит к существенным ошибкам в предсказании температур [8-10, 12-14]. Известные в литературе модели теплопереноса при наличии внутренних источников теплоты справедливы для свободного слоя, модели для слоя с погруженными поверхностями отсутствуют.

В данной работе рассматривается возможность применения двухкомпонентных математических моделей для описания тепломассопереноса в слое с внутренними источниками (стоками) теплоты, обусловленными действием микроволнового поля, при отсутствии погруженных поверхностей. На основании этих моделей получены аналитические зависимости для распределения температур компонентов продуваемого слоя с источниками теплоты и погруженными поверхностями, в движущ-

щемся слое при кондуктивно-конвективной и микроволново-конвективной сушке.

В качестве объекта моделирования рассматривается сушилка, представляющая собой вертикальный канал, в который из загрузочного бункера поступает влажный дисперсный материал. В нижнем сечении канала расположено выпускное устройство, обеспечивающее движение материала в виде плотного слоя и его необходимый расход. В верхнем (входном) сечении канала размещены магнетроны, создающие заданный тепловой поток. Через это же сечение подается сушильный агент, который фильтруется сквозь слой и удаляется из нижнего (выходного) сечения. За счет поглощенной влажными частицами МВ энергии и теплоты, передаваемой ему от сушильного агента путем межкомпонентного теплообмена, происходит прогрев частиц и испарение влаги, высушенный материал удаляется через выпускное устройство. Заданное влагосодержание на выходе обеспечивается выбором режимных характеристик: мощности магнетронов, температуры и скорости сушильного агента, скорости слоя, а также высоты канала.

При формулировке модели теплопереноса используются следующие представления. Плотный продуваемый слой рассматривается как двухкомпонентная система, состоящая из твердого (частиц) и газового (сушильный агент) компонентов, между которыми протекает межкомпонентный теплообмен. МВ энергия, поглощаемая частицами, учитывается как положительный внутренний источник теплоты в твердом компоненте. На основании экспериментальных данных [15] принято, что производительность этого источника убывает по экспоненциальному закону по мере удаления от входного сечения, где подводится МВ энергия. Расход теплоты на испарение влаги учитывается, как отрицательный источник теплоты в твердом компоненте. Производительность этого источника, зависящая от скорости сушки, остается неизменной на участке постоянной скорости и убывает по высоте канала по экспоненциальному закону на участке падающей скорости.

Приняты следующие допущения:

- свойства компонентов неизменны, не зависят от температуры и влагосодержания;
- подводимая МВ энергия, температуры и скорости компонентов распределены по сечению канала равномерно;
- тепловые потери через стенки канала пренебрежимо малы.

При таких условиях температуры компонентов изменяются только по высоте канала, т.е. температурные поля одномерны.

Математическая модель процесса теплопереноса включает уравнения энергии газового и твердого компонентов и граничные условия. Эти уравнения для участка падающей скорости сушки имеют следующий вид (при пренебрежимо малом про-

долном переносе теплоты теплопроводностью) [16-18]:

$$\rho_c c_{pc} w_c (1 - \beta) \frac{d\mathcal{G}_c}{dx} = \alpha_m a (\mathcal{G}_m - \mathcal{G}_c) \quad (1)$$

$$\rho_m c_m w_m \beta \frac{d\mathcal{G}_m}{dx} = \alpha_m a (\mathcal{G}_c - \mathcal{G}_m) + q_{v1} e^{mx} + q_{v2} e^{nx} \quad (2)$$

Граничные условия на входе:

$$\text{при } x = 0: \mathcal{G}_c = \mathcal{G}_{c0} = 0 \quad (4.21); t_m = t_{m0};$$

$$\mathcal{G}_m = \mathcal{G}_{m0} \quad (3).$$

$$\text{Здесь: } \mathcal{G}_c = t_c - t_{c0}; \quad \mathcal{G}_m = t_m - t_{c0};$$

$\mathcal{G}_{m0} = t_{m0} - t_{c0}$ - избыточные температуры компонентов; q_{v1}, q_{v2} - производительность внутренних источников теплоты во входном сечении, Вт/м³.

Производительность источника, обусловленного испарением влаги, определяется соотношением

$$q_{v2} = \rho_c r \frac{d\bar{u}}{d\tau}, \text{ Вт/м}^3, \quad (4);$$

Решение системы уравнений (1,2) с граничными условиями (3) позволило получить следующие зависимости для распределения температур компонентов на участке падающей скорости сушки:

$$\mathcal{G}_c = -\frac{B_1 \mathcal{G}_{m0}}{P_2} + \frac{B_1}{P_2} \left(\mathcal{G}_{m0} + \frac{H_1}{P_2 - m} + \frac{H_2}{P_2 - n} \right) e^{P_2 x} + \frac{H_1 B_1}{m} \left[\frac{e^{mx}}{(m - P_2)} + \frac{1}{P_2} \right] + \frac{H_2 B_1}{n} \left(\frac{e^{nx}}{n - P_2} + \frac{1}{P_2} \right), \quad (5);$$

$$\mathcal{G}_m = \mathcal{G}_c + \left(\mathcal{G}_{m0} + \frac{H_1}{P_2 - m} + \frac{H_2}{P_2 - n} \right) e^{P_2 x} + \frac{H_1}{m - P_2} e^{mx} + \frac{H_2}{n - P_2} e^{nx}, \quad (6);$$

$$\text{Здесь: } B_1 = \frac{\alpha_m a}{\rho_c c_{pc} (1 - \beta) w_c}, \text{ м}^{-1}, \quad (7);$$

$$B_2 = \frac{\alpha_m a}{\rho_m c_m \beta w_m}, \text{ м}^{-1}, \quad (8)$$

$$H_1 = \frac{q_{v1}}{\rho_m c_m \beta w_m}, \text{ К/м}, \quad (9);$$

$$H_2 = \frac{q_{v2}}{\rho_m c_m \beta w_m}, \text{ К/м}, \quad (10);$$

$P_2 = -(B_1 + B_2)$ (11) - корень характеристического уравнения.

Как видно из (5, 6), температуры компонентов и темп их изменения по высоте сушилки зависят от следующих факторов:

-производительности внутренних источников теплоты (положительного, обусловленного погло-

щением подводимой микроволновой энергии влажными частицами, и отрицательного, обусловленного расходом теплоты на испарение влаги, т.е. скоростью сушки), закона изменения производительности источников по высоте; температур компонентов на входе; скоростей компонентов; интенсивности межкомпонентного теплообмена; размера частиц; физических характеристик компонентов.

В одном и том же сечении, температуры компонентов различны. При $x=idem$ разность этих температур определяется выражением:

$$\mathcal{G}_m - \mathcal{G}_c = \left(\mathcal{G}_{m0} + \frac{H_1}{P_2 - m} + \frac{H_2}{P_2 - n} \right) e^{P_2 x} + \frac{H_1}{m - P_2} e^{mx} + \frac{H_2}{n - P_2} e^{nx}, \quad (12).$$

Она зависит от разности температур на входе (при $x=0$), производительности источников, абсолютного значения P_2 . Из выражений (7, 8, 11) видно, что абсолютное значение $|P_2|$ тем меньше, чем ниже тепловой поток, переносимый в процессе межкомпонентного теплообмена, по сравнению с тепловым потоком, переносимым компонентами конвекцией. По высоте сушилки разность температур убывает.

