



ТОВАРИ І РИНКИ № 2 (18) 2014

Міжнародний науково-практичний журнал

Виходить два рази на рік. Виходить друком з березня 2006 р.

Журнал визнано ВАК України як фахове видання з технічних наук

МІЖНАРОДНА РАДА

МАЗАРАКІ Анатолій, голова, головний редактор журналу
ПРИТУЛЬСЬКА Наталія, заступник голови, перший проректор КНТЕУ
САЙ Валерій, заступник голови, проректор КНТЕУ

Члени ради

АМІРАСЛАНОВ Тахір, президент асоціації кулінарів Азербайджану,
Баку, *Азербайджан*

БЄЛОСТЄЧНИК Григорій, ректор Молдавської економічної академії,
Кишинів, *Республіка Молдова*

СТОЙКОВА Теменуга, завідувач кафедри товарознавства, доцент
Варненського економічного університету, Варна, *Болгарія*

КУДРЯШОВА Олександра, президент Міжнародного центру
харчування і відновлення здоров'я, Нью-Джерсі, *США*

ЛІ Йонг-Хак, президент Корейського товариства товарознавців
і технологів, Сеул, *Корея*

ЛУЧЕТТІ Марія Клаудія, президент Міжнародного товариства
товарознавців і технологів (IGWT), Рим, *Італія*

МІТСУІ Міцухарі, професор Комерційного університету Кобе, *Японія*

ЛЕБЕДЄВА СВИТЛАНА, ректор Білоруського торговельно-
економічного університету споживчої кооперації, Гомель, *Білорусь*

ПАМФЛІС Родіка, віце-президент Міжнародного товариства
товарознавців і технологів, декан факультету торгівлі Бухарестського
економічного університету, Бухарест, *Румунія*

РУДАВСЬКА Ганна, професор кафедри товарознавства та експертизи
харчових продуктів Київського національного торговельно-економічного
університету, Київ, *Україна*

РУЖЕВІЧЮС Юозас, президент Литовського товариства товарознавців
і технологів, професор Вільнюського університету, Вільнюс, *Литва*

ФОГЕЛЬ Герхард, віце-президент Міжнародного товариства товарознавців
і технологів, професор Технологічного інституту, Відень, *Австрія*

ФОЛТИНОВИЧ Зенон, професор Познанського економічного
університету, Познань, *Польща*

ХОХУЛ Анджей, віце-президент Міжнародного товариства товарознавців
і технологів, ректор Краківського економічного університету, Краків, *Польща*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

МАЗАРАКІ А. А., д. е. н.,
професор, головний редактор

ПРИТУЛЬСЬКА Н. В., д. т. н.,
професор, заступник головного
редактора

МЕЛЬНИЧЕНКО С. В., д. е. н.,
професор, відповідальний секретар

БЕЛІНСЬКА С. О., д. т. н., професор

БЛАНК І. О., д. е. н., професор

ВИСОЧИН І. В., д. е. н., доцент

ГУЛІЧ М. П., д. м. н., професор

ГУЛЯЄВА Н. М., к. е. н., доцент

ЖМУДЬ Б., к. х. н., доцент (*Швеція*)

КОЛТУНОВ В. А., д. с.-г. н., професор

КРАВЧЕНКО М. Ф., д. т. н., професор

ЛАГУТІН В. Д., д. е. н., професор

ЛЕВАНДОВСЬКИЙ Л. В., д. т. н.,
професор

МЕЛЬНИК Т. М., д. е. н., професор

МЕРЕЖКО Н. В., д. т. н., професор

МИРОНЮК Г. І., к. х. н.

МОКРОУСОВА О. Р., д. т. н., професор

ОРЛОВА Н. Я., д. т. н., професор

ОСИКА В. А., к. т. н., доцент

ПАШКО П. В., д. е. н.

ПУГАЧЕВСЬКИЙ Г. Ф., д. т. н.,
професор

РУДАВСЬКА Г. Б., д. с.-г. н., професор

СИДОРЕНКО О. В., д. т. н., професор

ТКАЧЕНКО Т. І., д. е. н., професор

ШУЛЬГА Н. П., д. е. н., професор

ЯЗАМІ Р., професор (*Сингапур*)

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач
Київський національний торговельно-економічний
університет.

Зав. редакції **В. І. МАНДРИКА**

Редактори **А. П. ДОЛГАЯ,**

О. Б. МОЙСІЄНКО, В. В. ОСІЄВСЬКА

Художньо-технічне редагування

та комп'ютерне верстання **І. В. КРИВИЦЬКОЇ**

Підписано до друку 11.12.2014. Тираж 200 пр. Зам. 1237.

Адреса редакції, видавця, виготовлювача:
вул. Кіото, 19, м. Київ-156, Україна, 02156.

Телефон редакції 531-48-39; факс 513-85-36,
e-mail: mandryka@knteu.kiev.ua

Журнал представлено в міжнародній наукометричній базі:
Російський індекс наукового цитування (РІНЦ)

Свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 10007 від 30.06.2005.

Індекс журналу
в Каталозі видань України на 2015 рік – 89866.

Надруковано на обладнанні КНТЕУ.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №359 від 14.03.2001.

Видається за рекомендацією Вченої ради КНТЕУ
(протокол засідання № 3 від 03.12.2014 р.).

Передрук і переклади матеріалів, опублікованих
у журналі, дозволяються лише зі згоди автора та редакції.

© Київський національний торговельно-економічний університет, 2014

З М І С Т

Інформація про XIX Симпозіум IGWT ...5

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТОВАРІВ І ПОСЛУГ

Ружевічиус Ю.

Квалітологія: шлях становлення –
трамплін для розвитку 7

Голуб Б.

Передумови формування
асортименту функціональних
молочних продуктів 17

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

Петров П., Деміхов Ю., Жукова Я.

Ідентифікація географічного
походження харчових продуктів
за ізотопним складом 24

Шаповал С., Шевченко Р.

РЕМ-фотограмметрія
в експрес-діагностиці теплофізичних
властивостей товарів 36

Палієнко О.

Визначення імпульсним
методом теплофізичних
параметрів фруктів 46

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Притульська Н., Мотузка Ю.

Товарознавчі засади
позиціонування продуктів
для ентєрального харчування 53

Коваль А., Дідух Н.

Господарсько-товарознавча
оцінка районованих в Україні
сортів кукурудзи цукрової 61

Сімахіна Г., Гойко І., Стеценко Н.

Переробка їстівних грибів
для отримання білоквмісних
напівфабрикатів 70

Прісс О., Калитка В.

Антиоксидантний комплекс
гарбузових овочів 86

Дьяков О., Белінська С.

Споживна цінність
швидкозаморожених
купажованих соків із м'якоттю 95

Дубініна А., Попова Т., Ленерт С.

Вітамінний і мінеральний склад
крупів із гречки 106

Кундіус Д.

Сенсорний аналіз фіточаїв
із шипшиною 116

Кравченко М., Поп Т.

Хімічний і фракційний
склад порошку з листя
волоського горіха 124

Головко М., Пенкіна Н., Колесник В.

Модельні дослідження
антиоксидантних властивостей
спиртових настоянок 132

Гуць В., Іванюта А., Сидоренко О.

Прогнозування якості
структурутворювачів
на основі вторинної сировини
з товстолобика 141

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

Мережко Н., Шульга О.

Адсорбційні властивості каолінів
українських родовищ 148

Комаха В., Свідерський В.

Реологічні властивості
модифікованих акрилових дисперсій ... 156

ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

Дьякова Ю., Орлова Н.

Зміна вмісту каротиноїдів
у баклажанових снеках
при зберіганні 164

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТОВАРІВ

Рудавська Г., Ромоданова В.

Окиснювально-відновний
потенціал як показник
бактеріальної безпеки
молочних продуктів 173

СОДЕРЖАНИЕ

Информация о XIX Симпозиуме IGWT..... 5

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ТОВАРОВ И УСЛУГ

Ружевичюс Ю.

Квалитология: путь становления – трамплин для развития 7

Голуб Б.

Предпосылки формирования ассортимента функциональных молочных продуктов 17

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТОВАРОВ

Петров Ф., Демихов Ю., Жукова Я.

Идентификация географического происхождения пищевых продуктов по изотопному составу 24

Шаповал С., Шевченко Р.

РЕМ-фотограмметрия в экспресс-диагностике теплофизических свойств товаров 36

Палиенко Е.

Определение импульсным методом теплофизических параметров фруктов 46

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Притульская Н., Мотузка Ю.

Товароведные основы позиционирования продуктов для энтерального питания 53

Коваль А., Дидух Н.

Хозяйственно-товароведная оценка районированных в Украине сортов кукурузы сахарной 61

Симахина Г., Гойко И., Стеценко Н.

Переработка съедобных грибов для получения белоксодержащих полуфабрикатов 70

Присс О., Калитка В.

Антиоксидантный комплекс тыквенных овощей 86

Дьяков А., Белинская С.

Потребительская ценность быстрозамороженных купажированных соков с мякотью 95

Дубинина А., Попова Т., Ленерт С.

Витаминный и минеральный состав круп из гречихи 106

Кундиус Д.

Сенсорный анализ фиточаев с шиповником 116

Кравченко М., Поп Т.

Химический и фракционный состав порошка из листьев грецкого ореха 124

Головкин Н., Пенкина Н., Колесник В.

Модельные исследования антиоксидантных свойств спиртовых настоек 132

Гуць В., Иванюта А., Сидоренко Е.

Прогнозирование качества структурообразователей на основе вторичного сырья из толстолобика 141

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НЕПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

Мережко Н., Шульга О.

Адсорбционные свойства каолинов украинских месторождений 148

Комаха В., Свидерский В.

Реологические свойства модифицированных акриловых дисперсий 156

СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ТОВАРОВ

Дьякова Ю., Орлова Н.

Изменение содержания каротиноидов в баклажановых снеках при хранении 164

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТОВАРОВ

Рудавская А., Ромоданова В.

Окислительно-восстановительный потенциал как показатель бактериальной безопасности молочных продуктов 173

C O N T E N T

Information of the XIX IGWT Symposium ..5

COMMODITIES AND SERVICES QUALITY MANAGEMENT

Rujevichus J.

Quality management: the path
of becoming – a springboard
for development 7

Holub B.

Prerequisites for functional dairy
foods range development 14

METHODOLOGICAL ASPECTS OF GOODS QUALITY EVALUATION

Petrov P., Demikhov Y., Zhukova Y.

Identification of the geographical
origin of products by isotope content 24

Shapoval S., Shevchenko R.

REM-Photogrammetry in rapid
diagnosis of the thermo physical
properties of the products 36

Palienko O.

Pulse method for determining thermo
physical characteristics of fruits 46

RESEARCHES OF FOODSTUFF'S QUALITY

Pritulska N., Motuzka Y.

Commodity science principles
for positioning products
for enteral nutrition 53

Koval A., Didukh N.

Economic and merchandising
evaluation of area-specific
in Ukraine sorts of sweet corn 61

Simakhina G., Goyko I., Stetsenko N.

Processing edible mushrooms
in order to get semi finished
products containing protein 70

Priss O., Kalitka V.

Antioxidant complex in cucurbits
vegetables 86

Dyakov O., Belinska S.

Customer value of quick-frozen
blended juices with pulp 95

Dubinina A., Popova T., Lenert S.

The vitamin and mineral content
of buckwheat groats106

Kundius D.

Sensory analysis of herbal teas
with rose hips116

Kravchenko M., Pop T.

Chemical and fractional
composition of the powder made
of the walnut leaves124

Golovko M., Penkina N., Kolesnik V.

Model studies of the antioxidant
properties of alcoholic tincture132

Guts V., Ivanyuta A., Sydorenko O.

Forecasting quality of structure
forming substances based on secondary
raw material of silver carp141

IMPROVEMENT OF CONSUMER PROPERTIES OF NONFOODS

Merezhko N., Shulga O.

Adsorption properties of kaolin from
Ukrainian deposits148

Komakha V., Sviderskyi V.

Rheological properties of modified
acrylic dispersions156

GOODS' QUALITY KEEPING

Dyakova Y., Orlova N.

Changes in the carotenoid content
in aubergine snack during storage164

PROBLEMS OF GOODS SAFETY

Rudavska A., Romodanova V.

Oxidation and reduction capacity
as an indicator of dairy products
bacterial safety173

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТОВАРІВ І ПОСЛУГ

УДК 006.015.5

Юозас РУЖЕВИЧЮС

КВАЛИТОЛОГИЯ: ПУТЬ СТАНОВЛЕНИЯ – ТРАМПЛИН ДЛЯ РАЗВИТИЯ

Проанализированы мировые тенденции развития современных наук о качестве – квалитологии, диопотіс, всеобщего управления, глобального менеджмента, ценностных ориентаций, социальной ответственности, привлекательного качества, совершенства организаций и др. Обобщены исследования автора и зарубежных ученых в данной области. Приведены авторские модели современного охвата отраслей, изучаемых науками о качестве, интеграции управления знаниями в систему всеобщего управления качеством.

Ключевые слова: качество, обмен информацией о качестве, всеобщее управление качеством, глобальный менеджмент качества.

Ружевічюс Ю. Квалітологія: шлях становлення – трамплін для розвитку. Проаналізовано світові тенденції розвитку сучасних наук про якість – квалітології, диопотіс, загального управління, глобального менеджменту, ціннісних орієнтацій, соціальної відповідальності, привабливої якості, досконалості організацій та ін. Узагальнено дослідження автора та зарубіжних вчених у цій галузі. Наведено авторські моделі сучасного охоплення галузей, що вивчаються науками про якість, інтеграції управління знаннями в систему загального управління якістю.

Ключові слова: якість, обмін інформацією про якість, загальне управління якістю, глобальний менеджмент якості.

Постановка проблемы. Во многих западноевропейских языках слово "качество" (англ. *Quality*, франц. *Qualité*, итал. *Qualita*, нем. *Qualität*, португ. – *Qualidade*) позаимствовано от латинского слова *Qualis*, означающего *какой* или *из чего сделан* (предмет, товар, орудие труда и т. п.). Именно такой смысл вкладывался первобытным человеком в понятие качества какого-либо инструмента или продукта питания. В некоторых других языках слово "качество" не имеет латинского происхождения. Например, качество по-казахски – *sana*, по-азербайджански – *кеуфіууэт*, по-литовски – *kokybė*, по-польски – *jakost*, по-украински – *якість* и т. д. Первые шаги в направлении элементарного контроля качества начались около 300 тыс. лет до н. э. В 1760 г. до н. э.

документально зафіксовані перші згадки про майбутню концепцію якості – робота без помилок (англ. *Zero defects*). Кодекс (закон) Вавилонського короля Гаммурабі гласив: "...Якщо пивовар виготовив пиво поганої якості, то він (бракодел) повинен бути потоплений в бочці свого неякісного пива..." [1; 2].

Хоча розвиток науки і практики менеджменту якості триває тисячоліття, до сих пор немає єдиного для всіх галузей і видів діяльності підходящого і пристосованого більшістю фахівців визначення якості. Це відзначили 50 % респондентів, учасників міжнародного опитування, присвяченого вивченню глобальних проблем розвитку концепції якості [3]. Більш детальний аналіз цього дослідження представлено в статті автора [4].

Ціль роботи – створення авторських моделей сучасних об'єктів наук про якість, інтеграції управління знаннями в систему загального управління якістю.

Матеріали і методи. Використані методи узагальнення наукової літератури, логічного аналізу, бенчмаркінгу. Для формулювання узагальнень використано досвід консультативної роботи автора в області загального управління якістю і соціально відповідального бізнесу.

Результати дослідження. *От якості примітивного інструменту праці до соціального якості.*

Нижче наводиться ретроспективний погляд автора на найважливіші етапи розвитку менеджменту якості в світі:

около 1 млн лет назад – зародки контролю качества еще нет, но уже изготавливаются первые элементарные орудия труда;

около 300 000 лет до н. э. – первые зародки элементарного контроля качества;

около 8000 лет до н. э. – первые методы обеспечения согласованности и точности деталей изделий;

около 1760 лет до н. э. – зародки концепции работы без ошибок (англ. *Zero defects*) – Кодекс Вавилонского короля Гаммураби;

1549 г. – начало научных студий качества продуктов (товаров) – в университете Падуи (Италия) учреждена первая в мире кафедра товароведения (итал.

Merceologia), основным объектом научных исследований которой является *качество* и ассортимент фармацевтических продуктов, а также некоторых продовольственных и промышленных товаров;

1575 г. – издан первый в Восточной Европе (Россия) учебник об ассортименте и качестве товаров "Товарная книга";

1787 г. – начало внедрения взаимозаменяемости деталей и узлов;

1793 г. – издан учебник Й. Бекманна "Введение в товароведение" (рис. 1);

1840 г. – начало внедрения простых средств обеспечения точности допусков в вариации размеров несложных деталей (англ. *Tolerance*);

1865 г. – учрежден Международный Телекоммуникационный Союз *ITU (International Telecommunication Union)*, который является первой международной организацией в области стандартизации и качества;



Рис. 1. Учебник
Й. Бекманна
"Введение
в товароведение"

1870 г. – внедрение сложных средств обеспечения точности допусков (англ. *Tolerance*) в вариации размеров простых и более сложных деталей;

1906 г. – учреждена организация по стандартизации качества электротехнических изделий – Международная электротехническая комиссия *IEC (International Electrotechnical Commission)*;

1910 г. – внедрение инспекции качества с целью удаления изделий несоответствующего качества;

1924 г. – внедрение несложных средств обеспечения качества (письменные инструкции, стандарты, измерения, графические методы);

1927 г. – основан научно-технический журнал "Вестник стандартизации";

1930 г. – внедрение инструмента – *обеспечение качества*;

1931 г. – распространение статистических методов менеджмента качества;

1934 г. – появление студий качества в Литве (вопросы качества изучаются и преподаются в Клайпедском институте торговли);

1935 г. – учреждено первое в мире научное общество по качеству – Общество товароведения Японии (*Nihon Shohin Gakkai*);

1937 г. – в Литве издан первый учебник по качеству товаров (рис. 2);

1940 г. – созданы систематические студии качества в Литве (в Вильнюсском университете учреждена кафедра товароведения, которая в 2000 г. переименована в кафедру управления качеством);

1946 г. – учреждена Международная организация стандартизации *ISO (International Organization for Standardization)*;

1950 г. – воплощается в науку, обучение и практику производства доктрина *менеджмента качества* (она охватывает используемые ранее средства и методы обеспечения качества, а также статистические и другие методы, способствующие удовлетворению требований потребителей);

1951 г. – учреждена первая премия качества – *Премия Э. Деминга*;

1956 г. – учреждена Европейская организация качества *EOQ (European Organisation for Quality)*;

1959 г. – внедряются первые системы менеджмента качества в оборонной промышленности США (*USA Defense Department Quality Management Program MIL – Q – 9858*);

1961 г. – учрежден Европейский комитет по стандартизации *CEN (франц. Comité Européen de Normalisation)*;

1961 г. – развитие концепции бездефектного производства (*Zero defects concept*);

1963 г. – учреждена Комиссия по стандартизации качества сельскохозяйственных и пищевых продуктов Пищевой Кодекс – *Codex Alimentarius Commission*;

1961 г. – установление и распространение концепции работы без ошибок (англ. *Zero defects*);

1970 г. – учрежден Всемирный день стандартов (празднуется ежегодно 14 октября);

1972 г. – основан международный журнал по качеству (товароведению) – *Journal Forum Ware*;

1973 г. – учрежден Европейский комитет по стандартизации электротехнических изделий *CENELEC*;

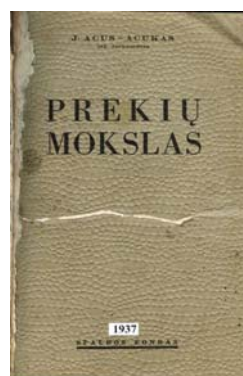


Рис. 2. Первый литовский учебник по качеству товаров "Товароведение" (лит. *Prekių mokslas*)

1972 г. – учреждена Международная научная организация по товароведению (*International Association of Commodity Science and Technology / Internationale Gesellschaft für Warenwissenschaft und Technologie*);

1979 г. – разработана первая модель систем управления качеством, предназначенная для гражданского (невоенного) сектора – стандарт Великобритании *BS 5750* (прототип международного стандарта *ISO 9001*);

1980 г. – окончательная консолидация и появление доктрины всеобщего управления качеством (*ВУК*) – *Total Quality Management (TQM)*;

1987 г. – утвержден первый международный стандарт на системы менеджмента качества (*ISO 9001:1987*);

1987 г. – учреждена премия качества – Премия Малькольма Болдриджа (США) (*Malcolm Baldrige Quality Award*);

1988 г. – учрежден Европейский институт стандартов в области телекоммуникаций *ETSI (European Telecommunications Standards Institute)*;

1988 г. – учрежден Европейский фонд управления качеством *EFQM (European Foundation for Quality Management)*;

1989 г. – по инициативе организаций качества Европы, США и Японии учрежден *Всемирный день качества* (второй четверг ноября), в 1990 г. был официально признан ООН;

1991 г. – разработана модель для оценки совершенства качества деятельности организаций (*EFQM Excellence Model*);

1992 г. – учреждена Европейская премия качества (*European Quality Award*), в 1992 г. переименована на Премию совершенства *EFQM (EFQM Excellence Award)*;

1998 г. – учреждена Национальная премия качества Литвы (лит. *Nacionalinis kokybės prizas*);

1990–2000 г. – формирование доктрины всеобщего управления качеством окружающей среды (англ. *Total Quality Environmental Management – TQEM*);

1995–2005 гг. – расширение сферы и объектов управления качеством новыми составляющими (социальное качество, устойчивое развитие, качество жизни, партнерство, качество власти, организаций публичного сектора и т. п.);

2000 г. – разработана Всеобщая модель оценки *CAF* (англ. *Common Assessment Framework*) для оценки качества деятельности в организациях публичного администрирования (публичного сектора);

2002 г. – основан международный е-журнал по товароведению и качеству (*Journal Forum Ware International*);

2003 г. – учреждена сеть Европейских университетов качества *EUN TQM (European Universities Network for Total Quality Management)*;

2001–2010 гг. и по настоящее время – систематическое изучение новых аспектов качества: привлекательное (англ. *attractive quality*) и эмоциональное (англ. *emotional quality*) качество, ценностные ориентации качества, этика производства и торговли продовольственными товарами, культура качества и др.;

2006 г. – основан международный журнал по товароведению и качеству "Товары и рынки" (Украина);

2008 г. – рождение концепции и сертификационной модели, объединяющей менеджмент качества, окружающей среды, социальной ответственности, этики и эстетики (сертификация *QualEthique*);

2010 г. – начало внедрения средств эффективного менеджмента, направленного на устойчивое развитие качества и успеха организации (*ISO 9004:2009 Managing for the sustained success of an organization – A quality management approach; etc.*);

2000–2010 гг. и по настоящее время – формирование и консолидация новых концепций Глобального управления качеством (*GQM – Global Quality Management*), Делового совершенства (*Excellence*) и Устойчивого развития (*Sustainability*).

Куда идете, товароведение и науки о качестве? Отправной точкой возникновения любой науки можно считать учреждение соответствующей кафедры в ВУЗе и начало развития систематических исследований в данной области. Следовательно, рождением науки о качестве можно считать 1549 г., когда в университете Падуи (Италия) была учреждена первая в мире кафедра товароведения (итал. *Merceologia*). Основным объектом научных исследований ее являлись *качество, стандартизация и ассортимент* товаров. Таким образом, товароведение является предшественником современных наук о качестве, научной и учебной дисциплиной. Сегодня плодотворно действует Международное общество товароведов и технологов (*IGWT – International Gesellschaft für Warenkunde und Technologie / International Society of Commodity Science and Technology*), издаются два научных журнала – *Forum Ware* и *Forum Ware International*, раз в два года проводятся международные симпозиумы. Последний симпозиум *IGWT "Commodity science in research and practice – current achievements and future challenges"* прошел в г. Кракове (Польша) 15–19 сентября 2014 г.

Долгое время основным объектом качества были товары и услуги, а два-три десятилетия назад методы и средства менеджмента качества стали все больше охватывать и деятельность бизнес-предприятий, затем институции публичного сектора и общества в целом. Мировые процессы экономической глобализации и развитие международной торговли обуславливают стремительные процессы интернационализации качества как основного элемента конкурентоспособности фирм и их продукции. Существенно расширяется круг объектов и проблем, решаемых с помощью инструментов менеджмента качества. Качество становится все более важным не только для продуктов и деятельности предприятий бизнеса, но и для оценки эффективности государственной власти, экономики страны, социальной ответственности, экологии, качества жизни и личности, интеллектуальных продуктов и т. д. Это послужило предпосылкой для разработки авторской модели, интегрировавшей семь подсистем качества и включающей в себя вышеотмеченные новые сферы современного менеджмента качества (*рис. 3*).

Представленную модель образно можно назвать "пищей" качества, так как в каждом ее "куске" (подсистеме) имеются различные объекты и средства управления качеством. Во всех сегментах интегрированной модели качества применимы принципы, средства и методы всеобщего управления качеством (ВУК), глобального управления качеством (ГУК), делового совершенства и устойчивого развития, новые аспекты которых будут рассматриваться в последующих статьях. Этапы развития менеджмента качества и изменение его основных акцентов и контекста обобщены и представлены на *рис. 4*.



Рис. 3. Модель современных объектов наук качества (разработка автора)

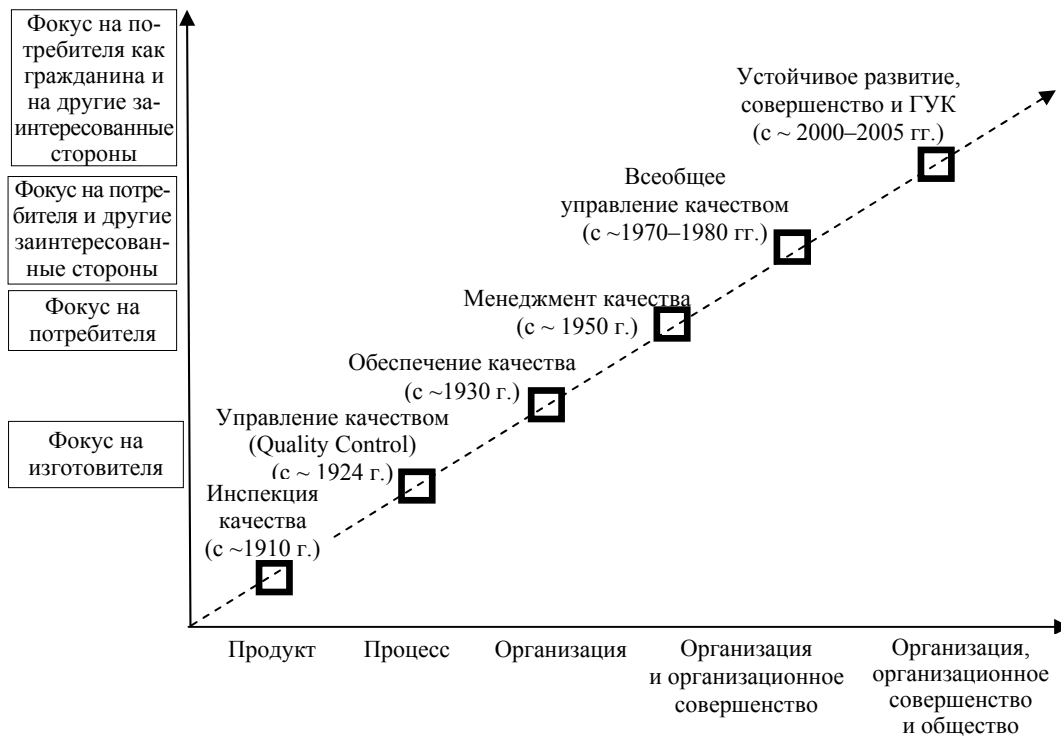


Рис. 4. Этапы развития менеджмента качества, изменения его основных акцентов и контекста (разработка автора)

В настоящее время насчитывается около 20 научных и учебных дисциплин, объектом которых являются аспекты качества: квалитология, квалиметрия, товароведение, всеобщее управление качеством, организационное совершенство, устойчивое развитие, диагностика, аудит и глобальный менеджмент качества, *quonomics* и др. *Quonomics* – направление менеджмента качества, которое особое внимание уделяет принципам и методам экономики. Магистерская (*Masters*) учебная программа под вышеупомянутым названием уже действует в университете Альберты (Канада).

Всеобщее и глобальное управление качеством. Всеобщее управление качеством является сравнительно недавно сформировавшейся теорией менеджмента и системой практических средств, принципов и методов управления организацией. Необходимо заметить, что ВУК по сей день совершенствуется и, не вникая в подробности общепринятого определения, автор резюмирует его несколько по-новому – как учебную дисциплину, а также как науку, искусство и практику управления организацией (и государством), создающим прибавочную стоимость, ценности и успех устойчиво развивающейся организации и общества. Принципы и методы ВУК можно успешно применять во всех подсистемах управления качеством (см. *рис. 3*).