На участке постоянной скорости сушки распределение температур компонентов описывается следующими зависимостями:

$$\mathcal{G}_c = \frac{B_1 \mathcal{G}_{m0}}{P_2} (e^{P_2 x} - 1) + H_1 \left[\frac{1}{P_2 (P_2 - m)} e^{P_2 x} + \frac{1}{m(m - P_2)} e^{mx} + \frac{1}{P_2 m} \right] + H_2 \left(\frac{1}{P_2^2} e^{P_2 x} - \frac{1}{P_2^2} - \frac{x}{P_2} \right), \quad (13);$$

$$\mathcal{G}_m = \mathcal{G}_c + \mathcal{G}_{m0} e^{P_2 x} + \frac{H_1}{m - P_2} (e^{mx} - e^{P_2 x}) - \frac{H_1}{P_2} (1 - e^{P_2 x}), \quad (14).$$

Возможны случаи, когда источник, обусловленный поглощением МВ энергии, также не изменяется по высоте канала ($m=0$) (когда коэффициент ослабления потока энергии в слое мал либо магнетроны размещены в нескольких сечениях по высоте на небольших расстояниях друг от друга). В таких случаях уравнения (13, 14) приобретают вид:

$$\mathcal{G}_c = \frac{B_1 \mathcal{G}_{m0}}{P_2} (e^{P_2 x} - 1) + B_1 (H_1 + H_2) \cdot \left(\frac{1}{P_2^2} e^{P_2 x} - \frac{1}{P_2^2} - \frac{x}{P_2} \right), \quad (15);$$

$$\mathcal{G}_m = \mathcal{G}_c + \mathcal{G}_{m0} e^{P_2 x} + \frac{H_1 + H_2}{P_2} (e^{P_2 x} - 1), \quad (4.35) \quad (16).$$

Если в слое отсутствуют внутренние источники, то температуры компонентов определяются

только условиями межкомпонентного теплообмена и их изменение по высоте канала описывается зависимостями:

$$\mathcal{G}_c = \frac{B_1 \mathcal{G}_{m0}}{P_2} (e^{P_2 x} - 1), \quad (17);$$

$$\mathcal{G}_m = \mathcal{G}_c + \mathcal{G}_{m0} e^{P_2 x}, \quad (18).$$

При режимах, в которых тепловой поток, обусловленный межкомпонентным теплообменом, существенно превышает тепловой поток, переносимый компонентами конвекцией, температуры компонентов при $x=idem$ практически одинаковы ($e^{P_2 x} \rightarrow 0, \mathcal{G}_m \approx \mathcal{G}_c$).

Частные случаи

а) Теплоперенос в движущемся слое при микроволновой сушке.

В этом случае продувка сушильного агента через слой отсутствует, сушка осуществляется только за счет МВ энергии. Используется однокомпонентная модель, согласно которой непродуваемый плотный слой рассматривается как квазигомогенная среда с эффективными характеристиками - плотностью $\rho_{cl} = \rho_m \beta$, теплоемкостью $\bar{c}_{cl} = \rho_c c_{pc} (1 - \beta) + \rho_m c_m \beta \approx \rho_{cl} c_m$.

Уравнение энергии слоя для участка падающей скорости сушки:

$$\rho_{cl} c_m w_{cl} \frac{d\mathcal{G}_{cl}}{dx} = q_{v1} e^{mx} + q_{v2} e^{nx}, \quad (19).$$

Изменение температуры слоя по высоте канала определяется зависимостью:

$$\mathcal{G}_{cl} = \frac{H_1'}{m} (e^{mx} - 1) + \frac{H_2'}{n} (e^{nx} - 1), \quad (20).$$

Для участка постоянной скорости сушки ($n=0$) распределение температуры слоя можно найти из следующей формулы:

$$\mathcal{G}_{cl} = \frac{H_1'}{m} (e^{mx} - 1) + H_2' x, \quad (21).$$

$$\text{В формуле (20) } H_1' = \frac{q_{v1}}{\rho_{cl} c_m w_{cl}}, \text{ К/м};$$

$$H_2' = \frac{q_{v2}}{\rho_{cl} c_m w_{cl}}, \text{ К/м} \quad (22).$$

$$v_{cl} = t_{cl} - t_{cl0}$$

б) Теплоперенос в неподвижном слое при микроволново-конвективной сушке.

Математическая модель процесса для этого случая имеет вид:

$$\rho_c c_{pc} w_c (1 - \beta) \frac{d\mathcal{G}_c}{dx} = \alpha_m a (\mathcal{G}_m - \mathcal{G}_c), \quad (23);$$

$$\alpha_m a (\mathcal{G}_c - \mathcal{G}_m) + q_{v1} e^{-mx} + q_{v2} e^{-nx} = 0, \quad (24);$$

$$\text{при } x = 0: \mathcal{G}_c = \mathcal{G}_{c0} = 0 \quad (25).$$

Здесь: $g_z = t_z - t_{z0}$; $g_m = t_m - t_{z0}$;

Температуры компонентов на участке падающей скорости сушки описываются следующими уравнениями:

$$g_z = \frac{q_{v1}}{D} \left[-\frac{1}{m} e^{mx} + \frac{1}{m} \right] + \frac{q_{v2}}{D} \left[-\frac{1}{n} e^{nx} + \frac{1}{n} \right], \quad (26);$$

$$g_m = g_z + \frac{q_{v1}}{B} e^{mx} + \frac{q_{v2}}{B} e^{nx}, \quad (27).$$

Здесь: $B = \alpha_m a$, Вт/(м³К);

$$D = \rho_z c_{p_z} w_z (1 - \beta), \text{ Вт/(м}^2\text{К)}, \quad (28).$$

Разность температур компонентов в одном и том же сечении ($x=\text{idem}$)

$$g_m - g_z = \frac{q_{v1}}{B} e^{mx} + \frac{q_{v2}}{B} e^{nx}, \quad (29).$$

Для температур компонентов на участке постоянной скорости сушки ($n=0$) справедливы формулы:

$$g_z = \frac{q_{v1}}{D} \left[-\frac{1}{m} e^{mx} + \frac{1}{m} \right] + \frac{q_{v2}}{D} x, \quad (30);$$

$$g_m = g_z + \frac{q_{v1}}{B} e^{mx} + \frac{q_{v2}}{B}, \quad (31).$$

По приведенным зависимостям проведены расчеты температурных полей в слое на участке падающей скорости сушки при различных условиях [18]. В расчетах изменяли: скорость сушильного агента w_z (0,2-2,0 м/с); скорость движения слоя w_m ($0,5 \cdot 10^{-3} - 10^{-3}$ м/с); диаметр частиц d_m ($3 \cdot 10^{-3} - 9 \cdot 10^{-3}$ м); значения положительного ($q_{v1} = (10^4 \div 10^6)$ Вт/м³) и отрицательного ($q_{v2} = (-10^4 \div -10^6)$ Вт/м³) источника теплоты в твердом компоненте; коэффициент ослабления микроволновой энергии в слое m ($-30 \div 0$), $n = (0 \div -6)$. Рассмотрим влияние q_{v1} - положительного внутреннего источника при следующих исходных данных: $t_{m0} = 20$ °С, $t_{z0} = 100$ °С, $d_m = 0,003$ м, $n = -6$, $m = -30$. По высоте канала на начальном участке температура газа уменьшается, а температура частиц увеличивается в результате межкомпонентного теплообмена (рис. 1).

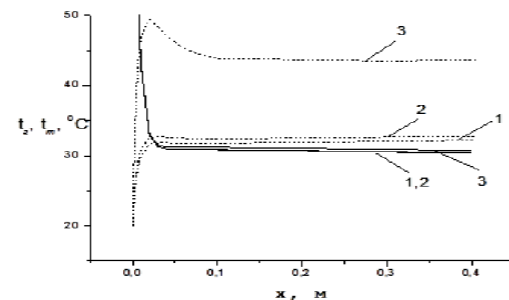


Рис. 1. Распределения температур компонентов по высоте канала при различных мощностях магнетрона $w_z = 0,2 \text{ м/с}$; $w_m = 0,001 \text{ м/с}$; $q_{v2} = 10^5 \text{ Вт/м}^3$; 1- $q_{v1} = 10^4 \text{ Вт/м}^3$; 2- $q_{v1} = 10^5 \text{ Вт/м}^3$; 3- $q_{v1} = 10^6 \text{ Вт/м}^3$ --- частицы; __ газ

При различных значениях производительности отрицательного источника на начальном участке также наблюдается уменьшение температуры газа и рост температуры частиц по высоте канала (рис. 2). При увеличении расхода теплоты на испарение (производительности отрицательного источника) температуры газа и частиц становятся ниже (в одном и том же сечении). Эта зависимость наблюдается при различных скоростях, диаметрах частиц, разных m .

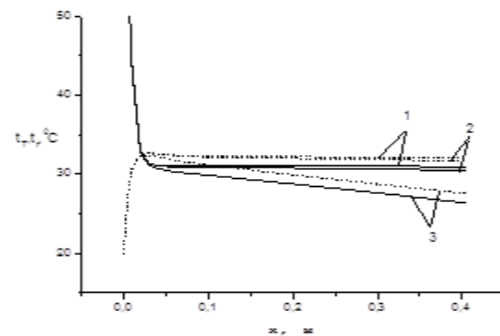


Рис. 2. Распределения температур компонентов по высоте канала при различных значениях производительности отрицательного внутреннего источника теплоты $w_z = 0,2 \text{ м/с}$; $w_m = 0,001 \text{ м/с}$; $q_{v1} = 10^5 \text{ Вт/м}^3$; 1- $q_{v2} = -10^4 \text{ Вт/м}^3$; 2- $q_{v2} = -10^5 \text{ Вт/м}^3$; 3- $q_{v2} = -10^6 \text{ Вт/м}^3$; --- частицы; __ газ

В случае уменьшения коэффициента ослабления МВ энергии в слое ($m = -30; -6; 0$) температура газа снижается менее интенсивно (рис. 3), а температура твердых частиц растет с большей интенсивностью (рис. 4) в связи с менее существенным убыванием q_{v1} (рис. 5). В случае, если $m = 0$, т.е. производительность положительного источника теплоты остается постоянной по всей высоте сушилки, наблюдается резкий рост температур компонентов (рис. 3 и 4, кривые 3). Такая зависимость наблюдается при различных значениях q_{v1} , q_{v2} , d , w_z , w_m .