Автор предложил вводить новые принципы в доктрину всеобщего управления качеством, которые были одобрительно приняты международной академической общественностью качества [2]. Вот некоторые из них:

- приоритет управления изменениями, информацией и знаниями в организации;
- устранение атмосферы страха (делать ошибки, критиковать вышестоящих и т. д.);
- внедрение принципов и средств социальной ответственности;
- развитие экологической культуры и принципов устойчивого развития;
- развитие культуры качества в организации, ее повседневное применение во всех подразделениях и сферах деятельности;
- вовлечение партнеров в решение вопросов качества, социальной ответственности и экологических проблем;
- распространение образцовых практик менеджмента качества, устойчиво развивающейся деятельности и социальной ответственности среди общественности и в мире бизнеса.

ВУК является наиболее эффективным средством, способствующим успеху и конкурентоспособности организаций (*рис. 5*).

Концепции ВУК и управления знаниями (УЗ) совместимы, так как они имеют похожие цели, опираются на близкие по существу принципы и т. д. [2]. На *рис. 6* представлена авторская модель возможной интеграции УЗ во всеобщее управление качеством.

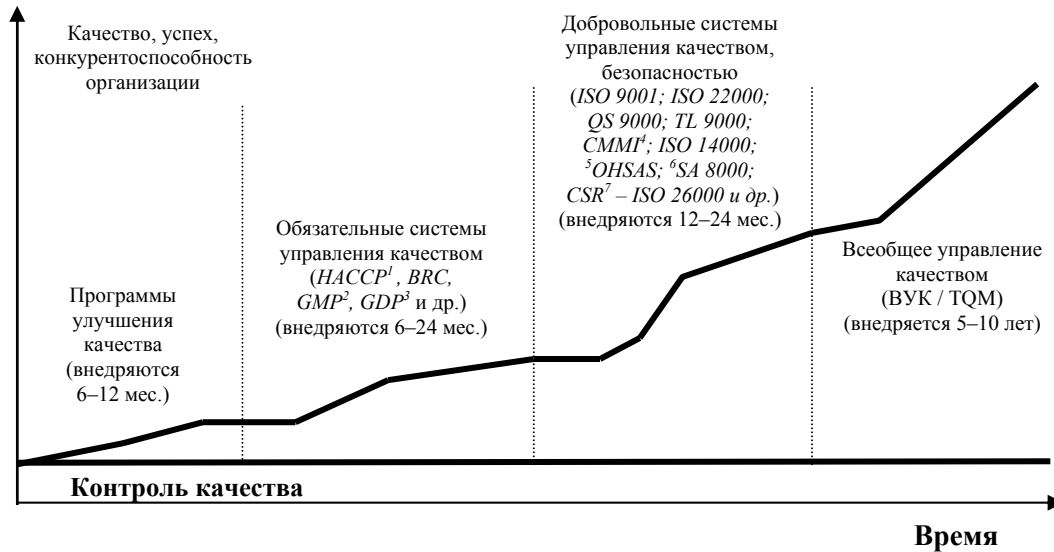


Рис. 5. Эффективность средств менеджмента качества (разработка автора):
¹HACCP – Hazard Analysis Critical Control Points – Система анализа факторов риска в контрольных точках управления. ²GMP – Good Manufacturing Practice – Хорошая практика производства. ³GDP – Good Distribution Practice – Хорошая практика распределения (дистрибуции). ⁴CMMI – Capability Maturity Model Integrated – Интегрированная модель зрелости способностей. ⁵OHSAS – Occupational Health and Safety Management System – Система менеджмента здоровья и безопасности персонала. ⁶SA – Social Accountability – Социальная отчетность (ответственность). ⁷CSR – Corporate Social Responsibility – Общая социальная ответственность.



Рис. 6. Модель интеграции управления знаниями в ВУК:
 ИК – интеллектуальный капитал; ИТ – информационные технологии
 (разработка автора)

В научной литературе и в бизнес-практике встречаются первые идеи новой концепции качества – глобального управления качеством (ГУК – *GQM – Global Quality Management*). Например, современные организации применяют *GlobalGAP (Global Good Agriculture Practice)* сертификацию, глобальные системы менеджмента (*Global QMS*), глобальные стандарты – *BRC (British Retail Consortium Global standards)*, глобальное всеобщее управление качеством (*Global TQM*), глобальное управление окружающей средой (*GQEM – Global Quality Environmental management*) и др. Хорошо известная датская компания игрушек *LEGO* имеет специализированное подразделение глобального качества [1; 2].

Выводы. Глобальная конкуренция возрастает и становится реальностью, а международные предприятия сталкиваются со сложными вызовами корпоративного менеджмента. В частности, всеобщее управление качеством уже не всегда справляется с качеством на глобальных рынках, в мануфактурных операциях и в глобальных сетях снабжения и продвижения продуктов. Следовательно, в некоторых сферах ВУК должен уступить место ГУК, что позволит лучше адаптировать качество продуктов и деятельности к современному глобальному бизнес-окружению. Чтобы успешно конкурировать на международном рынке, компании должны внедрять новые экономические, социальные и экологические стратегии, системы и средства. Философия и методология ВУК должна быть заново переосмысленной в соответствии с контекстом новых глобальных трансформаций и существенно продвинуться в сторону ГУК. По мнению автора, концепция ГУК требует уточнения, развития и консолидации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Ruževičius J. Globalizarea oi calitatea / J. Ruževičius // Quality – Access to Success. — 2010. — Vol. 1—2, P. 10—21.*
2. *Ruževičius J. Management de la qualité. Notion globale et recherche en la matière / J. Ruževičius. — Vilnius : Maison d'éditions Akademine leidyba, 2012. — 432 p.*
3. *The Global State of Quality Research Overview. Discoveries 2013. — Way of access : http://www.isq.org.il/News_Doc/the-asq-global-state-of-quality-discoveries-2013.pdf.*
4. *Ружевичюс Ю. Исследование глобальных проблем качества / Ю. Ружевичюс // Вісн. Київськ. нац. торг.-екон. ун-ту. — 2014. — № 5. — С. 5—14.*

Стаття надійшла до редакції 01.09.2014.

Rujevichus J. Quality management: the path of becoming – a springboard for development.

Background. Quality is a concept that is difficult to put in a specific time frame. The beginning of human understanding of quality is hidden in a very distant past. In many

Western European languages, the word QUALITY is borrowed from the Latin word QUALIS, meaning – what? or what is (the subject, goods, tools, etc.) done from? Although the development of the science and practice of quality management last for a millennium, there is still no uniform definition for all industries and activities appropriate and suitable for most professionals in determining the quality.

The *aim* of the study is to create new models of the coverage of contemporary quality sciences and knowledge management integration to the system of total quality management.

Material and methods. Methods of scientific literature, logical analysis, benchmarking, interviews with representatives of organizations and entrepreneurs, "cases" and audit of enterprises methodology were used in the paper. Author's experience in consultancy in the field of total quality management and socially responsible business was used to formulate generalizations.

Results. The following global trends in the modern sciences of quality were analyzed: quality management, qualityology, quonomics, total quality management, global quality management, values of quality, social responsibility, an attractive quality, and organization excellence. On the basis of results of author's performed systematic researches of quality problems and foreign scholars in the field, author's models of modern coverage studied science as an area of integration of knowledge management into the system of total quality management, and others were constructed.

Conclusion. It was found that the total quality management (*TQM*) does not always cope with quality in global markets, manufacturing operations and global product supply and promote chains. Therefore, in some areas *TQM* must give way to a global quality management. Companies must adopt new and link together economic, social and environmental policies, systems and tools. Philosophy and methodology of *TQM* must be rethought again in accordance with the new context of global transformations, and substantial progress towards *GQM*.

Keywords: quality, quality communication, total quality management, global quality management.

REFERENCES

1. Ruževičius J. Globalizarea oi calitatea / J. Ruževičius // Quality – Access to Success. — 2010. — Vol. 1—2, P. 10—21.
2. Ruževičius J. Management de la qualité. Notion globale et recherche en la matière / J. Ruževičius. — Vilnius : Maison d'éditions Akademinė leidyba, 2012. — 432 p.
3. The Global State of Quality Research Overview. Discoveries 2013. — Way of access : http://www.isq.org.il/News_Doc/the-asq-global-state-of-quality-discoveries-2013.pdf.
4. Ruzhevichjus J. Issledovanie global'nyh problem kachestva / J. Ruzhevichjus // Visn. Kiivs'k. nac. torg.-ekon. un-tu. — 2014. — № 5. — S. 5—14.

Богдан ГОЛУБ

ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Розглянуто проблеми формування попиту та пропозиції функціональних молочних продуктів в Україні та світі. Узагальнено сучасні підходи до формування безпечності та фізіологічної цінності функціональних молочних продуктів.

Ключові слова: функціональні молочні продукти, пробіотики, синбіотики, фізіологічна цінність, харчова безпечність.

Голуб Б. Предпосылки формирования ассортимента функциональных молочных продуктов. Рассмотрены проблемы формирования спроса и предложения функциональных молочных продуктов в Украине и мире. Обобщены современные подходы к формированию безопасности и физиологической ценности функциональных молочных продуктов.

Ключевые слова: функциональные молочные продукты, пробиотики, синбиотики, физиологическая ценность, пищевая безопасность.

Постановка проблеми. Ринок харчових продуктів, як і будь-який інший сегмент ринку споживних товарів, формується згідно потреб споживачів. Проте в сучасному економічному середовищі ці потреби не завжди є обґрунтованими та об'єктивними. Масове застосування маркетингових комунікацій веде до маніпулювання споживачем у формуванні його запитів. Пропозиція в низці сегментів ринку харчових продуктів, а подекуди й цілі сегменти, формуються виробниками та торгівлею з урахуванням власних запитів, що часто супроводжується нехтуванням нагальними потребами споживача. Агресивний маркетинг сприяє формуванню у споживача тих запитів, що відповідають вигідній пропозиції виробників і торгівлі. Мова, звісно, не йде про шкідливу чи непотрібну для споживача продукцію, а про таку, споживні властивості якої не відтворюють сучасних уявлень про харчування людини або ж не відповідають заявленим характеристикам.

Особливо складна ситуація в сегменті харчових продуктів спеціального дієтичного споживання як найбільш сучасному, інноваційному сегменті, де споживач часто має недостатній рівень знань для належного вибору продукту. На це накладається інертність вітчизняного споживача в підходах до власного харчування. Наприклад, у сегменті функціональних молочних продуктів левова частка пропозиції формується за рахунок продукції, яка експлуатує усталені уявлення про підвищений вміст кальцію і корисну мікрофлору. Звісно, такі властивості необхідні для формування належної біологічної та фізіологічної цін-

ності харчового продукту, але вони далеко відстали від сучасного рівня знань про властивості молочної продукції.

Мета роботи – подальший розвиток засад формування функціональних властивостей ферментованих молочних напоїв на основі врахування актуальних потреб споживачів із метою вдосконалення процесу проектування продукції в рамках систем управління якістю.

Обговорення. За принципами формування функціональних властивостей молочні продукти спеціального дієтичного призначення можна поділити на такі групи [1]:

- *збагачені молочні продукти* – з додаванням властивих (мінеральних речовин, вітамінів) та невластивих компонентів (амінокислот жіночого молока, модифікованих жирних кислот);
- *молочні продукти зі зміненим хімічним складом* – зі зменшеним вмістом лактози або її відсутністю, з частково чи повністю гідролізованим казеїном;
- *оздоровчі молочні продукти підвищеної біологічної та фізіологічної цінності;*
- *з додаванням компонентів, які мають виражений оздоровчий або лікувальний ефект,* – наприклад, пробіотичні та пребіотичні компоненти.

Класифікація за функціональним призначенням ґрунтується на рекомендаціях вживання за певних фізіологічних станів, хвороб, аліментарних дефіцитів. Із цієї точки зору в існуючому асортименті можна виділити групи молочних продуктів спеціального дієтичного призначення, які рекомендовано:

- для профілактики захворювань і розладів кишково-шлункового тракту – пробіотичні, пребіотичні, синбіотичні продукти, продукти з відсутністю або ж пониженим вмістом лактози, продукти, збагачені фосфоліпідами та сфінголіпідами;
- для профілактики захворювань і розладів серцево-судинної системи – продукти з модифікованим білковим і мінеральним складом для регулювання тиску крові, продукти зі вмістом рослинних стеринів для регулювання обміну холестерину, з підвищеним вмістом ω -3 жирних кислот;
- для профілактики остеопорозу – продукти, збагачені вітаміном D, кальцієм, казеїно-фосфопептидним комплексом;
- для поліпшення імунного статусу – пробіотики, продукти, збагачені імуноглобулінами;
- для нормалізації нервової системи – продукти, збагачені мелатоніном.

Важливим стримуючим чинником розвитку вітчизняної асортиментної структури молочних продуктів спеціального дієтичного призначення є вузькість і нерозвиненість сировинної бази. Про низьку якість заготовлюваного молока-сировини широко відомо. Однак крім молока для виробництва, наприклад молочних ферментованих про-

дуктів спеціального дієтичного призначення, необхідні також закваски. Через спад прикладної галузі науки українські розробники сучасних матеріалів обмежені в своїх можливостях. Саме тому вітчизняна пропозиція біологічно активних речовин і компонентів для виробництва харчових продуктів СДС (спеціального дієтичного спрямування) є дуже схожою на закордонні аналоги, має недосконалі технологічні та функціональні властивості або ваду вузькості номенклатури, що унеможливує забезпечення потреб вітчизняної харчової промисловості. Відповідно, існуючий попит на такі компоненти забезпечується імпортованою продукцією. Контроль за її якістю базується на традиційних показниках і не відображає її інноваційної сутності, не спрямований на відбір кращих зразків із високою фізіологічною цінністю (*таблиця*). Крім останньої ці компоненти повинні відповідати також сучасним уявленням про безпечність ферментованих молочних продуктів спеціального дієтичного призначення. Зараз у штамах окрім традиційних показників безпечності також контролюють [2]:

- здатність до токсиноутворення;
- алергенність метаболітів мікроорганізмів;
- здатність до продукування антигенів;
- гемолітичність;
- здатність до горизонтального перенесення генів токсиноутворення та антибіотикорезистентності.