При $x > 0,06$ м температура твердого компонента убывает т.к. из-за существенного ослабления потока микроволновой энергии в слое значение q_{v1} резко уменьшается и начинает больше влиять отрицательный источник теплоты q_{v2} .

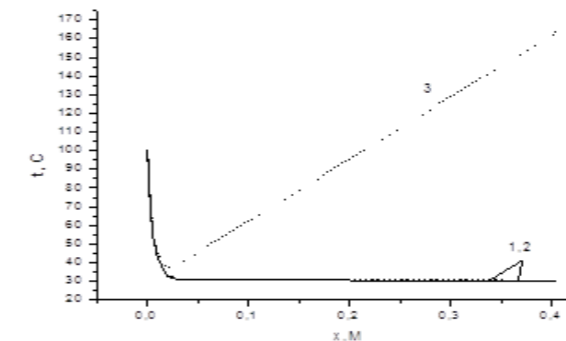


Рис. 3. Распределения температуры газа по высоте канала при различных коэффициентах ослабления МВ энергии. 1- $m = -30$; 2- $m = -6$; 3- $m = 0$

$$q_{v1} = 10^4 \frac{Bm}{M^3}; \quad q_{v2} = -10^5 \frac{Bm}{M^3}; \quad w_z = 0,2 \text{ м/с}; \quad w_m = 0,001 \text{ м/с}; \quad d_m = 0,003 \text{ м};$$

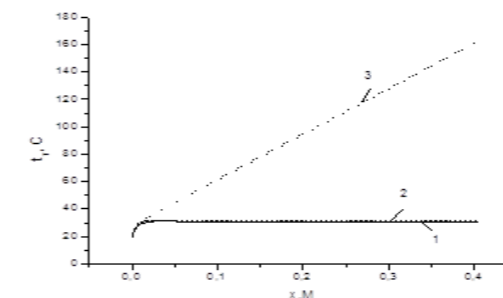


Рис. 4. Распределения температуры частиц по высоте канала при различных коэффициентах ослабления потока МВ энергии

$$q_{v1} = 10^4 \frac{Bm}{M^3}; \quad q_{v2} = -10^5 \frac{Bm}{M^3}; \quad w_m = 0,001 \text{ м/с}; \quad d = 0,003 \text{ м}; \quad w_z = 0,2 \text{ м/с}; \quad 1- m = -30; \quad 2- m = -6; \quad 3- m = 0$$

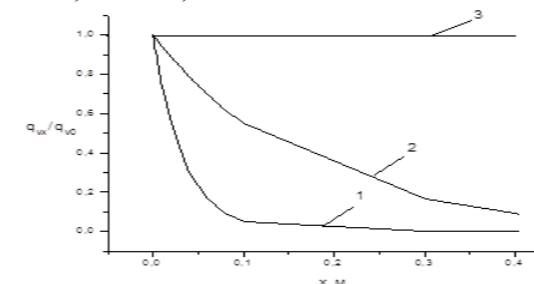


Рис. 5. Относительное изменение интенсивности МВ энергии в слое при различных коэффициентах ослабления: 1- $m = -30$; 2- $m = -6$; 3- $m = 0$

Скорость газа (сушильного агента) влияет на распределение температур следующим образом. При ее возрастании на начальном участке температура газа снижается медленнее, а температура частиц возрастает быстрее. При высоких скоростях газа температуры компонентов по всей высоте сушилки выше, чем при малых скоростях (рис. 6). Как видно из рис. 6, температуры частиц при $x > 0,03$ м становятся выше температуры газа, изменяется направление теплового потока. При $x < 0,03$ м частицы получают тепло от нагретого воздуха, а затем, когда воздух охладился, он нагревается от

частиц, температура которых растет в связи с действием внутреннего положительного источника теплоты. Уменьшение разности температур компонентов с увеличением скорости газа объясняется интенсификацией межкомпонентного теплообмена (рис. 7).

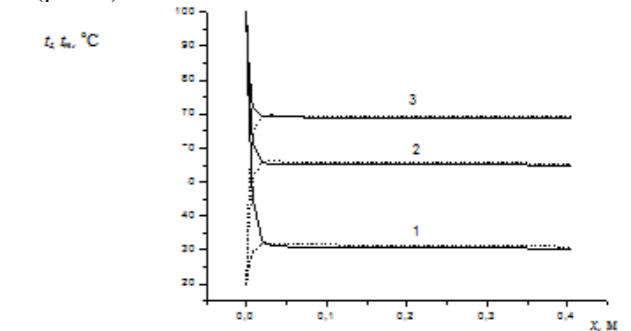


Рис. 6. Распределения температур компонентов по высоте канала при различных скоростях сушильного агента $q_{v1} = 10^4 \text{ Вт/м}^3$; $q_{v2} = -10^4 \text{ Вт/м}^3$; $w_m = 0,001 \text{ м/с}$; $d_m = 0,003 \text{ м}$;

$$1- w_z = 0,2 \text{ м/с}; \quad 2- w_z = 1 \text{ м/с}; \quad 3- w_z = 2 \text{ м/с} \quad \text{--- частицы; __ газ}$$

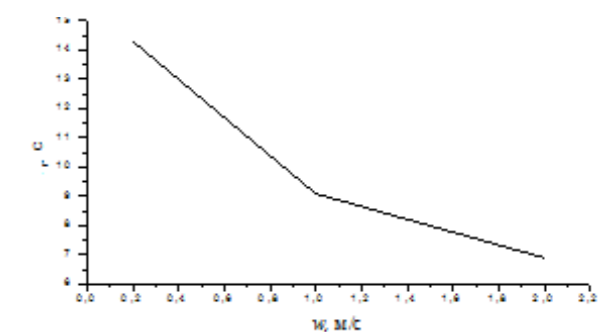


Рис. 7. Зависимость разности температур компонентов от скорости газа: $x = 0,01 \text{ м}$; $q_{v1} = 10^4 \frac{Bm}{M^3}$; $q_{v2} = -10^5 \frac{Bm}{M^3}$; $m = -30$

При увеличении диаметра частиц на начальном участке температура газа снижается, а температура частиц возрастает медленнее в связи с увеличением термического сопротивления межкомпонентного теплообмена. При уменьшении скорости движения слоя наблюдается увеличение температур компонентов при $x = \text{idem}$ в связи с уменьшением расхода материала (рис. 8).

Аналогично изменяются температуры компонентов на участке постоянной скорости сушки. При различных режимах изменение температур компонентов на начальном участке определяется, в основном, интенсивностью межкомпонентного теплообмена. На некотором расстоянии от входного сечения эти температуры сближаются, темп и характер их дальнейшего изменения зависят от производительности внутренних источников теплоты. При достаточно высоких значениях q_{v1} температура

частиц становиться выше температуры газа, направление теплового потока изменяется.

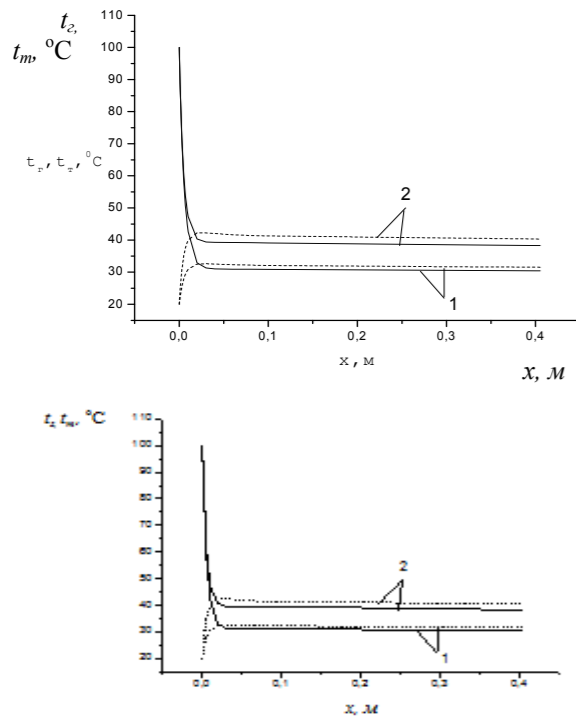


Рис. 8. Распределения температур компонентов по высоте канала при разных скоростях движения слоя

$$q_{v1} = 10^4 \frac{Bm}{M^3}; q_{v2} = -10^5 \frac{Bm}{M^3};$$

$$m = -30; w_g = 0.2 \text{ м/с}; w_m = 10^{-3} \text{ м/с};$$

$$w_m = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; \text{--- частицы; --- газ}$$

Вариантные расчеты по приведенным зависимостям позволяют выбрать оптимальные режим-

ные параметры, обеспечивающие высокую скорость сушки без перегрева материала.