Оскільки все більше застосовуваних у виробництві харчових продуктів штамів не мають тривалої історії безпечного споживання, виробниками та розробниками запропоновано низку принципів, які змогли б зменшити ризик виникнення зазначених небезпек до прийнятого рівня [4]:

- штами, що мають тривалу історію безпечного споживання у харчуванні, можуть використовуватись як пробіотики без обмежень;
- штами, що не мають тривалої історії безпечного споживання та споріднених патогенних штамів, можуть застосовуватись як пробіотики, але впровадження у виробництво та обіг повинні здійснюватись через спеціальну задокументовану процедуру для новітніх продуктів (*novel food*);
- для штамів, що мають споріднені патогенні штами або є генетично-модифікованими, впровадження у виробництво та обіг повинні здійснюватись аналогічно попередній групі;
- потенційна здатність до утворення токсинів, стійкості до дії антибіотиків, алергенна активність повинні визначатись аналізуванням геному та білкового складу штамів;
- не ідентифіковані належним чином за генотиповими показниками (способом ДНК-гібридизації, вивчення будови тРНК тощо) штами не можуть використовуватись як пробіотики;
- штами невідомого походження не можуть застосовуватись як пробіотики.

Бажані показники фізіологічної цінності пробіотичних еубактерій [3]

Характеристика пробіотичних видів і штамів мікроорганізмів	Функціональні властивості
Походження з кишкової мікрофлори людини при використанні в продуктах харчування, призначених для людини	Видоспецифічний оздоровчий ефект, життєздатність, можливість використання в профілактичних і лікувальних харчових продуктах
Стійкість до дії жовчі та кислот	Здатність до виживання у кишечнику, зумовлена адгезійністю та іншими чинниками колонізації
Щільне приєднання до слизової оболонки та епітеліальних клітин	Імуномодуляція, конкурентне пригнічення патогенних мікроорганізмів
Конкурентоспроможність і колонізація кишкового тракту	Розмноження в кишковому тракті, конкурентне пригнічення патогенних мікроорганізмів, стимулювання корисної мікрофлори, імуномодуляція стимулюванням кишкової лімфатичної тканини
Продуктування антибіотичних речовин	Активізація продукування антибіотичних речовин при збільшенні патогенної мікрофлори, нормалізація кишкової мікрофлори
Антагонізм із карієсогенною та патогенною мікрофлорою	Конкурентне пригнічення патогенних мікроорганізмів, попередження адгезії патогенної та нормалізація кишкової та ротової мікрофлори
Безпечність використання в харчових продуктах і ліках	Точна ідентифікація видів і штамів мікроорганізмів, документально підтверджена безпечність
Продуктування антимікробних речовин	Чітко виражена та підтверджена здатність до продукування бактеріоцинів
Клінічно доведений і документально підтверджений позитивний ефект	Чітка кореляція між кількістю прийнятих мікроорганізмів і фізіологічним ефектом при застосуванні різних продуктів для певних груп споживачів

Сучасні наукові дослідження показують, що ферментовані молочні напої є джерелом ще одного необхідного для людини компонента – фізіологічно активних пептидів та інших азотистих сполук: продуктів протеолізу казеїну та решти білків молока, здійснюваного молочнокислими бактеріями. Продукти протеолізу казеїнів мають відмінну від негідролізованих молекул біологічну цінність. Таким пептидам притаманна антигіпертонічна, антиоксидантна, імуномодельюча і навіть опіодоподібна активність. Крім того, гідроліз казеїну пом'якшує алергенні властивості молока [5].

Проблема підтвердження спеціальних дієтичних властивостей наявна не лише в Україні, а й у розвинених країнах ЄС та США, звідки

й походить левова частка біологічно активних компонентів для вітчизняної молокопереробної галузі. Наприклад, ідентифікація пробіотичних штамів, які періодично виділяють для дослідження якості з присутніх на ринку розвинених країн ферментованих молочних продуктів, показує перманентну проблему відсутності відповідності кількості та видової приналежності вміщуваних пробіотичних культур у значної частки зразків [6].

Прикладом рівня напруги на розвинених насичених конкурентних ринках із високим рівнем захисту прав споживача може бути боротьба виробників і Європейської адміністрації з харчової безпеки (*EFSA – European Food Safety Authority*) за право вносити до маркування певних харчових продуктів або інгредієнтів інформацію про їхню фізіологічну цінність. Сьогодні на ринку ЄС виробники не мають права вносити до споживчого маркування інформацію про оздоровчі властивості штамів пробіотичних мікроорганізмів, що стало однією з причин уповільнення росту ринку пробіотиків ЄС. Експерти агентства *Euromonitor International* за умови збереження нинішньої ситуації навіть передрікають для європейського ринку зниження обсягів на 2.5 % на наступні 5 років на тлі зростання світового ринку та майже 30 %-ного зростання ринку пробіотиків країн *BRIC* (Бразилія, Російська Федерація, Індія, Китай), зміцнення ринку пробіотиків у США та Японії [7].

Існує також проблема відповідності дійсного складу мікрофлори ферментованої продукції та її маркування. Із одного боку, вітчизняна практика не передбачає чіткого маркування штамів пробіотичних мікроорганізмів, хоча саме від застосовуваного штаму в значній мірі залежать пробіотичні властивості готової продукції. Із іншого – кількість і видовий склад мікрофлори, зазначені на маркуванні, істотно відрізняються від фактичного. Наприклад, ідентифікація штамів пробіотичних мікроорганізмів, наданих 26 провідними світовими виробниками, показала, що майже 15 % з них не відповідають зазначеному виду, а сукупно майже 30 % наданих зразків невірні ідентифіковані виробниками на рівні виду або роду [8].

Така проблема існує також і на вітчизняному ринку. Дослідження біфідовмісних заквасок для молочних продуктів показали невірну ідентифікацію на рівні виду чи підвиду всіх 10 наданих виробниками або дистриб'юторами зразків. І це при тому, що пробіотичні властивості залежать не тільки від виду, а й від штаму мікроорганізмів. Крім того, видовий склад заквасок виявився досить бідним – усі ідентифіковані мікроорганізми відносилися до *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis*, що свідчить про одноманітність і збіднення вітчизняного асортименту молочних напоїв за пробіотичними властивостями [9].

Наші власні дослідження показують стійку тенденцію до зуження видового складу ферментованих молочних напоїв на основі полівидових заквасок [10].

Висновки. Підходи вітчизняних підприємств сфери виробництва та обігу функціональних молочних продуктів наразі не повністю враховують актуальні потреби споживачів. Сучасні уявлення про формування фізіологічної цінності функціональних молочних продуктів підкреслюють значну роль мінорних компонентів, наприклад таких як низькомолекулярні пептиди. Для молочних продуктів на основі пробіотичних мікроорганізмів фізіологічна цінність чітко пов'язується з впливом конкретного штаму на визначену функцію організму. Серед головних проблем формування фізіологічної цінності функціональних молочних продуктів на українському ринку слід відзначити відсутність чіткої ідентифікації штаму пробіотичних мікроорганізмів і, як наслідок, брак необхідної для споживача інформації для вибору продукту. При цьому під час здійснення маркетингових комунікацій споживачья лояльність формується за рахунок апелювання до загальної харчової цінності та аудіовізуальних засобів формування архетипу бренду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Kliem K. E.* Dairy Products in the Food Chain : Their Impact on Health / K. E. Kliem, D. I. Givens // Annual Review of Food Science. — 2011. — N 2. — P. 21—36.
2. *Mishra S.* Technological aspects of probiotic functional food development: a review / S. Mishra, H. Mishra // Nutrafoods. — 2012. — N 11. — P. 117—130.
3. *Chapman C. M.* Health benefits of probiotics : are mixtures more effective than single strains? / C. M. Chapman, G. R. Gibson, I. Rowland // European Journal of Nutrition. — 2011. — N 50. — P. 1—17.
4. *Probiotics* / [comp. Everlon Cid Rigobelo]. — InTech, 2012. — 642 p.
5. *Savijoki K.* Proteolytic systems of lactic acid bacteria / Kirsi Savijoki, Hanne Ingmer, Pekka Varmanen // Applied microbiology and biotechnology. — 2006. — N 4. — P. 394—406.
6. *Annunziata A.* Consumer perception of functional foods: a conjoint analysis with probiotics / A. Annunziata, R. Vecchio // Food Quality Preferences. — 2013. — N 1. — P. 348—355.
7. *Breaking News on Supplements & Nutrition-Europe.* — Way of access : <http://www.nutraingredients.com/Consumer-Trends/Global-probiotics-market-to-grow-6.8-annually-until-2018>.
8. *Accuracy of species identity of commercial bacterial cultures intended for probiotic or nutritional use* / Geert Huys et al. // Research in Microbiology. — 2006. — N 157. — P. 803—810.
9. *Tmanova L. L.* Short communication: Identification and differentiation of bifidobacteria obtained from Ukraine / L. L. Tmanova, A. Onyenwoke, R. F. Roberts // Journal of dairy science. — 2012. — N 95. — P. 91—97.
10. *Голуб Б. О.* Концепція функціональних харчових продуктів – історія та перспективи розвитку / Б. О. Голуб : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. ["Товарознавство і торговельне підприємництво: дослідження, інновації, освіта"], (Київ, 6—7 квіт. 2011 р.). — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. — С. 67—70.

Стаття надійшла до редакції 07.11.2014.

Holub B. Prerequisites for functional dairy foods range development.

Background. Offer in some segments or the whole segments of Ukrainian food market are formed by manufacturers and retailers. Often this offer does not consider real need and demands of customers. Especially such situation is observed on most modern and innovative share of food market – functional food market. Frequently customer's knowledge about features and properties of functional food is insufficient for well-founded choice.

Discussion. On the functional properties' approach functional dairy food could be divided into the following groups: supplemented dairy food – fortified by peculiar to milk components (minerals, vitamins) or supplemented with non-peculiar to milk components (breast milk amino acids, modified fatty acids); modified dairy food – reduced or removed lactose, hydrolyzed casein; health dairy food with added biological or physiological value – with preventive or healing components (probiotics or prebiotics).

Classification under functional properties is based on some physiological condition recommendation, diseases, and alimentary deficiencies. From this standpoint it was possible to define next groups of functional dairy food: dairy food for gastrointestinal and colonic diseases prevention, dairy food for cardiovascular diseases prevention, for osteoporosis prophylaxis, immunomodulation dairy food, and dairy food for behavioral and brain activity.

Synbiotic and probiotic dairy food physiological value depends on specific strains with strict defined properties. But in Ukrainian food market there are some examples of discrepancy of marked and real founded probiotic strains.

Conclusion. Lack of strict identification of probiotic strains and as a consequence lack of information for customers' proper choice are among main problems of functional dairy food physiological value formation.

Keywords: functional dairy foods, probiotics, synbiotics, physiological value, food safety.

REFERENCES

1. *Kliem K. E.* Dairy Products in the Food Chain : Their Impact on Health / K. E. Kliem, D. I. Givens // *Annual Review of Food Science.* — 2011. — N 2. — P. 21—36.
2. *Mishra S.* Technological aspects of probiotic functional food development: a review / S. Mishra, H. Mishra // *Nutrafoods.* — 2012. — N 11. — P. 117—130.
3. *Chapman C. M.* Health benefits of probiotics : are mixtures more effective than single strains? / C. M. Chapman, G. R. Gibson, I. Rowland // *European Journal of Nutrition.* — 2011. — N 50. — P. 1—17.
4. *Probiotics* / [comp. Everlon Cid Rigobelo]. — InTech, 2012. — 642 p.
5. *Savijoki K.* Proteolytic systems of lactic acid bacteria / Kirsi Savijoki, Hanne Ingmer, Pekka Varmanen // *Applied microbiology and biotechnology.* — 2006. — N 4. — P. 394—406.
6. *Annunziata A.* Consumer perception of functional foods: a conjoint analysis with probiotics / A. Annunziata, R. Vecchio // *Food Quality Preferences.* — 2013. — N 1. — P. 348—355.
7. *Breaking News on Supplements & Nutrition-Europe.* — Way of access : <http://www.nutraingredients.com/Consumer-Trends/Global-probiotics-market-to-grow-6.8-annually-until-2018>.
8. *Accuracy of species identity of commercial bacterial cultures intended for probiotic or nutritional use* / Geert Huys et al. // *Research in Microbiology.* — 2006. — N 157. — P. 803—810.
9. *Tmanova L. L.* Short communication: Identification and differentiation of bifidobacteria obtained from Ukraine / L. L. Tmanova, A. Onyenwoke, R. F. Roberts // *Journal of dairy science.* — 2012. — N 95. — P. 91—97.
10. *Golub B. O.* Koncepcija funkcional'nyh harchovyh produktiv – istorija ta perspektyvy rozvytku / B. O. Golub : materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. ["Tovarnoznavstvo i torgovel'ne pidpryjemnyctvo: doslidzhennja, innovacii, osvita"], (Kyiv, 6—7 kvit. 2011 r.). — K. : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2011. — S. 67—70.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

УДК 664:661.666

**Пилип ПЕТРОВ,
Юрій ДЕМІХОВ,
Ярослава ЖУКОВА**

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ЗА ІЗОТОПНИМ СКЛАДОМ

Розглянуто застосування методу аналізу складу стабільних ізотопів Карбону, Гідрогену, Оксигену, Нітрогену та Сульфуру для визначення географічного походження продуктів харчування. Описано основні теоретичні положення методу, узагальнено результати досліджень стабільних ізотопів на прикладі м'яса, молока та сирів. Доведено необхідність комплексного підходу щодо вивчення різних фракцій продуктів для визначення їх географічного походження.

Ключові слова: географічне походження, молоко, м'ясо, сир, стабільні ізотопи.

Петров Ф., Деміхов Ю., Жукова Я. Идентификация географического происхождения пищевых продуктов по изотопному составу. Рассмотрено использование метода анализа состава стабильных изотопов углерода, водорода, кислорода, азота и серы для определения географического происхождения продуктов питания. Описаны основные теоретические положения метода, обобщены результаты исследований стабильных изотопов на примере мяса, молока и сыров. Доказана необходимость комплексного подхода к изучению разных фракций продуктов для определения их географического происхождения.

Ключевые слова: географическое происхождение, молоко, мясо, сир, стабильные изотопы.

Постановка проблеми. Для сучасного ринку харчових продуктів характерна широка міжнародна співпраця. Україна як член Всесвітньої торгової організації все глибше інтегрується в експортно-імпортні відносини між країнами. Компанії-виробники експортують свою продукцію,

© Пилип Петров, Юрій Деміхов, Ярослава Жукова, 2014

а споживачі купують її, перебуваючи один від одного за тисячі кілометрів. У таких умовах ризик отримання фальсифікованих товарів зростає. Одним із засобів фальсифікації харчових продуктів є маркування їх географічного походження, невідповідного заявленому. Проте завдання виявлення фальсифікації продукції, пов'язане з навмисною (або ненавмисною) зміною інформації про місце її вироблення, є складнішим, ніж загальна оцінка харчової безпеки.

На сьогодні для визначення фальсифікацій географічного походження продукту використовують, зокрема, методи аналізу стабільних ізотопів Гідрогену, Карбону, Оксигену, Нітрогену, Сульфору та деяких інших елементів. Ці методи ефективно й достовірно визначають як географічне походження продукту, так і джерело сировини для нього (натуральне чи синтезоване) та режим відгодівлі тварин (для продуктів тваринного походження).

Аналіз наукової літератури показав, що над цією проблемою активно працюють у Німеччині, Італії, Швейцарії, США, Канаді, Південній Кореї, Бразилії та в інших країнах. Використання методів аналізу ізотопного складу саме для виявлення фальсифікації продуктів харчування розпочалося в 1990-х роках. Зараз уже чинні кілька документів, визнаних *CEN* (*European Commission for Normalization* – Європейською комісією зі стандартизації) та *AOAC* (*Association of Official Analytical Chemists* – Асоціацією офіційних хіміків-аналітиків), метод аналізу стабільних ізотопів, наприклад, меду (*AOAC* – № 991.41), соків (*AOAC* – № 982.21; *IAOAC 79* – № 1, 1996; *ENV 12142:1996*) тощо [1].

Мета роботи – аналіз застосування ізотопних методів для ідентифікації географічного походження м'яса, молока, сирів.

Матеріали та методи. Для дослідження використано аналіз наукового доробку закордонних дослідників і нормативні документи. Узагальнено світовий досвід використання аналізу ізотопного складу біогенних елементів м'яса, молока та сирів для ідентифікації їх географічного походження.

Результати дослідження. Більшість хімічних елементів складається з декількох ізотопів – атомів із однаковим зарядом ядра, але різним числом нейтронів. Існують радіоактивні, які мають період розпаду, та стабільні ізотопи. Для біогенних елементів Н, С, О, N, S, які формують основу живої матерії, характерна наявність кількох стабільних ізотопів (*табл. 1*) [2].

Фракціонування стабільних ізотопів одного елемента обумовлене різницею їх мас, енергії хімічного зв'язку в молекулах, наявністю чи відсутністю ядерного магнітного моменту та спостерігається в різних фізичних, хімічних, біологічних процесах. Саме тому живі об'єкти за ізотопним складом хімічних елементів відрізняються від неживих, а також між собою залежно від географічного походження. Відмінність

полягає в молярному відношенні більш важких ізотопів до легких. Наприклад, на практиці широко використовують такі співвідношення: $^2\text{H}/^1\text{H}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$.

Таблиця 1

**Співвідношення стабільних ізотопів деяких елементів
до їх загальної кількості [2, с. 194]**

Хімічний елемент	Ізотоп	Поширеність у навколишньому середовищі, %
Гідроген	^1H	99.985
	^2H	0.015
Карбон	^{12}C	98.890
	^{13}C	1.110
Нітроген	^{14}N	99.630
	^{15}N	0.370
Оксиген	^{16}O	99.759
	^{17}O	0.037
	^{18}O	0.204
Сульфур	^{32}S	95.000
	^{33}S	0.760
	^{34}S	4.220
	^{36}S	0.014

При визначанні ізотопного складу продукту застосовується певний стандарт, в якому молярне співвідношення важкого ізотопу до легкого є фіксованим і постійним. Величину, якою визначають співвідношення ізотопів, позначають δ (дельта), називають варіацією ізотопного складу та обчислюють за формулою:

$$\delta E = \frac{R1 - R2}{R2} 1000 \text{ ‰},$$

де E – хімічний елемент;

$R1$ – молярне відношення важких ізотопів до легких у досліджуваному об'єкті;

$R2$ – молярне співвідношення важких ізотопів до легких у стандарті, ‰ – проміле [2; 3; 4].

Із формули видно, якщо в зразку відношення ізотопів ($R1$) менше, ніж у стандарті (тобто зразок містить менше важких ізотопів), то варіація ізотопного складу δ має від'ємне значення, і, навпаки, при $R1$ більшому, ніж у стандарті, – додатне.

Міжнародні стандартні зразки, за якими зазвичай вимірюють ізотопний склад, наведено в *табл. 2*.

**Міжнародні стандарти ізотопного складу деяких
хімічних елементів [2, с. 195–196]**

Хімічний елемент	Назва стандарту	R стандарту
H	<i>Standard Mean Ocean Water (SMOW)</i> Океанічна вода	0.0001558
C	<i>Pee Dee Belemnite (PDB)</i> Викопні рештки белемнітів	0.0112372
N	<i>Atmospheric air (AIR)</i> Атмосферне повітря	0.0036765
O	<i>Standard Mean Ocean Water (SMOW)</i> Океанічна вода	0.0020052
S	<i>Canion Diablo Troilite (CDT)</i> Мінерал троїліт з метеориту	0.0450045

Під час вимірів можуть застосовуватися й інші стандарти, але потім результат перераховується до міжнародних стандартів (див. табл. 2) [5, с. 45].

Фракціонування стабільних ізотопів Оксигену та Гідрогену відбувається при кругообігу води в природі, під час процесів випаровування та конденсації. Океанічна вода має у своєму складі максимальні значення важких ізотопів ^2H та ^{18}O . Під час випаровування, за рахунок більшої рухливості легких ізотопів, вона насичується ними, а при частковій конденсації спостерігається протилежний процес збагачення води важкими ізотопами [6; 7].

Фракціонування стабільних ізотопів Карбону в живій природі пов'язане переважно з типом фотосинтезу рослин (вирізняють C_3 , C_4 , та САМ-типи), при цьому Карбон біологічних об'єктів збагачується легким ізотопом ^{12}C порівняно з абіотичними [3; 4; 8].

Фракціонування ізотопів Нітрогену обумовлено життєдіяльністю ґрунтових нітрогенфіксуючих мікроорганізмів, процесами нітрифікації та амоніфікації. Досить інтенсивний рух Нітрогену в трофічних ланцюгах слугує причиною значних, в десятки проміле, відмінностей у $\delta^{15}\text{N}$ в живих організмах [2, с. 45].

Один із методів вивчення ізотопного складу продуктів харчування – мас-спектрометричний. Він дає можливість точно диференціювати маси різних ізотопів хімічних елементів та їх співвідношення і, як результат, визначати за ними, зокрема, географічне походження продуктів.

Дослідження ізотопного складу м'яса. Для аналізу м'ясної сировини використовують переважно співвідношення ізотопів Карбону ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), Гідрогену ($^2\text{H}/^1\text{H}$) і Нітрогену ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). Співвідношення стабільних ізотопів $\delta^2\text{H}$ і $\delta^{18}\text{O}$ можуть свідчити про відмінності кліматичних умов, $\delta^{34}\text{S}$ – геологічні (ґрунтові) особливості місця походження, $\delta^{13}\text{C}$ пов'язують з кормовою базою та традиціями годування, $\delta^{15}\text{N}$ – з рослинами та доступним Нітрогеном у ґрунті й атмосфері, що також свідчить про географічні та кліматичні відмінності [9].

За методом аналізу стабільних ізотопів Карбону в м'ясі в Ірландії проаналізовано 23 зразки яловичини із США, 10 – із Бразилії та 35 – із країн Європи (Бельгії, Данії, Франції, Німеччини, Ірландії, Італії). Результати підтвердили відмінність в ізотопному складі яловичини з Європи та Америки. Значення $\delta^{13}\text{C}$ для зразків з Ірландії дорівнювало -24.5‰ , середнє значення для європейських країн становило -21.6‰ . Дослідники пояснювали таке співвідношення ізотопів яловичини типом харчування тварин, а саме – переважанням у раціоні рослин із C_3 -типом фотосинтезу. Значення $\delta^{13}\text{C}$ для яловичини з США дорівнювало -12.3‰ , а для зразків з Бразилії становило -10.0‰ , що пояснювалося переважанням у раціоні рослин із C_4 -типом фотосинтезу (кукурудзи або тропічних трав) [10].

Проте деякі автори [2] вважають, що при подібних режимах відгодівлі худоби $\delta^{13}\text{C}$ не завжди точно вказує на походження м'ясної сировини. Для таких випадків доцільно додатково проводити аналіз $\delta^{15}\text{N}$, оскільки Карбон і Нітроген є важливими елементами органічного матеріалу.

З метою вивчення особливостей вмісту стабільних ізотопів у м'ясі в Південній Кореї в 2013 р. проведено масштабне дослідження 599 зразків свинини різного походження з 14 країн: 335 зразків із Південної Кореї, 264 – із американського континенту (Канади, США, Мексики, Чилі), 9 – із європейських країн (Австрії, Голландії, Данії, Франції, Бельгії, Фінляндії, Польщі, Угорщини, Іспанії). Досліджувалися співвідношення стабільних ізотопів $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ і $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ в білках знежиреного сухого залишку свинини. Аналіз показав чітке розділення в походженні м'яса з трьох регіонів (рис. 1). Також дослідники виділили близькі за значенням результати $\delta^{13}\text{C}$ для США та Мексики (-14.78 і -14.81‰ відповідно), Голландії та Данії (-25.57 і -25.24‰ відповідно), що пояснюється, ймовірно, географічною близькістю [9].

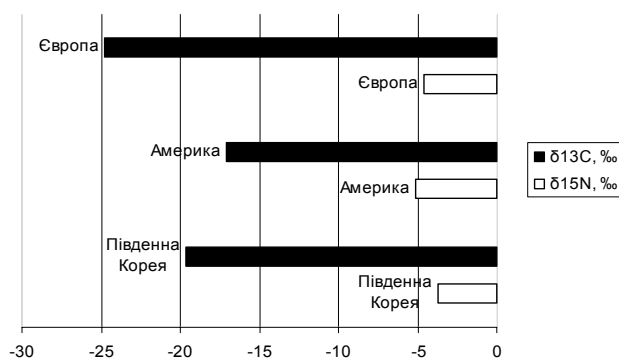


Рис. 1. Ізотопний склад свинини із трьох регіонів [9]

Дослідження ізотопного складу Карбону, Нітрогену та Оксигену в сухому залишку м'яса яловичини з Англії та Бразилії (по 4 зразки)

показали, що для англійської яловичини середні значення становили, \approx ‰: $\delta^{13}\text{C}$ -19.5 , $\delta^{15}\text{N}$ -1.9 , $\delta^2\text{H}$ -110.0 ; для бразильської – відповідно -16.0 , -14.0 і $+2.0 \div -27.0$, що уможлиблює чітко диференціювати зразки за географічним походженням [5].

Отримання достовірних даних щодо ізотопного складу об'єктів залежить від порівняння однакових тканин і частин м'ясної туші. Адже відмінності метаболічних процесів у різних тканинах тварин можуть призводити до варіювання показників у значних межах. Порівняння зразків жиру, білка та їх суміші з 12 ягнят із шести європейських країн у 2003 р. за ізотопним складом Карбону та Нітрогену підтвердило цю тезу (табл. 3) [11].

Таблиця 3

Середній ізотопний склад ягнятини з європейських регіонів, ‰ [11]

Показник	Велика Британія	Іспанія	Франція	Греція	Ісландія	Італія
$\delta^{13}\text{C}$ жиру	-32.5	-26.3	-29.4	-24.8	-31.5	-28.5
$\delta^{13}\text{C}$ білка	-26.8	-22.3	-24.0	-21.1	-25.8	-22.7
$\delta^{15}\text{N}$ білка	6.3	6.6	9.1	5.75	2.5	5.7

Значення $\delta^{13}\text{C}$ для білка та жиру м'ясних фракцій тісно корелювали ($r = 0.976$), при цьому більша залежність спостерігалася від режиму годування, ніж від породи ягняти. Отже, комплексні дослідження різних стабільних ізотопів і фракцій тваринного матеріалу, що доповнюють один одного, можуть слугувати надійним інструментом у визначенні географічного походження [11], але потребують подальших досліджень, особливо щодо залежності отриманих даних від умов вирощування тварин, режиму відгодівлі, кліматичних умов, сезонів року тощо [3, с. 56; 12].

Дослідження ізотопного складу молока, сирів щодо їхнього географічного походження проводиться шляхом визначення співвідношення пар ізотопів $^2\text{H}/^1\text{H}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$. Як для молочного жиру, так і для білка сирів співвідношення $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ свідчить про кормову базу худоби. Відмінності у значеннях $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ також залежать від фуражу та від застосованих органічних і неорганічних добрив, оскільки інтенсивні методи ведення сільського господарства підвищують рівень ^{15}N у ґрунті й відповідно в рослинах, молоці, сирах. При цьому нітрогенфіксуючі рослини мають нижчий рівень $\delta^{15}\text{N}$, ніж інші. Співвідношення $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ та $^2\text{H}/^1\text{H}$ у молоці залежить від спожитої води та пропорції в раціоні годування худоби свіжої та сухої трави. Співвідношення ізотопів O та H в осадах і ґрунтових водах залежать переважно від температури повітря, висоти над рівнем моря та відстані від нього, географічних координат. Отже, влітку при споживанні худобою свіжої трави вміст ^{18}O та ^2H буде вищим.

Для дослідження автентичності та географічного походження сиру *Ементаль* у 2003 р. проаналізовано ізотопний склад двадцяти його зразків із Німеччини (регіон Альгой), Фінляндії, Швейцарії, Австрії (федеральна земля Воральберг) і двох регіонів Франції – Бретані та Савойї. У нерозчинній фракції сиру з рН 4.3 досліджено ізотопні співвідношення Гідрогену, Нітрогену, Карбону, а у воді та гліцерині, виділених із сиру, – ізотопні співвідношення Оксигену. Із наведених даних (табл. 4) видно, що значення $\delta^{13}\text{C}$ для обох фракцій мають чітку кореляцію ($r = 0.98$), що вказує на однаковий регіон походження. Також значення $\delta^{13}\text{C}$ систематично вище для нерозчинної фракції рН 4.3, ніж для жиру, що пояснюється збідненням ^{13}C під час синтезу ліпідів [13].

Таблиця 4

Ізотопний склад фракцій сиру *Ементаль*, ‰ [13]

Країна (регіон)	$\delta^{13}\text{C}$ у нерозчинній фракції	$\delta^{13}\text{C}$ у гліцерині	$\delta^2\text{H}$ у нерозчинній фракції	$\delta^{18}\text{O}$ у воді із сиру	$\delta^{15}\text{N}$ у нерозчинній фракції
Німеччина	-25.2	-31.9	-121	-7.8	5.3
Фінляндія	-26.38	-32.4	-132	-11.2	6.4
Швейцарія	-24.8	-31.6	-122	-8.8	5.8
Австрія	-24.9	-31.31	-122.8	-7.7	5.1
Франція:					
– Бретань	-17.8	-21.6	-102	-4.9	6.4
– Савойя	-23.9	-29.7	-115	-8.1	3.8

Результати дослідження частково підтвердили різне географічне походження сирів. Високий рівень $\delta^{13}\text{C}$ в Бретані пояснювався особливостями режиму годування – у зимовий період раціон худоби складався з кукурудзи, що й підвищило вміст ізотопу ^{13}C . У сирі, виробленому в Фінляндії, були найнижчі δ -показники – це можна пояснити холоднішим кліматом і високою широтністю країни.