Выводы

1. Расчет по зависимостям, описывающих сушку дисперсного материала в движущемся плотном слое при микроволново-конвективном и микроволновом подводе энергии, верно отражает физические процессы переноса теплоты и влаги в рассматриваемых условиях.

2. Приведенные зависимости позволяют аналитически определить влияние различных параметров (мощность магнетронов, коэффициент ослабления, скорость воздуха, скорость слоя, диаметр частиц) на распределение температур твердого и газового компонентов по высоте сушилки.

3. С увеличением скорости газа разность температур компонентов уменьшается, что объясняется интенсификацией межкомпонентного теплообмена.

Обозначения

d_m - диаметр частиц, м; r - удельная теплота парообразования, Дж/кг; Q - тепловой поток, Вт; $q_{уд}$ - удельный расход энергии на испарение влаги, МДж/м^2 ; q_M - удельный тепловой поток, Вт/кг; q_v - производительность внутренних источников теплоты, Вт/м^3 ; t - температура, $^{\circ}\text{C}$; u - влагосодержание дисперсного материала, кг/кг; W - скорость, м/с; X - координата, м; α - коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт/(м}^2\text{К)}$; β - плотность укладки слоя; λ - коэффициент теплопроводности, $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$; ρ - плотность, кг/м^3 ; U - избыточная температура, К; τ - время, с. **Индекс:** g - газовый, M - межкомпонентный, m - твердый, 0 - начальное значение, $ст$ - стенка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буевич Ю.А., Казенин Д.А. О переносе тепла или массы к телам разной формы, погруженным в неподвижный или слабооживленный зернистый слой // Теплообмен V. - Минск: Материалы V всесоюзной конф. по теплообмену. - 1976. - Т.6. - С. 19-24.
2. Буевич Ю.А., Казенин Д.А. Предельные задачи о переносе тепла или массы к цилиндру и сфере, погруженным в инфильтруемый зернистый слой // ПМТФ - 1977. - № 5. - С. 94-102.
3. Календерьян В.А., Корнараки В.В. Теплообмен и сушка в движущемся плотном слое. - Киев: Вища школа. - 1982. - 160с.
4. Буевич Ю.А. К теории переноса в гетерогенных средах // Инж.-физ. Журнал. - 1988. - Т. 54. - № 5. - С. 770-779.
5. Антонишин Н.В., Луциков В.В. Перенос тепла в дисперсных средах // Исследование процессов переноса в дисперсных системах. Сборник научных статей. Минск. - 1984. - С. 113-129.
6. Denloye A.O. Gas convective heat transfer to packed and fluidized beds. A. I. Ch. E. Symp. Ser., 1978. - V. 74. - № 176. - 194-202.
7. Kubicek M., Holodniok M. Two-phase model of a tubular non-adiabatic reactor with axial dispersion and gas-to-solid heat and mass transfer. Numerical method for steady analysis // Heat transfer Proc., 7-th Int. Conf., München. - 1982. - V.6. - P. 25-31.
8. Нустров В.С., Сайфуллаев Б.Н. Метод эквивалентного уравнения в теории теплообмена. Инж.-физ. Журнал. - 1988. - Т. 54. - № 5. - С. 779-786.
9. Бесков В.С. Модели процессов в неподвижном слое катализатора и их использование // Моделирование химических процессов и реакторов: Сб. научных статей. - Новосибирск. - 1971. - Т.1. - С. 114-140.
10. Нустров В.С., Сайфуллаев Б.Н. Метод эквивалентного уравнения в теории теплообмена // Инж.-физ. Журнал. - 1988. - Т. 54. - № 5. - С. 779-786.
11. Dixon A.G., Cresswell L.L. Theoretical prediction of effective heat transfer parameters in packed bed // A.I. Ch. E. Journal. - 1979. - V. 25. - № 4. - P.663-676.
12. Schlünder E.U. Equivalence of one-and two-phase modelles for heat transfer processes in packed beds: one dimensional theory//Chem. Eng. Sci. - 1975. - V.30. - № 4.
13. Gros J.B., Vugarel R. Etude comparative de modelles catalitiques a lit fixe //The Chem. Eng. J - 1977. - V. 13. - № 3. - P. 165-167.
14. Буевич Ю.А., Перминов Е.Б. Нестационарный нагрев неподвижного зернистого массива // Инж.-физ. Журнал. - 1980. - Т. 38. - № 1. - С.29-37.
15. Волгушева Н.В. Кинетика сушки плотного слоя дисперсного материала (на примере гречихи) при различных способах подвода теплоты. Дисс. канд. техн. наук. Одесса. - 2005. - 225 с.
16. Календерьян В.А., Бошкова И.Л., Волгушева Н.В. Теплоперенос в процессе сушки плотного слоя дисперсного материала при микроволново-конвективной сушке // VI Минский международный форум по тепло- и массообмену. Минск. - 2008. Тезисы докладов и сообщений. - Т.2. - 206-207.

17. Календерьян В.А., Бошкова И.Л., Островская Е.В. Математические модели теплопереноса в процессе сушки дисперсных материалов при использовании микроволновой энергии // Пищевая наука и технология. Научно-производственный журнал. - 2008. - № 1. - С. 51-54.
18. Бошкова И.Л., Волгушева Н.В. Влияние режимных параметров на распределение температур в движущемся плотном слое дисперсных материалов при микроволново-конвективной сушке // Промышленная теплотехника. - 2010. - Т. 32. - № 1. - С. 37-43.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК [641.521:639.3/6]:641.8

БЕЗУСОВ А.Т., д-р техн. наук, проф., МАНОЛІ Т.А., канд. техн. наук, доцент,

ПАМБУК С.А., канд. техн. наук, асистент

Одеська національна академія харчових технологій

ВПЛИВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ПРИ ПОМІРНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ З МОРЕПРОДУКТІВ

У статті наведені дослідження впливу теплової обробки при помірних температурах на зміни органолептичних показників кулінарних виробів з кальмара, рапани і товстолобика. Дослідження органолептичних характеристик проводились профільним методом. Наведено профілі зовнішнього виду, кольору, смаку, запаху і консистенції дослідних зразків. Показано, що підібрані режими обробки дозволяють отримати задані органолептичні показники готових кулінарних виробів.

Ключові слова: гидробионты, кулинарные изделия, тепловая обработка, органолептические показатели.

The article presents the study of the influence of heat treatment at moderate temperatures to changes in organoleptic characteristics of food products from squid, *Rapana thomasiana* and silver carp (*Hypophthalmichthys*). Studies carried out organoleptic profile method. Shown the profiles of appearance, color, taste, smell and texture prototypes. Shown that treatment regimens selected reference can be obtained organoleptic ready food products.

Keywords: aquatic, culinary products, heat treatment, organoleptic characteristics.

Кулінарне виробництво займає значне місце в рибопереробній галузі. Для кулінарного виробництва характерний великий асортимент, який продовжує постійно розширюватися. Водночас обсяги виробленої кулінарної продукції обмежені, так як більшість кулінарної продукції належить до швидкопсувної з обмеженими термінами зберігання.

Широкий асортимент кулінарних виробів з морепродуктів дозволяє раціонально переробляти сировину. Зміна видового складу сировини диктує необхідність розробки нових видів кулінарних виробів, що дасть можливість підвищити попит на ці продукти, а також збільшити обсяги продажів і споживання рибного білка.

У кулінарному виробництві основною сировиною може служити риба і нерибні об'єкти промислу, в першу чергу, такі види, які не можуть бути успішно використані для випуску традиційної продукції [1, 2].

В якості об'єктів дослідження і сировини для виробництва кулінарних виробів обрали товстолобика строкатого, оскільки риби внутрішніх водоймищ займають не останнє місце в рибопереробній галузі України, а також нерибні об'єкти – рапана чорноморська і кальмар тихоокеанський.