Найвищий рівень показників $\delta^{15}\text{N}$, який відображає активне використання органічних добрив, зафіксовано в нерозчинній фракції сиру з Фінляндії та французької Бретані, а мінімальний – у сирі із Савойї, що пояснюється високою часткою бобових рослин у раціоні корів.

Значення $\delta^{18}\text{O}$ у гліцериновій фракції сирів не показало відмінностей у географічному походженні. Проте значення $\delta^{18}\text{O}$ у воді із сирів варіювали й були найвищими в зразках із Франції (Бретань), що, можливо, пояснюється близькістю регіону до моря та високим значенням $\delta^{18}\text{O}$ в дощовій воді та ґрунтових водах [13]. Отже, за даними $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$ можна чітко розрізнити сири *Ементаль* за походженням із Фінляндії, Франції (Бретані та Савойї).

У Бразилії в 2014 р. розпочався пілотний проект щодо визначення географічного походження молока буйволиць і сиру з нього методом аналізу стабільних ізотопів. По 18 зразків цих продуктів походили з

трьох муніципалітетів штату Пара та зі штату Сан-Паулу. Визначено високу кореляцію між $\delta^{18}\text{O}$ і $\delta^2\text{H}$ для кожного муніципалітету: коефіцієнт регресії r^2 в Сорі та Сальватеррі становив 0.934, а в Кашуейрі-ду-Арарі – 0.771. Значення $\delta^{13}\text{C}$ варіювали від -26.9 до -22.2 ‰, що пояснюється домінуванням рослин із C_3 -типом фотосинтезу на пасовищах регіону. Варіації складу ^{15}N перебуває в межах $+4.8 \div +8.0$ ‰. Оскільки в цьому регіоні не використовують мінеральні добрива й не має промислових викидів, отримані значення вважають характерним параметром для визначення органічних продуктів місцевого виробництва від продуктів із інших регіонів з інтенсивним веденням сільського господарства [14].

Сир Пармезан (*Parmigiano Reggiano*) – елітний італійський сир, який виробляють за традиційною рецептурою в регіоні Емілія-Романья. Вартість його вище за звичайні сири в 2 рази й більше. Саме тому визначення його географічного походження – важливий економічний аспект. Для цього в 2012 р. проаналізовано 240 зразків твердих сирів із європейських країн і окремих регіонів (табл. 5) [15]. Серед них були 82 зразки сиру Пармезан.

Таблиця 5

Ізотопний склад сирів із європейських країн, ‰ [15]

Країна (регіон)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{34}\text{S}$	$\delta^2\text{H}$
Італія:				
– Емілія-Романья	-22.5	5.7	2.5	-110
– П'ємонт	-18.5	5.7	3.5	-108
Литва	-25.0	5.3	3.5	-121
Чеська Республіка	-21.0	5.0	3.0	-112
Німеччина	-24.0	5.4	3.5	-114
Австрія	-21.0	5.8	3.0	-112.5
Латвія	-25.0	5.5	4.0	-122.5

За отриманими результатами ізотопного складу сирів розроблено модель статистичної обробки даних, яка здатна визначати походження сирів із семи окремих регіонів із точністю до 98.3 % [15].

Для порівняння ізотопного складу двох автентичних сирів – коров'ячого *Монтасіо* (Італія, 24 зразки) та овечого *Осципек* (Польща, 9 зразків) – проведено аналіз ізотопного складу фракцій казеїну, гліцерину та води з молока, з якого вироблений сир. Середні значення $\delta^{18}\text{O}$ в гліцерині для зразків сиру *Монтасіо*, відібраних влітку, становили 17.7, а для сиру *Осципек* – 18.7 ‰. Різниця значень $\delta^{13}\text{C}$ для цих зразків більш значуща й становить у казеїні -5.1 , а в гліцерині -4.4 ‰. Щодо значень $\delta^{15}\text{N}$ різниця їх не настільки велика й становить -0.48 ‰ [16]. Отже, доведено виразні відмінності ізотопного складу двох сирів, які свідчать про їх різне географічне походження.

Дослідження, проведене в США (Каліфорнія), базувалося на порівнянні ізотопного складу води зі зразків сирів різного походження. Аналіз отриманих даних, представлених у *табл. 6*, виразно свідчить, що різні сири одного регіону (Прибережна Каліфорнія) мають майже однаковий ізотопний склад щодо $\delta^{18}\text{O}$ та $\delta^2\text{H}$. А для зразків сиру *Шевр*, вироблених у різних регіонах, зафіксовано значні розбіжності у вмісті ізотопів [17].

Таблиця 6

Ізотопний склад сирів, вироблених у США та Франції в 2010 р., ‰ [17]

Країна (регіон)	Найменування сиру	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^2\text{H}$
США:			
	<i>Шевр</i>	-2.3	-28.2
– Прибережна Каліфорнія	<i>Камамбер</i>	-2.2	-27.3
	<i>М'який</i>	-2.3	-28.2
– Центральна Каліфорнія		-6.0	-72.5
– Штат Вісконсін	<i>Шевр</i>	-4.4	-37.6
Франція		-4.3	-54.9

Таким чином, аналізування води з досліджених сирів на вміст ізотопів Оксигену та Гідрогену є зручним інструментом для встановлення географічного походження продукту.

Висновки. Сьогодні в різних країнах світу проводяться широкомасштабні дослідження щодо використання методу аналізу стабільних ізотопів для визначення географічного походження продуктів.

Установлено необхідність вимірювання ізотопного складу в окремих фракціях продукту: у жирі, воді, білку, гліцерині тощо.

Проаналізовані дані досліджень, проведених у різних регіонах земної кулі, свідчать про відмінності ізотопного складу продуктів харчування за географічним походженням, що обумовлено кліматичними умовами, широтністю регіону, відстанню від моря, кормовою базою худоби, сезонними змінами режиму відгодівлі.

Для запобігання фальсифікаціям харчових продуктів за географічним походженням доцільно використовувати методи ізотопних досліджень в Україні, для чого необхідно створити бази даних ізотопного складу продуктів харчування українського та іноземного виробництва.

Подальшими перспективами є проведення власних експериментальних досліджень харчових продуктів, які реалізуються в Україні, методом аналізу складу стабільних ізотопів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Recommended methods of analysis and sampling.* CODEX STAN 234-1999. With amendments adopted by the 30th Session of the Codex Alimentarius Commission. — Published online, 2007. — Way of access : http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/CXS_234e.pdf.

2. *Stable isotopes determination in food authentication: a review* / [S. Ghidini, A. Ianieri, E. Zanardi, M. Conter, T. Boschetti, P. Iacumin, P. G. Bracchi] // *Ann. Fac. Medic. Vet. di Parma*. — 2006. — Vol. XXVI. — P. 193—204.
3. *Талибова А.* Оценка качества и безопасности пищевой продукции методом изотопной масс-спектрометрии / А. Талибова, А. Колеснов // *Аналитика*. — 2011. — № 1. — С. 44—48.
4. *Хёфс Й.* Геохимия стабильных изотопов / Й. Хёфс. — М. : Мир. — 1983. — 198 с.
5. *Талибова А. Г.* Исследование стабильных изотопов для оценки качества и безопасности пищевых продуктов. Ч. 2. Углерод / А. Г. Талибова, А. Ю. Колеснов // *Хранение и переработка сельхозсырья*. — 2010. — № 11. — С. 43—50.
6. *Meier-Augenstein W.* Stable isotopes analysis. General principles and limitations / W. Meier-Augenstein, H. Kemp // *Wiley Encyclopedia of Forensic Science*; 2nd ed. by A. Jamieson and A. Moenssens, 2012. — Published online, 2012. — Way of access : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470061589.fsa1041/abstract>.
7. *Guillou C.* Isotope methods for the control of food and beverages / C. Guillou, F. Reneiro // *New approaches for stable isotope ratio measurements*. — Vienna : IAEA, 2001. — P. 39—55.
8. *Талибова А. Г.* Выявление происхождения сырья методом масс-спектрометрии / А. Г. Талибова, А. Ю. Колеснов // *Мясные технологии*. — 2010. — № 3. — С. 52—56.
9. *Application of stable isotope ratio analysis for origin authentication of pork* / [Kyong Su Kim, Jae Sung Kim, In Min Hwang, In Seon Jeong, Naeem Khan, Sun Im Lee, Dong Bok Jeon, Yang Hoon Song, Kwan Suk Kim] // *Korean J. Food Science An.* — 2013. — Vol. 33, N 1. — P. 39—44.
10. *Inferring the origin and dietary history of beef from C, N, and S stable ratio analysis* / [O. Schmidt, J. M. Quilter, B. Bahar, A. P. Moloney, C. M. Scrimgeour, I. S. Begley, F. J. Monahan] // *Food Chemistry*. — 2005. — N 91. — P. 545—549.
11. *Stable isotope ratio analysis for authentication of lamb meat* / [E. Piasentier, R. Valusso, F. Gamin, G. Versini] // *Meat Science*. — 2003. — N 64. — P. 239—247.
12. *Sr isotope measurements in beef – analytical challenge and first results* / [S. Rummel, C. H. Decant, S. Holzl, S. D. Kelly, M. Baxter, N. Marigheto, C. R. Quetel, R. Larcher, G. Nicolini, H. Froschl, H. Ueckermann, J. Hoogewerff] // *Anal. Bioanal. Chem.* — 2012. — N 402. — P. 2837—2848.
13. *Stable isotope ratios, major, trace and radioactive elements in Emmental cheeses of different origins* // [L. Pilonell, R. Badertsher, P. Froidevaux, G. Haberhauer, S. Hölzl, P. Horn, A. Jakob, E. Pfammatter, U. Piantini, A. Rossmann, R. Tabacchi, J. O. Bosset] // *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* — 2003. — N 36. — P. 615—623.
14. *Multi-stable isotope analysis as a tool for assessing the geographic provenance of dairy products: A case study using buffalo's milk and cheese samples from the Amazon basin, Brasil* / [Almir Viera Silva, Jean François Hélie, Fabrício de Andrade Caxito, Humberto Monardes, Arif F. Mustafa, Ross Stevenson] // *International Dairy Journal*. — 2014. — N 35. — P. 107—110.

15. *H, C, N and S stable isotopes and mineral profiles to objectively guarantee the authenticity of grated hard cheeses* / [Federica Gamin, Ron Ehrens, Daniela Bertoldi, Luana Bontempo, Luca Ziller, Matteo Perini, Giorgio Nicolini, Marco Nocetti, Roberto Larcher] // *Analytica Chimica Acta*. — 2012. — N 711. — P. 54—59.
16. *Szul M. The stable isotopes ratio analysis in quality control of Montasio and Oscypek cheeses* / Malgorzata Szul, Jacek Kozil // *Forum ware international*. — 2003. — N 2. — P. 42—53.
17. *Panetta R. J. Induction Module-CRDS analysis of water isotopes in cheese II. Rapid method to discriminate cheese sources* / Robert J. Panetta // *Application note 032*. — Picarro, Inc., 2010. — Way of access : http://www.picarro.com/sites/default/files/AN032%20Authentication%20of%20Cheese%20regional%20production_0.pdf?download=1.

Стаття надійшла до редакції 01.09.2014.

Petrov P., Demikhov Y., Zhukova Y. Identification of the geographical origin of products by isotope content.

Background. Ukraine is integrating deeply into export-import relationships with the countries. Mass spectrometry of stable isotopes is used to determine the fraud of the food items geographical origin. This problem is widely studied in developed countries and on the basis of the offered method the set of regulatory documents regarding the food quality is applied and recognized by several international organizations.

Material and methods. The survey used the analysis of scientific achievements of foreign researchers and regulatory documents. The article summarizes studies of the isotopic composition of meat, milk and cheese, conducted in order to identify their geographical origin.

Results. For the analysis of the geographical origin the mass spectrometry of the stable isotopes of carbon, oxygen, hydrogen, nitrogen, sulfur and others was used. The basis of the difference of isotopic composition of raw materials for food items is the phenomenon of fractionation – combination of biological, physical and chemical processes that result in food from a particular location having a unique isotopic profile. Fractionation of stable isotopes depends on the distance to the sea, climate, livestock forage base, seasonal changes in feeding mode and others. Studies are conducted on the mass spectrometer using standard samples of elements with constant and known isotopic composition. Experiments carried out in various countries around the world, clearly and effectively distinguish the country of origin for meat, milk and cheese in most cases.

Conclusion. The analyzed data from studies conducted in different regions of the world, show differences in the isotopic composition of food by geographical origin, due to climatic conditions, region latitude, distance from the sea, livestock feeding grounds, seasonal changes in feeding regime. It was established the need for measuring the isotopic composition of different fractions of the product. To prevent fraud of food items according to the geographical origin should be used methods of the isotopic researches in Ukraine; therefore it is necessary to create a database of the isotopic composition of food items of Ukrainian and foreign production.

Keywords: geographical origin, milk, meat, cheese, stable isotopes.