Кальмари знаходять широке застосування у виробництві кулінарних виробів. М'ясо кальмара характеризується високими смаковими властивостями і харчовою цінністю, містить значну кількість

білка (до 20 %), невелику кількість жиру (0,2 ... 1,4 %). М'ясо кальмара багате екстрактивними азотистими речовинами, що додають йому приємний своєрідний смак. Перспективною сировиною в технології кулінарних виробів є також рапана чорноморська (*Rapana thomasiana*) – червоногий моллюск, популяція якого в Чорному морі досягла промислової об'ємів [3].

Для приготування кулінарних виробів використовували теплову обробку при помірних температурах, які забезпечують оптимальні умови для дії власних ферментів, що розщеплюють білкові речовини і тим самим впливають на органолептичні властивості і якість кулінарних виробів.

Попередні дослідження показали, що кількість азоту летких основ і буферна ємність м'язової тканини гидробионтів зростають при обробці помірними температурами, оскільки відбувається безпервне накопичення низькомолекулярних азотистих речовин за рахунок створення оптимальних умов автопротеолізу. Найбільш інтенсивні зміни сировини відбувались при температурі 45 $^{\circ}\text{C}$ [4, 5].

Кремоподібна консистенція для кожного виду гидробионтів досягається у своєму температурному режимі, однак можна відзначити, що при помірних температурах, де спостерігаються менш істотні втрати поживних речовин, наприклад 45 $^{\circ}\text{C}$, можна отримати бажаний результат, змінюючи тільки тривалість обробки.

Кулінарну обробку товстолобика, кальмара і рапани проводили при температурі 45 $^{\circ}\text{C}$ протягом 5-ти годин. В результаті такої обробки, як показали дослідження, значно змінюються реологічні властивості м'язової тканини сировини. Отже, надалі для розробки технології кулінарних виробів з гидробионтів важливо дослідити вплив помірних температур обробки на зміну органолептичних показників кулінарних виробів.

Метою досліджень було встановлення впливу теплової обробки при помірних температурах на зміну органолептичних показників сировини. При дослідженні органолептичних характеристик кулінарних виробів використовували профільний метод, застосування якого найбільш доцільно при розробці нових видів продукції, складанні нових

рецептур [6]. Профільний метод заснований на тому, що окремі смакові, нюхові та інші стимули, об'єднуючись, дають якісно нове відчуття флевора (поєднання органолептичних характеристик) продукту. Виділення найбільш характерних для даного продукту елементів смаку і запаху дозволяє встановити профіль смакоти продукту, а також вивчити вплив різних чинників (вихідної сировини, режимів виробництва, упаковки, умов зберігання тощо) [7]. Якість кулінарної продукції, як сукупність властивостей, закладається на стадії її розробки, забезпечується при виробництві і підтримується в процесі реалізації. Органолептична оцінка дозволяє швидко і просто оцінити якість сировини, кулінарної продукції, виявити порушення рецептури, технології виробництва та оформлення страв, що, в свою чергу, дає можливість вжити заходів для усунення виявлених недоліків.

Якість кулінарної продукції, як правило, оцінюється такими органолептичними показниками: зовнішній вигляд, колір, консистенція, запах, смак.

Зовнішній вигляд – комплексний показник, що характеризує загальне зорове враження від страви (виробу), включає в себе ряд таких одиничних показників, як форма, стан поверхні, якість оформлення.

У кулінарній практиці зовнішній вид має вирішальне фізіологічне і психологічне значення. При виборі того чи іншого блюда споживач керується головним чином зоровою оцінкою. Порушена форма говорить про недбале оформлення чи зберігання виробу, поява невластивого йому кольору може свідчити про псування продукту.

При характеристиці кольору визначають основний колір продукту, його інтенсивність і відтінки; встановлюють відхилення від кольору, властивого даному виробу; враховують, що чистота кольору, особливо білого, для ряду харчових продуктів є показником забрудненості сторонніми домішками і пофарбованими частинками самого продукту. Однією з визначальних показників якості продукції є консистенція.

Консистенція – показник якості, який характеризує суму властивостей продукту, відтворюваних візуально або на дотик, аналізаторами пальців рук, шкірою і чутливими м'язами рота.

При оцінці консистенції визначають агрегатний стан продукту (рідке, тверде тощо), ступінь його однорідності (однорідна, пластівчаста), механічні властивості (крихкість, в'язкість, пружність, пластичність, еластичність тощо).

Консистенцію визначають: дотиком до страви, легким промацуванням його вказівним і великим пальцями, а також додаванням зусиль – натисканням, проколюванням, розрізанням (риба, м'ясо, желе), розмазуванням (паштет, повидло), розжовуванням (капуста, огірки); по дотику в порожнині рота, густоті, клейкості і силі натиску на блюдо (виріб) (наприклад, консистенція рідка, густа,

щільна або хрустка) а також на основі зорових відчуттів.

Кінчиками пальців визначають ступінь пружності, твердості, пластичності різноманітної сировини. У порожнині рота при розжовуванні виникають такі відчуття, як соковитість, розсипчастість, крихкість, однорідність, волокнистість, терпкість і ін. Запах – показник якості, який визначається за допомогою органів нюху. Інтенсивність запаху залежить від кількості летючих речовин, що виділяються з продукту, та їх хімічної природи.

У застосуванні до харчової сировини і кулінарних виробів розрізняють такі поняття, що об'єднуються загальним терміном «запах», як аромат – природний привабливий запах, властивий вихідній сировині, і букет – запах, що формується в процесі технологічної обробки продукту під впливом складних хімічних перетворень.

При визначенні запаху встановлюють типовий (властивий виробу) запах, а також наявність сторонніх запахів.

Не властиві даному продукту запахи є наслідком порушення технології приготування або псування при зберіганні. Іноді, щоб вирішити питання про придатність виробу для харчування, досить визначити його запах.

Смак – найважливіший показник, що робить вирішальний вплив на оцінку якості продукції. Оцінка смаку продукту повинна включати в себе характеристику основних відчуттів, їх відтінків і ступеня супутніх відчуттів. До основних смакових відчуттів відносяться: гіркий, солодкий, кислий, солоний; якщо вони складні, але легко кваліфікуються – кисло-солодкий, гірко-солоний, гострий, терпкий тощо. Поєднання різних продуктів при виготовленні страв дозволяє отримати дуже багаті «букети» і відтінки смаку, що визначається якісно і кількісно (інтенсивність смаку).

Оцінюючи те або інше блюдо, можна випробувати не лише смакові відчуття, але і низку інших, що дають в сукупності уявлення про продукт. Тому показник, що визначається як смак, є сукупністю власне смакових, дотикових відчуттів і запаху, що сприймаються при дегустації. Внаслідок тісного взаємозв'язку два самостійних показника – «смак» і «запах» – іноді можуть бути охарактеризовані одночасно [7]. Органолептична оцінка страв і кулінарних виробів може дати точні результати, якщо вона проведена методично правильно з дотриманням низки правил.

Черговість аналізу оцінки окремих показників якості продукції повинна відповідати природній послідовності органолептичної оцінки. Спочатку повинні бути прийняті до уваги показники, що визначаються зором (зовнішній вигляд, форма, колір, прозорість, блиск тощо), потім нюхом і дотиком і, нарешті, властивості, оцінювані тільки за допомогою дегустації (соковитість, крихкість, розсипчастість, роздрібнення, смакота), і такі специфічні по-

казники, як солоність м'ясних, рибних, овочевих і квашених продуктів, згірлого жиру тощо. При дегустації важливо виділяти не тільки позитивні смакові характеристики, але й негативні при їх наявності [6, 7].