REFERENCES

1. *Recommended methods of analysis and sampling. CODEX STAN 234-1999. With amendments adopted by the 30th Session of the Codex Alimentarius Commission.* —

- Published online, 2007. — Way of access : http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/CXS_234e.pdf.
2. *Stable isotopes determination in food authentication: a review* / [S. Ghidini, A. Ianieri, E. Zanardi, M. Conter, T. Boschetti, P. Iacumin, P. G. Bracchi] // Ann. Fac. Medic. Vet. di Parma. — 2006. — Vol. XXVI. — P. 193—204.
 3. *Talibova A. Ocenka kachestva i bezopasnosti pishhevoj produkcii metodom izotopnoj mass-spektrometrii* / A. Talibova, A. Kolesnov // Analitika. — 2011. — № 1. — S. 44—48.
 4. *Hjofs J. Geohimija stabil'nyh izotopov* / J. Hjofs. — M. : Mir. — 1983. — 198 s.
 5. *Talibova A. G. Issledovanie stabil'nyh izotopov dlja ocenki kachestva i bezopasnosti pishhevych produktov. Ch. 2. Uglerod* / A. G. Talibova, A. Ju. Kolesnov // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. — 2010. — № 11. — S. 43—50.
 6. *Meier-Augenstein W. Stable isotopes analysis. General principles and limitations* / W. Meier-Augenstein, H. Kemp // Wiley Encyclopedia of Forensic Science ; 2nd ed. by A. Jamieson and A. Moenssens, 2012. — Published online, 2012. — Way of access : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470061589.fsa1041/abstract>.
 7. *Guillou C. Isotope methods for the control of food and beverages* / C. Guillou, F. Reneiro // New approaches for stable isotope ratio measurements. — Vienna : IAEA, 2001. — P. 39—55.
 8. *Talibova A. G. Vyjavlenie proishozhdenija syr'ja metodom mass-spektrometrii* / A. G. Talibova, A. Ju. Kolesnov // Mjasnye tehnologii. — 2010. — № 3. — S. 52—56.
 9. *Application of stable isotope ratio analysis for origin authentication of pork* / [Kyong Su Kim, Jae Sung Kim, In Min Hwang, In Seon Jeong, Naem Khan, Sun Im Lee, Dong Bok Jeon, Yang Hoon Song, Kwan Suk Kim] // Korean J. Food Science An. — 2013. — Vol. 33, N 1. — P. 39—44.
 10. *Inferring the origin and dietary history of beef from C, N, and S stable ratio analysis* / [O. Schmidt, J. M. Quilter, B. Bahar, A. P. Moloney, C. M. Scrimgeour, I. S. Begley, F. J. Monahan] // Food Chemistry. — 2005. — N 91. — P. 545—549.
 11. *Stable isotope ratio analysis for authentication of lamb meat* / [E. Piasentier, R. Valusso, F. Gamin, G. Versini] // Meat Science. — 2003. — N 64. — P. 239—247.
 12. *Sr isotope measurements in beef – analytical challenge and first results* / [S. Rummel, C. H. Decant, S. Holzl, S. D. Kelly, M. Baxter, N. Marigheto, C. R. Quetel, R. Larcher, G. Nicolini, H. Froschl, H. Ueckermann, J. Hoogewerff] // Anal. Bioanal. Chem. — 2012. — N 402. — P. 2837—2848.
 13. *Stable isotope ratios, major, trace and radioactive elements in Emmental cheeses of different origins* / [L. Pilonell, R. Badertsher, P. Froidevaux, G. Haberhauer, S. Hölzl, P. Horn, A. Jakob, E. Pfammatter, U. Piantini, A. Rossmann, R. Tabacchi, J. O. Bosset] // Lebensm.-Wiss. u.-Technol. — 2003. — N 36. — P. 615—623.
 14. *Multi-stable isotope analysis as a tool for assessing the geographic provenance of dairy products: A case study using buffalo's milk and cheese samples from the Amazon basin, Brasil* / [Almir Viera Silva, Jean François Hélie, Fabrício de Andrade Caxito, Humberto Monardes, Arif F. Mustafa, Ross Stevenson] // International Dairy Journal. — 2014. — N 35. — P. 107—110.
 15. *H, C, N and S stable isotopes and mineral profiles to objectively guarantee the authenticity of grated hard cheeses* / [Federica Gamin, Ron Ehrens, Daniela Bertoldi, Luana Bontempo, Luca Ziller, Matteo Perini, Giorgio Nicolini, Marco Nocetti, Roberto Larcher] // Analytica Chimica Acta. — 2012. — N 711. — P. 54—59.
 16. *Szul M. The stable isotopes ratio analysis in quality control of Montasio and Oscypek cheeses* / Malgorzata Szul, Jacek Kozil // Forum ware international. — 2003. — N 2. — P. 42—53.
 17. *Panetta R. J. Induction Module-CRDS analysis of water isotopes in cheese II. Rapid method to discriminate cheese sources* / Robert J. Panetta // Application note 032. — Picarro, Inc., 2010. — Way of access : http://www.picarro.com/sites/default/files/AN032%20Authentication%20of%20Cheese%20regional%20production_0.pdf?download=1.

УДК 621.039:637

**Світлана ШАПОВАЛ,
Роман ШЕВЧЕНКО****РЕМ-ФОТОГРАММЕТРІЯ
В ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИЦІ
ТЕПЛОФІЗИЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОВАРІВ**

Вивчено аспекти використання методики стереофотограмметричної цифрової теплофізичної зйомки поверхні продукту за допомогою растрового електронного мікроскопу, визначено технологічні прийоми температурного градієнта та алгоритму програмування відповідних процесів. Створено структурно-графічну та математичну модель експрес-діагностичного знімання теплофізичних властивостей поверхні продукту. Обґрунтовано аналітичні прийоми інтерпретації центрів максимальних і мінімальних температур та градієнтних шкал. Представлено технологічний ланцюг трьохмірної моделі теплофізичного градієнта та особливості її інсталяції в системі автоматичного визначення теплофізичних характеристик харчового продукту.

Ключові слова: РЕМ¹-фотограмметрія², електронні знімки, градієнти температур на знімках, геометричні властивості цифрового дистанційного знімання поверхонь, теплофізична модель.

Шаповал С., Шевченко Р. РЭМ-фотограмметрия в экспресс-диагностике теплофизических свойств товаров. Изучены аспекты применения методики стереофотограмметрической цифровой теплофизической съемки поверхности продукта с помощью растрового электронного микроскопа, определены технологические приемы температурного градиента и алгоритма программирования соответствующих процессов. Образована структурно-графическая и математическая модель экспресс-диагностической съемки теплофизических свойств поверхности продукта. Обоснованы аналитические приемы интерпретации центров максимальных и минимальных температур и градиентных шкал. Представлена технологическая схема трехмерной модели теплофизического градиента и особенности ее инсталляции в системе автоматического определения теплофизических характеристик пищевого продукта.

Ключевые слова: РЭМ-фотограмметрия, электронные снимки, градиенты температур на снимках, геометрические свойства цифрового дистанционного съема поверхностей, теплофизическая модель.

¹ РЕМ – растровый электронный микроскоп.

² Фотограмметрія (від грец. "фото" – світло, "грам" – запис, "метрію" – вимірювання) – інженерно-технічна наука, головним завданням якої є розробка методів визначення метричних, фізико-хімічних і просторових характеристик об'єктів і їхніх поверхонь за даними їх дистанційного зондування (знімання).

Постановка проблеми. Наукові засади експрес-діагностики теплофізичних властивостей об'єктів ґрунтуються на теорії теплопровідності матеріалів і методології теплопровідного опору та концепції інтенсивності передачі теплової енергії в середовищі харчових продуктів у контексті визначення періоду часу транспортування та зберігання. У зв'язку з комерціалізацією експертних оцінювань якості вітчизняних і закордонних харчових продуктів та запровадження європейських стандартів експрес-діагностика набуває пріоритетності, а для підтвердження сертифікатів і достовірності досліджень пропонується запровадження методик суміжних інженерно-технічних дисциплін, таких як прикладна РЕМ-фотограмметрія.

Сучасна експрес-діагностика теплофізичних властивостей об'єктів може проводитися із залученням технології цифрової фотограмметрії – визначення геометричних, просторових, фізико-хімічних, мікробіологічних, теплофізичних та інших характеристик об'єктів, явищ, предметів побуту, продуктів харчування за допомогою їхніх цифрових фотографічних та інших зображень різного спектру (тепловізійного, тепловізорного – інфрачервоного, ультрафіолетового тощо). Однією із найсучасніших методик визначення теплофізичних характеристик на молекулярному рівні є метод РЕМ-фотограмметрії або метод вимірювання зображень і аналіз мікротопографії тіла за даними растрового електронного мікроскопу.

Аналіз і реконструкція деяких мікротопологічних характеристик при вивченні їх теплофізичних властивостей або реконструкції поверхонь є одним із найважливіших аспектів використання можливостей сучасної растрової електронної мікроскопії. Ідея застосування цифрових РЕМ-стереофотограмметричних методів при оцінці електронно-мікроскопічних зображень структур виникла ще в 1940-х рр. і апробована професором Д. Готтхардтом у 1942 р. в Університеті штату Мічіган (США) [1, с. 108]. Проте до теперішнього часу, не зважаючи на значні практичні й теоретичні досягнення в цій області прикладної фізики, залишаються не вирішеними певні завдання, яким і присвячені відповідні наукові дослідження.

Одним із першочергових завдань при обробці електронно-мікроскопічних знімків, на думку спеціалістів [1–3], є визначення виду проекції або апріорний математичний опис процесу утворення зображення за допомогою РЕМ. Як правило, при збільшенні до 300 крат виходить зображення, яке має вигляд і розглядається як центральна проекція, при збільшенні до 500 крат – як паралельна. На наш погляд, використання центральної проекції для моделюванні трьохмірних моделей і побудова мікроізотерм теплофізичної диференціації на неї при збільшенні до 500 крат є виправданим, що підтверджено експериментально [1, с. 107].

Мета роботи – теоретичне узагальнення наукових підходів щодо вивчення основних фізичних характеристик градієнта температур на поверхнях харчових продуктів для їх тривалого зберігання та транспортування. Об'єктом дослідження є теплофізичні властивості харчових продуктів, детермінація температурного градієнта, визначення топології розташування максимальних і мінімальних температур на поверхні, а також апробація оптимального методу цифрової фотограмметрії (РЕМ-технології) для високоточного моделювання теплофізичних властивостей у форматах 3D та 4D.

Матеріали та методи. Апробаційним матеріалом є методики та підходи, які пропонуються залучити в експрес-діагностиці теплофізичних властивостей продуктів харчування, які швидко псуються. Планується проаналізувати спеціальну методику РЕМ-фотограмметрії з відповідним технічним інструментарієм і графіко-аналітичною системою з нанесеною сіткою псевдопаралелей і псевдомеридіанів із ціною поділки 0.25 мм, які входять до комплекту зразків РЕМ-фотограмметричного обладнання теплофізичної макрозйомки. Для забезпечення відповідного дослідження необхідне отримання стереопари цифрових електронних знімків, з яких буде обрана ділянка поверхні.

Результати дослідження. Визначення теплофізичної структури поверхні об'єктів необхідно для розв'язання низки науково-практичних завдань. Методика підрахування віку поверхні визначається на основі ідентифікації концентричних температурних стрибків подовжнього зрізу предмету. Отримання відповідного зрізу без спотворень задача надзвичайно наукоємна та технологічна. Як розв'язання проблеми пропонується дистанційне реконструювання теплофізичних градієнтів у часі за допомогою модельної поверхні мікрооб'єкта [2, с. 83].

Методика отримання стереопар у РЕМ-фотограмметрії полягає в повторній зйомці одного й того ж зразка, який нахилений під різними кутами по відношенню до електронного зонду. Стереозображення отримуються на електронному мікроскопі *Philips SEM 505*, який здійснює сканування (рис. 1). Мікроскоп поєднаний з комп'ютером через спеціальний блок, у якому вихідний сигнал трансформується в цифрове теплофізичне зображення на екрані комп'ютера. Пряме з'єднання скорочує кількість помилок при переносі зображення з мікроскопа, а також дає можливість оператору обрати оптимальну експериментальну область для встановлення типових теплофізичних градієнтів поверхні (рис. 2) [4, с. 28–33].

Для побудови цифрової моделі теплофізичних градієнтів необхідно користуватися фотограмметричною системою *Z-Space 1.2*, а також спеціально розробленим програмним комплексом *Program of Analysis 3D Model (PA-3DM)*, який складається з двох функціональних блоків, об'єднаних спільним інтерфейсом [3, с. 218–267]. Технологічний ланцюг побудови трьохмірної теплофізичної моделі представлено на рис. 3.

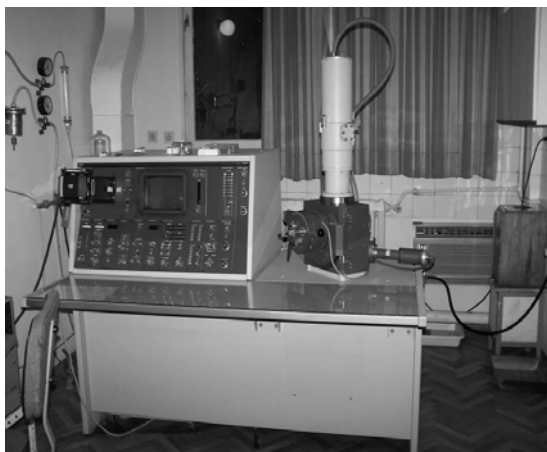


Рис. 1.
Електронний мікроскоп
Philips SEM 505,
який здійснює
сканування

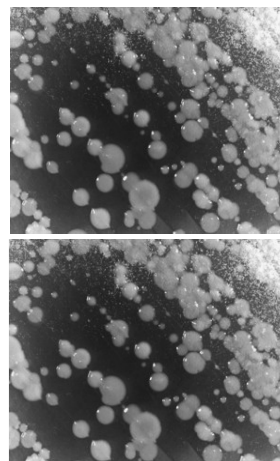


Рис. 2.
Стереопара поверхні сиру
на цифровому зображенні
растрового електронного
мікроскопа
(збільшення 1.26 на 102 мкм)

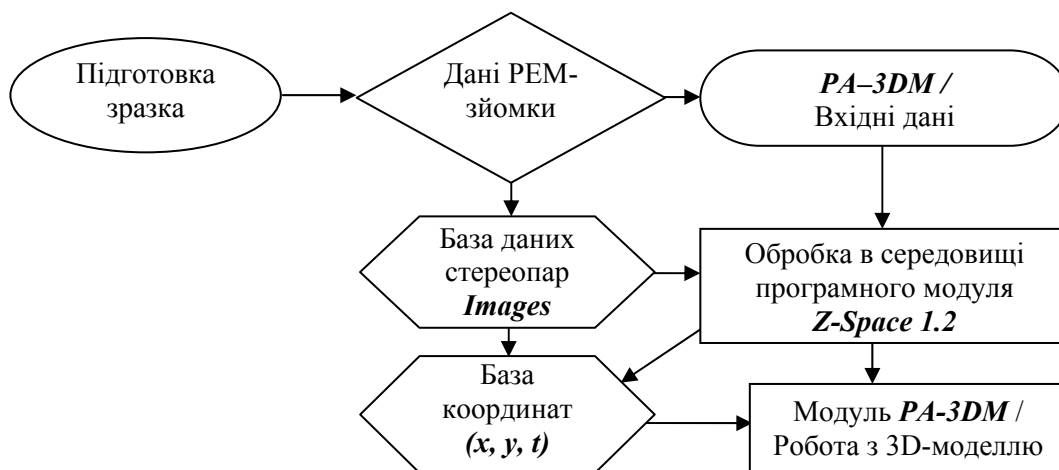


Рис. 3. Технологічний ланцюг отримання тримірної теплофізичної моделі

Підсистема підготовки *PA-3DM / Вхідні дані*³ реалізує такі функції:

- встановлення параметрів розмітки (внутрішнє орієнтування): фокусна відстань фотокамери f , координати x_0, y_0 головної точки та шість елементів зовнішнього орієнтування – координати центру проєкції $S - (X_S, Y_S, Z_S)^2$;
- подовжній і поперечний кути нахилу знімка α, w і кут поворота c ;
- визначення опорних точок на стереознімку зі збереженням їх у вигляді текстового файлу (зовнішнє орієнтування) та визначення параметрів фотографування для неметричних знімків.