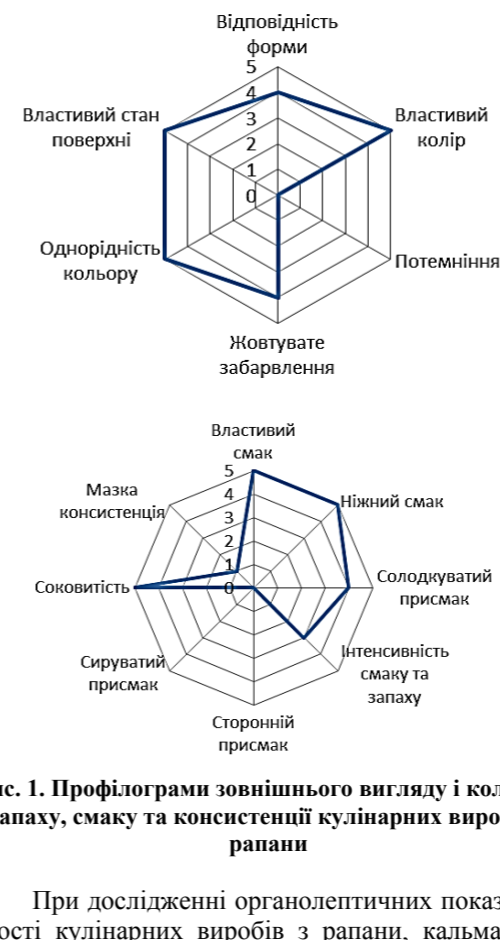


Рис. 1. Профілограми зовнішнього вигляду і кольору, запаху, смаку та консистенції кулінарних виробів з рапани

При дослідженні органолептичних показників якості кулінарних виробів з рапани, кальмару та товстолобика використовували профільний метод. Дослідження проводили за наступною черговістю: спочатку оцінювали зовнішній вигляд виробів, при цьому відмічали властивість стану поверхні, відповідність форми. Далі оцінювали колір зразків: властивість, однорідність, наявність характерних для даної сировини відтінків, відсутність небажаних змін кольору – потемніння тощо. При дослідженні смаку та запаху спочатку визначали профіль запаху, потім – смаку та консистенції при розжовуванні. При дегустації важливо відчувати черговість появи та інтенсивність окремих сенсорних імпульсів.

Інтенсивність відчуттів оцінювали за умовною шкалою: 0 – ознака відсутня; 1 – тільки упізнається або відчувається; 2 – слабка інтенсивність; 3 – помірна інтенсивність; 4 – сильна; 5 – дуже сильна інтенсивність.

Результати дослідження кулінарних виробів з рапани профільним методом представлені графічно у вигляді профільних діаграм на рисунку 1.

Наведені профільні діаграми наглядно демонструють, що теплова обробка рапани при температурі 45 °С на протязі 5-ти годин позитивно впливає

на зміну органолептичних показників. Готові кулінарні вироби з рапани характеризуються відповідною формою, властивим станом поверхні. В результаті обробки зразки з рапани набувають властивого готовим виробам однорідного кольору з приємним жовтуватим відтінком.

Зразки мають властивий смак з вираженою солодкуватістю, відповідний запах помірної інтенсивності, при розжовуванні відмічено соковитість зразків, але консистенція виробів з рапани не є мазкою, а скоріше пружною.

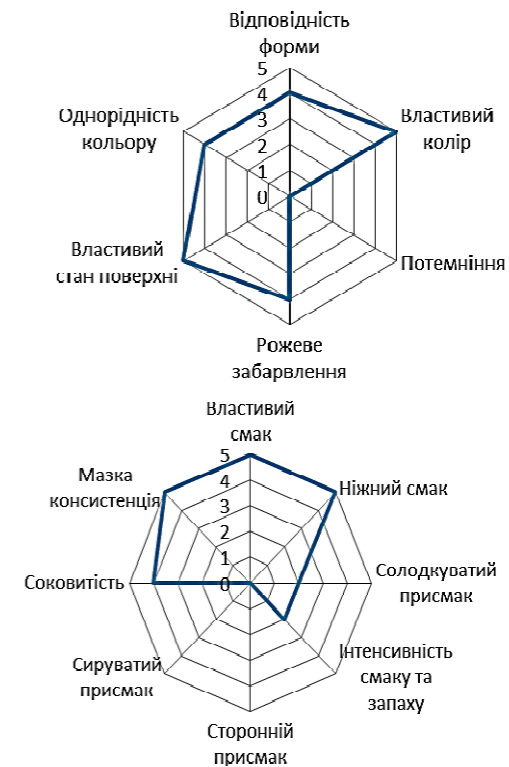


Рис. 2. Профілограми зовнішнього вигляду і кольору, запаху, смаку та консистенції кулінарних виробів з кальмара

Аналогічно проводили дослідження органолептичних показників кулінарних виробів з кальмара та товстолобика. Результати наведені у вигляді профілограм на рисунках 2 і 3 відповідно

З профілограм видно, що кулінарний виріб з кальмару також характеризується позитивними органолептичними ознаками. Зразки мали властивий стан поверхні, форма готових кулінарних виробів дещо відрізнялась від форми закладеної сировини, але залишилась задовільною. Її зміни можна пояснити достатньо великим вмістом вологи, яка зазнала перерозподілу в результаті теплової обробки і деякими змінами білкових речовин, а також достатньо ніжною консистенцією цього виду сировини. Колір в результаті теплової обробки переходить з природного в злегка рожевий, що є властивим для готового продукту, потемніння відсутнє. Запах продукту властивий, без ознак стороннього або сируватого, інтенсивність помірна, трохи

менша в порівнянні з виробами з рапани. Смак властивий, ніжний, присутній солодкуватий присмак, але також в меншій мірі ніж у рапани. Консистенція достатньо соковита, кремоподібна або навіть мазка.

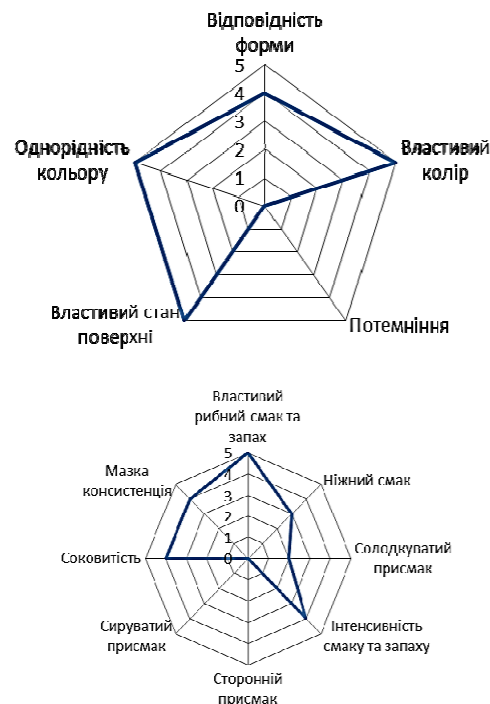


Рис. 3. Профілограми зовнішнього вигляду і кольору, запаху, смаку та консистенції кулінарних виробів з товстолобика

Як видно з профільних діаграм зразки кулінарних виробів з товстолобика характеризується такими органолептичними ознаками: стан поверхні властивий, форма готових кулінарних виробів де-що відрізнялась від форми закладеної сировини,

але залишилась відповідною. Колір в результаті теплової обробки переходить з тьмяно-білого до кремово-білого, що є властивим для готового продукту з рибної сировини, потемніння відсутнє. Запах продукту властивий, рибний, без ознак стороннього або сироватого, інтенсивність помірною. Смак властивий, показники солодкуватого присмаку і ніжного смаку дещо менші в порівнянні з виробами з рапани і кальмару. Консистенція менш соковита, в міру розм'якшена.

Таким чином було встановлено, що тепла обробка при помірних температурах (45 °C) протягом 5-ти годин позитивно впливає на органолептичні показники кулінарних виробів з рапани, кальмару та товстолобика. Всі кулінарні зразки зберігають по закінченні обробки властиву форму, мають приємний стан поверхні. Колір зразків однорідний, властивий готовим виробам, з характерними для кожного виду сировини відтінками. Смак та запах виробів властивий, приємний, ніжний. Сторонніх та сироватих присмаку і запаху не виявлено. Консистенція зразків в результаті теплової обробки розм'якшується, але в різній мірі. Найбільше розм'якшення спостерігалось у кальмара, який мав мазку консистенцію, найменше – у рапани, що можна пояснити високим вмістом сполучнотканинних білків.

Отже можна зробити висновок, що запропоновані умови обробки зразків з рапани, кальмара та товстолобика при помірних температурах (45 °C) протягом 5-ти годин дозволяють отримати готові кулінарні вироби, які володіють бажаними органолептичними характеристиками: розм'якшеною консистенцією, приємним зовнішнім виглядом та властивими смаковими якістьми.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Васькова Г.Т. Перспективи розвитку рибного господарства України в сучасних умовах [Текст] / Г.Т. Васькова, С.І. Алімов, О.І. Куцб, М.В. Васюкова. – Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ, 2002. – Вип. 25.
2. Уляниченко А.В. Ефективність використання біоресурсів мирового океана [Текст] / А.В. Уляниченко. – Рибне господарство України, 2004. – № 5.
3. Крючков, В.Г. Перспективи вирощування моллюсков в Черном море у береговій зоні України [Текст] / В.Г. Крючков. – Рыбное хозяйство Украины. № 7, 2004 (спецвыпуск).
4. Манюли Т.А. Дослідження впливу помірних температур на зміну властивостей гідробіонтів під час виготовлення кулінарних виробів [Текст] / Т.А. Манюли, С.А. Памбук, Т.І. Нікітчина, А.О. Крещу // Обладнання та технології харчових виробництв: Темат. 36. Наук. Пр. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. – Вип. 30, – С. 111-116.
5. Манюли Т.А. Исследование влияния умеренных температур и продолжительности обработки на изменения консистенции гидробионтов [Текст] / Т.А. Манюли, С.А. Памбук // Пищевая наука и технология. Научно-производственный журнал. - № 2(23) – 2013 г. – С. 85-87.
6. Родина Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров [Текст] / учебник для вузов – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 208 с
7. Родина Т.Г., Вукс Г.А.. Дегустационный анализ продуктов: учебник для вузов [Текст]. - М.: Колос, 1994.-192 с.

Отримано редакцією 11.2013 р.

УДК 628.16

МИХАЙЛЕНКО В.Г., канд. техн. наук, доцент, ст. наук.співроб., КНЯЗЕВА О.І., провідний інженер

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків

ЛЮБАВИНА О.О., канд. техн. наук, доцент,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ВОДИ:

ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

На основі досліджень літератури та з урахуванням сучасних гіпотез структури природної води розглянуті недоліки основних методів водопідготовки у харчових виробництвах – іонообмінного пом'якшення та зворотного осмосу. Електро-мембранні методи водопідготовки, зокрема електродіаліз з біполярними мембранами можуть стати альтернативою іонообмінному пом'якшенню. Перевагою цього методу є зменшення часу контакту води з іонообмінними матеріалами та відповідне зменшення забруднення води продуктами розкладу іонообмінних смол. В разі виявлення збіднення пермеату зворотного осмосу за вмістом дейтерію та відповідного зниження його біологічної цінності в якості альтернативи може використовуватися електродіалізне опріснення.

Ключові слова: вода підготовка, пом'якшення, зворотний осмос, іонний обмін, електродіаліз, мембранний електроліз, біполярний електродіаліз.

On the basis of studies of literature and taking into account modern hypotheses patterns of natural water reviewed disadvantages of the basic methods of water treatment in the food industries - ion-exchange softening and reverse osmosis. Electromembrane methods of water treatment, in particular electro dialysis with bipolar membranes may become an alternative to ion-exchanging softening. The advantage of this method is to reduce the time of water contact with ion-exchange materials and the corresponding reduction of the pollution of water decomposition products ion exchange resins. In case of detection of depletion permeate of reverse osmosis at the content of deuterium and a corresponding reduction in its biological value as an alternative can be used desalination by electro dialysis.

Keywords: water treatment, softening, reverse osmosis, ion exchange, electro dialysis, membrane electrolysis, bipolar electro dialysis.

Сучасна гігієна харчування приділяє надзвичайно важливу увагу якості питної води та технологічності води для харчової промисловості. Адаже вода складає значну частку маси харчових продуктів, досягаючи, наприклад, у складі напоїв більше 90 %.

На жаль, в Україні нині дуже великий вплив на стан гідросфери справляє антропогенна діяльність, і майже не залишилось природних джерел, воду з яких можна було б використовувати безпосередньо в якості питної води або сировини харчової промисловості без попередньої підготовки. Для кондиціонування води перед використанням все частіше використовують сорбційні та баромембранні методи обробки, зокрема іонообмінне пом'якшення та зворотний осмос. Вода, отримана після такої обробки, зазвичай відповідає регламентованим вимогам відповідних галузей харчових виробництв. Проте, останні дослідження показують, що контакт з розвиненою поверхнею іонообмінних матеріалів викликає вторинне забруднення води органічними продуктами розкладу іонообмінних смол [1]. Концентрація таких забруднювачів, порівняно невелика у початковому періоді експлуатації цих сорбентів, збільшується в разі при використанні їх протя-

гом 5 років та більше. Особливу небезпеку становлять порушення у технології експлуатації іонообмінних фільтрів, що призводять до мікробіальної деструкції іонообмінних матеріалів. Внаслідок цього вміст в обробленій воді продуктів розкладу іонообмінників може зрости в десятки разів.

На відміну від іонообмінного пом'якшення, зворотного осмосу обробка не супроводжується контактом води з іонообмінними смолами. Навпаки, як показано у тій же роботі, зворотний осмос здатний майже повністю вилучати з води разом з мінеральними солями також і органічні речовини. Проте, як показано у роботах російських та українських вчених [2, 3], навіть після ремінералізації, тобто часткового насичення води необхідними мінеральними солями (перш за все, солями магнію та кальцію) оброблена зворотним осмосом вода може бути фізіологічно неповноцінною.

А.В. Сироєшкін та співавтори [2] довели, що для біологічної цінності води велике значення має її ізотопний склад, а саме, співвідношення Н/Д. Автори цієї роботи вивчали властивості води за допомогою дафнієвих тестів. З'ясувалося, що найбільш повноцінною є вода із вмістом дейтерію близьким до такого у природній воді – 0,067 %. Будь-які істотні відхилення від цього значення призводять до пригнічення, а згодом – і загибелі дафній протягом від декількох годин до декількох діб.

Водночас дослідження з використанням лазерного інфрачервоного малокутового вимірвача розсіювання розробки Інституту колоїдної хімії та хімії води, м. Київ [3] доводять, що природна вода значною мірою складається з гігантських гетерогенних кластерів розміром від десятків до сотень мікронів, причому частка води, що знаходиться у кластерній формі, становить приблизно 60 %, а решта близько 40 % – вода у вигляді індивідуальних молекул, пов'язаних між собою водневими зв'язками. Таке співвідношення «кластерної» та «вільної» води вирішальним чином залежить від співвідношення протію та дейтерію. Будь-які суттєві відхилення від вмісту дейтерію 0,067 % в один або інший бік призводять до зменшення частки структурованої води. Отже, було зроблено припущення про те, що саме молекули важкої води є центрами неоднорідності, навколо яких і утворюються гігантські гетерогенні водні кластери.

Сьогодні у харчовій промисловості та підготовці питної води широко застосовується демінералізація зворотним осмосом. Цей процес полягає у

фільтрування води крізь напівпроникні мембрани, що пропускають крізь свої пори молекули води, і затримують гідратовані іони солей та органічні речовини. Враховуючи модель кластерної структури біологічно повноцінної води, можна припустити, що крізь пори зворотноосмотичних мембран проходить вода у молекулярній формі, проте кластери, як такі, можуть проникнути тільки в разі їх руйнування та перетворення на індивідуальні молекули, що досить малоімовірно. Таким чином пермеат зворотного осмосу повинен бути суттєво збіднений за вмістом важкої води, оскільки остання пов'язана з кластерною формою існування води. Отже, у разі справедливості теорії кластерної структури природної води, пермеат зворотного осмосу навіть у випадку ремінералізації солями кальцію та магнію буде фізіологічно неповноцінним.

Метою цієї роботи є обговорення можливостей альтернативних способів підготовки води, які б не зменшували її біологічну цінність як харчового продукту.

Для збереження біологічної цінності води у процесі її обробки слід, по-перше, мінімізувати її контакт з іонообмінними матеріалами. Цю задачу можна вирішити, застосовуючи замість пом'якшення води натрій-катионуванням електро-мембранну обробку. Останню можливо виконувати методом електролізу з катіонообмінною мембраною, або за допомогою електродіалізу з катіонообмінною та біполярною мембраною.

Процес електролізу природної води з катіонообмінною мембраною відбувається наступним чином (рис. 1).

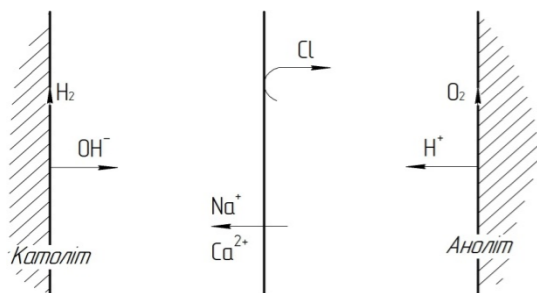


Рис. 1. Фізико-хімічна сутність процесу мембранного електролізу

Вхідна вода подається у катодну камеру мембранного електролізера. Тут, внаслідок переносу катіонів у камеру крізь катіонообмінну мембрану та вивільнення гідроксил-іонів в катодному розряді води відбувається сильне підлугування. При цьому значна частка солей жорсткості випадає у вигляді погано розчинних карбонату кальцію та гідроксиду магнію. Глибина пом'якшення при цьому досягає 0,5...1,0 мг-екв/дм³ (рис. 2).

Водночас в складі осаду значно зростає частка магнію, що призводить до швидкого утворення та наступного осадження пластівців шламу. Після відділення осаду вода, пом'якшена до залишкового

вмісту жорсткості 0,5...1,0 мг-екв/дм³, подається в анодну камеру електролізера. Тут відбувається нейтралізація води за рахунок переносу катіонів крізь катіонообмінну мембрану у катод. Нейтралізована вода має рН 6,5...7,2 та містить мінімальну жорсткість. Проте, у процесі проходження крізь анод вода забруднюється продуктами руйнування аноду, а також продуктами окислення та хлорування органічних речовин. Навіть використання анодів з платинованого титану не може завадити частковому виділенню на аноді атомарного хлору та появи в обробленій воді токсичних хлорорганічних сполук. Вихід полягає у заміні анодного процесу іншим, який міг би вилучити з води зайвий луг, і, водночас, не супроводжувався б утворенням сильних окисників. Таким процесом теоретично є електродіаліз з біполярною мембраною (рис. 3).

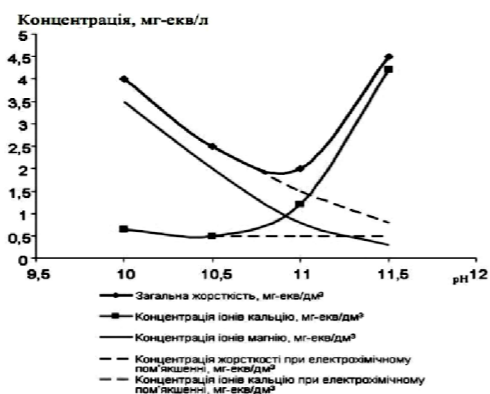


Рис. 2. Глибина пом'якшення води при реагентній та електро-мембранній обробці

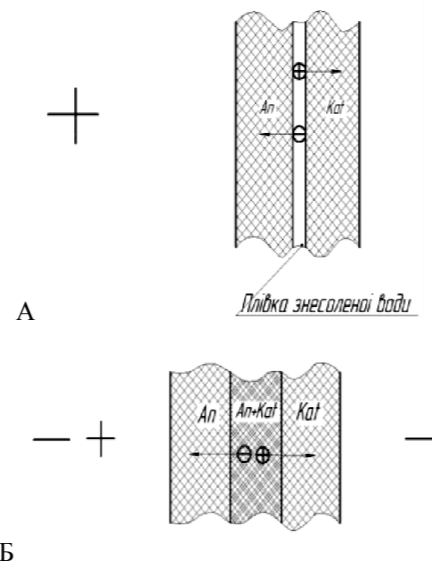


Рис. 3. Механізм функціонування двошарової (А) та тришарової (Б) біполярної мембрани

Процес біполярного електродіалізу полягає у гідролізі солей сильних кислот та лугів, який протікає в камерах електродіалізатора завдяки наявності біполярних іонообмінних мембран. Ці мембрани зазвичай складаються з двох монополярних

мембран – аніонообмінної та катіонообмінної, званих під пресом. Якщо таку мембрану помістити у водний розчин, розташувати катіонообмінною стороною до катоду, а аніонообмінною – відповідно до аноду (рис. 3 А), то при протіканні електричного струму концентрація сольових іонів у середині мембрани почне швидко знижуватися. Зрештою на межі двох мембранних шарів утвориться плівка глибоко знесоленої води, проведення струму в якій можливе лише іонами Н⁺ та ОН⁻, що утворюються при дисоціації молекул води. Якщо в парі з біполярною стоїть катіонообмінна мембрана, то при електричній обробці природної води відбуватиметься процес її пом'якшення у лужній камері та подальшої нейтралізації у кислотній камері аналогічно такому самому процесу при мембранному електролізі. На відміну від електролізу цей процес не супроводжується утворенням вільного хлору, озону, оксидів металів та інших продуктів анодного окислення, які забруднюють нейтралізовану воду та роблять неможливим її використання у харчовій промисловості.

На жаль, існуючі двошарові біполярні мембрани поєднують високий вихід за струмом на генерацію Н⁺/ОН⁻ іонів з великою напругою на мембрані – при густині струму в 50 А/м² вона може становити 40...60 В. Нами у 2006 р. було отримано патент на тришарову біполярну мембрану [4], яка відрізняється низькою напругою генерації протон/гідроксильних пар (до 5 В). Така мембрана вміщує між кат іонообмінним та аніонообмінним шарами уніполярну мембрану, що складається з суміші катіоніту та аніоніту (рис. 3 Б). Під час роботи у такій мембрані також утворюється плівка глибокознесоленої води, але така плівка утворюється на межах контакту зерен катіоніту та аніоніту, і тому має розвинену поверхню. Відповідно, і падіння напруги на такій мембрані порівняно невелике.

Застосовуючи біполярний електродіаліз для пом'якшення води, можна також отримати воду з рН 6,5...7,2 та залишковою жорсткістю

0,5...1,0 мг-екв/дм³. Така вода може застосовуватись як сировина у харчовій промисловості.

Що стосується заміни зворотного осмосу, якщо з'ясується, що він збіднює пермеат за вмістом важкої води, то альтернативою цьому процесу може стати звичайний електродіаліз з іонообмінними мембранами. При обробці води електродіалізом іонообмінні мембрани працюють як «насоси», що висмоктують з води сольові іони, таким чином, опріснюючи її. Звичайно ж іони у водному розчині мігрують у гідратованому вигляді, тобто оточені сферою з 6...8 молекул води кожен. В цю гідратну сферу, імовірно, молекули важкої води будуть включатися меншою мірою, ніж легка вода. Але частка гідратної води у загальному обсязі обробленої електродіалізом води не перевищує декількох відсотків в залежності від солевмісту вхідної води.

Процес електродіалізного знесолення води відпрацьований у промисловості, у тому числі, і в харчовій. У 80 роки ХХ сторіччя були завершені 25-річні медико-біологічні дослідження впливу тривалого вживання води, опрісненої електродіалізом, на стан здоров'я населення, і доведено, що діалізат за своїми фізіологічними показниками відповідає кращим зразкам питної води СРСР. Отже, електродіаліз гіпотетично змінює ізотопний склад природної води значно менше, ніж зворотний осмос, і може стати достойною альтернативою при підготовці води у харчовій промисловості.

Висновки. Результати експериментальних досліджень та теоретичних розробок показують, що слід мінімізувати контакт води – сировини харчової промисловості з іонообмінними матеріалами. Пом'якшення води електродіалізом з біполярними та катіонообмінними мембранами дозволяє уникнути вторинного забруднення води продуктами руйнування іонообмінників та досягти достатньої для харчової промисловості глибини пом'якшення. Якщо обробка води зворотним осмосом знижує її фізіологічну повноцінність внаслідок збіднення за вмістом дейтерію, опріснення води – сировини харчової промисловості електродіалізом дозволить зберегти ізотопне співвідношення природної води.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Влияние примесей питательной воды на надежность котлотурбинного оборудования [Текст] / А.А. Тарелин, В.Г. Михайленко, А.Е. Хиневич, Е.Ф. Лукьянов, О.И. Князева, Т.С. Витковская, А.В. Антонов // Современная наука. Исследования, идеи, результаты, технологии. – Днепропетровск: НПК «Триакон», № 2 (13), 2013. – С. 92 – 98.
2. Биологическая активность воды с измененным соотношением Н/Д: является ли дейтерий компонентом минерального питания? [Текст] / А.В. Бальшев, А.А. Тимаков, М.М. Гаврилова, А.Н. Смирнов, И.С. Матвеева, И.М. Лебедев, В.Б. Лапшин, А.В. Сыроешкин // Вестник РУДН. Сер. Медицина Специальность «Фармация». – 2004. – № 4 (28). – С. 262-267.
3. Вода как гетерогенная структура [Текст] / А.В. Сыроешкин, А.Н. Смирнов, В.В. Гончарук, Е.В. Успенская, Г.М. Николаев, П.И. Попов, Т.В. Кармазина, А.О. Самсонов-Тодоров, В.Б. Лапшин // Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ» http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/088.pdf. – 2006. – С. 843 – 854.
4. Пат. 15164, Україна. Багатошарова біполярна іонообмінна мембрана. МПК C02F 1/44, B01D 61/42. № у 2005 12426 / В.Г. Михайленко, О.О. Любавіна, М.С. Юр'єв. Заявл. 23.12.05, Опубл. 15.06.06. Бюл. №5.

Отримано редакцією 11.2013 р.