³ *PA-3DM / Вхідні дані* – програмний модуль (опція), який представляє комплекс зібраної статистичної інформації у вигляді 3D-поля даних (поверхні температурних градієнтів).

Оброблена стереопара, а також вхідні параметри подаються як вихідні дані на вхід до цифрової фотограмметричної системи *Z-Space 1.2*. (рис. 4).

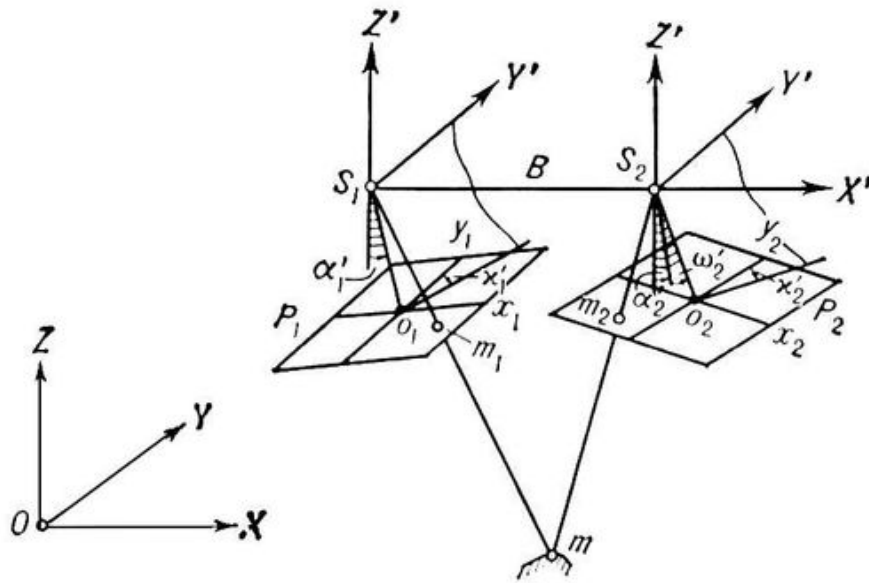


Рис. 4. Елементи зовнішнього та внутрішнього орієнтування цифрової стереофотограмметричної пари електронних знімків

Між координатами точки об'єкта та її температурою існує зв'язок, де X, Y, Z і X_S, Y_S, Z_S – координати точок *M*-коду і точки *S* в системі координат $OXYZ$; X', Y', Z' – координати точки *m* в системі $SXYZ$, яка є паралельною до системи $OXYZ$, що обчислюються за плоскими координатами x і y . Саме тому взаємовідношення елементів матиме вигляд:

$$\begin{aligned} Ta_1 &= \cos \alpha \cos c - \sin \alpha \sin w \sin c; \\ Ta_2 &= -\cos \alpha \sin c - \sin \alpha \sin w \cos c; \\ Ta_3 &= -\sin \alpha \cos w; \\ Tb_1 &= \cos w \sin c; \\ Tb_2 &= \cos w \cos c; \\ Tb_3 &= -\sin w, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{де } c_1 &= \sin \alpha \cos c + \cos \alpha \sin w \sin c, \\ c_2 &= -\sin \alpha \cos c + \cos \alpha \sin w \cos c, \\ c_3 &= \cos \alpha \cos w, \end{aligned}$$

де c – направляючі косинуси температурних градієнтів на поверхні харчового продукту.

Формули зв'язку між координатами точки *M*-коду об'єкта й координатами екстремальних значень температур m_1 і m_2 на стереопарі P_1-P_2 мають інтерпретацію, де B_X, B_Y і B_Z – проекції базису B на вісі координат. Якщо елементи зовнішнього орієнтування стереопари

відомі, то координати температури максимальної та мінімальної точки об'єкта можна визначити методом прямої засічки. Положення точки поверхні можна знайти по одиночному знімку в окремому випадку, коли об'єкт плоский ($Z=const$). Координати мінімальних значень температур x і y точок знімків вимірюються на монокомпараторі або стереокомпараторі [5, с. 22].

Елементи внутрішнього орієнтування відомі з результатів калібрування цифрового мікроскопа, а елементи зовнішнього орієнтування можна визначити при фотографуванні об'єкта методом фототріангуляції. Якщо елементи зовнішнього орієнтування знімків невідомі, то координати максимальних і мінімальних значень температур точок поверхні об'єкта знаходять із використанням опорних точок (метод зворотної засічки). Опорна точка – визначена на знімку контурна точка об'єкта з координатами температур, які отримано в результаті теплофізичних вимірів або з фототеплотріангуляції⁴. Застосовуючи зворотню засічку, спочатку знаходять елементи взаємного орієнтування градієнтів температур на знімках P_1-P_2 , де – a'_1, a'_2, w'_2, c'_2 в координатній системі $S_1X'Y'Z'$; вісь X збігається з базисом, а вісь Z лежить у головній базисній площині $S_1 S_2$ знімка P_1 . Потім обчислюють координати точок температур моделі в тій же системі. Далі, використовуючи опорні точки, переходять від координат точок моделі до координат температур точок об'єкта [6, с. 30].

Елементи взаємного орієнтування уможливають встановлення перехідних температур на знімку в ті значення відносно один одного, якими вони були при фотографуванні об'єкта (початкові градієнти температур). У цьому випадку кожна пара відповідних променів, наприклад S_{1m1} і S_{2m2} , перетинається і утворює точку (m) моделі. Сукупність променів, що належать знімку, називається термов'язкою, а центр проекції – S_1 або S_2 – вершиною термов'язки. Масштаб моделі залишається невідомим, тому що відстань S_1 та S_2 між вершинами в'язок вибирається довільно. Відповідні точки стереопари m_1 і m_2 містяться в одній площині, яка проходить через базис $S_1 S_2$, тому вважається, що наближені значення елементів взаємного орієнтування відомі, і їх можна представити рівнянням (1) в лінійному вигляді:

$$ada_1' + bda_2' + cdw_2' + ddc_1' + edc_2' + l = V, \quad (2)$$

де da_1', \dots, edc_2' – поправки до наближених термічних значень невідомих;

a, \dots, e – часткові похідні від функції по змінних $a_1' \dots a_2'$;

l – значення функції, обчислене за наближеними значеннями невідомих.

⁴ Фототеплотріангуляція (англ. *photoheattriangulation*) – метод визначення координат точок із максимальним і мінімальним градієнтом, визначений прийомами дистанційного зондування. При цьому аналізують геометричні властивості фотознімків одного або декількох трикутників із променів (тріангуляція). Використовується для створення теплофізичного ряду інженерних задач.

Для визначення елементів взаємного орієнтування вимірюють координати центрів максимальних температур не менше п'яти точок стереопари і розв'язують способом послідовних наближень. Координати точок моделі з мінімальними температурами обчислюють, вибравши довільно довжину базису B , і вважаючи $X_{s_1} = Y_{s_1} = Z_{s_1} = 0$; $B_x = Y$; $B_y = B_z = 0$. При цьому просторові координати точок m_1 і m_2 знаходять, а направляючі косинуси для знімка P_1 за елементами α_1' , $w_1' = 0$, c_1' , а для знімка P_2 за елементами α_2' , w_2' , c_2' .

За координатами $X' Y' Z'$ точки моделі визначають координати максимальної температури поверхні, де t – знаменник масштабу моделі. Направляючі косинуси отримують, підставляючи замість кутів α , w і α_2' подовжній кут нахилу моделі x , поперечний кут нахилу моделі h і кут повороту моделі q .

Для визначення семи елементів зовнішнього орієнтування моделі – φ , ζ , ω , x , h , q , t – складають рівняння для трьох або більше опорних точок і розв'язують їх (інтерполяція температурного градієнту поля значень). Координати опорних точок знаходять фотометричним способом або методом фототріангуляції. Сукупність точок об'єкта, координати екстремальних температур яких відомі, утворюють цифрову теплофізичну модель об'єкта для складання теплофізичної карти градієнта температур.

Окрім аналітичних методів обробки знімків, застосовуються аналогові, засновані на використанні фотограмметричних приладів фототрансформатора, стереографа, стереопроектора та ін.

При роботі зі стереопарою зразка в програмі *Z-Space* оператор вручну здійснює прив'язку відповідних опорних точок на лівому й правому зображеннях. Після такого вибору програма оцінює рівень температури та кореляцію точок. При високому коефіцієнті кореляції здійснюється перехід до створення цифрової теплофізичної матриці поверхні харчового продукту [7, с. 110–123].

Для моделювання і візуального відображення моделі температурного градієнта або визначення часу зберігання продукту розроблено другий програмний модуль системи *PA-3DM / Робота з 3D-моделлю*. Використання інструментальних засобів забезпечує додаткові можливості для теплофізичного експрес-аналізу, наприклад, теплофізичне картування поверхні через рівно проміжні та стохастичні часові інтервали (функція – "Палітра"), теплофізичне профілювання (опція – "Зріз"), вимірювання градієнта температур (опція – "Лінійка") тощо.

Таким чином, за допомогою системи *PA-3DM* може бути розв'язана задача визначення експрес-діагностики теплофізичних властивостей за їх 3D-моделюванням [8, с. 213]. Можна отримати профілі цифрового терморельєфу уздовж будь-якого напрямку поверхні з відображенням так званого графіка температури. За допомогою даних відповідних графіків можуть бути виокремлені концентричні термічні

градієнти, які називатимуться екзотермічними зонами поверхні продукту. Отримані графіки у вигляді псевдоізотерм можуть бути збережені у вигляді файлу графічного формату. На *рис. 5* представлено результат експрес-діагностики теплофізичного поля поверхні сиру плавленого.

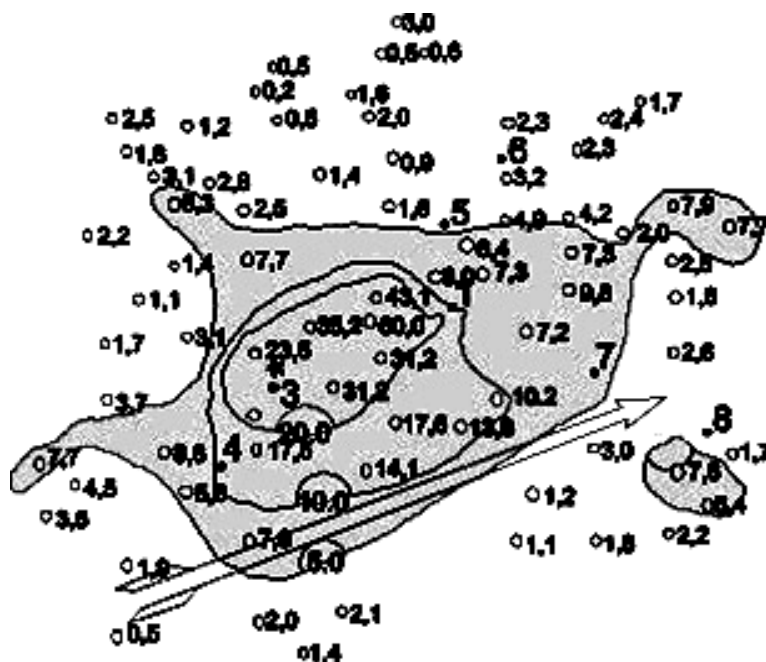


Рис. 5. Визначення теплофізичного поля поверхні сиру плавленого

Висновки. Технології моделювання теплофізичних властивостей з використанням цифрових РЕМ-фотограмметричних методів дають змогу вирішувати нові наукові задачі експрес-діагностики теплофізичних властивостей об'єктів, а саме:

- моделювання середовища за їх трьохмірними моделями мікроповерхонь;
- застосування системи, яка інтегрує спеціально розроблене програмне забезпечення *PA-3DM* і ліцензовану цифрову фотограмметричну систему *Z-Space 1.2*. та уможливорює проводити високоточне вимірювання градієнта температур у середовищі;
- використання РЕМ-фотограмметрії в наукових дослідженнях щодо прогнозування терміну зберігання харчових продуктів, що може стати технологічною основою створення комплексної наукової колекції (атласу) теплофізичних властивостей харчових продуктів за їх чотирьохмірними координатами.

Окреслено прикладні аспекти РЕМ-фотограмметричних методик з експрес-діагностики теплофізичних властивостей: велика продуктивність (вимірюються не об'єкти, а їх зображення); висока точність (використання точних апаратів, інструментів для утворення та виміру знімків і способів обробки результатів); можливість вивчення як неру-

хомих, так і рухомих об'єктів; повна об'єктивність результатів вимірів, які виконуються дистанційно.

Також визначено, що щілинні, панорамні фотознімки та отримані із застосуванням мікрорадіолокацій, мікротелевізійних, інфрачервоно-теплових та інших знімальних систем, істотно розширюють можливості будь-яких експрес-методів визначення теплофізичних властивостей об'єкта. Проте вони не мають єдиного центру проекції та елементів зовнішнього орієнтування, оскільки безперервно змінюються в процесі побудови зображення, що може ускладнювати використання таких знімків для вимірювальних цілей.

Перспективи подальших досліджень потребуватимуть удосконалення підходів щодо підвищення точності РЕМ-фотограмметричних зондувань, а саме – розробки методів дистанційного експрес-контролю тепловізійної зйомки поверхні харчових продуктів для контролю температурних градієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Goldstein J. I.* Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ / J. I. Goldstein, D. E. Newbury, P. Echlin ; пер. с англ. — М. : Мир, 1984. — 352 с.
2. *Ходжер Т. А.* Использование методов цифровой фотограмметрии для воссоздания рельефа чешуи байкальского омуля / Т. А. Ходжер, М. Л. Тягун // Вычислительные технологии : науч.-техн. журн. — М. : Инженерия, 2005. — № 4. — Т. 10. — С. 107—110.
3. *Калантаров Е. И.* Фотограмметрическая обработка электронно-микроскопических снимков / Е. И. Калантаров, М. Ж. Сагындыкова // Изв. вузов. — М. : Наука, 1983. — № 2. — С. 82—85. — (Серия "Геодезия и аэрофотосъемка").
4. *Лобанов А. Н.* Фотограмметрия : учебн. для вузов ; 2-е изд., перераб. и доп. / А. Н. Лобанов. — М. : Недра, 1984 — 552 с.
5. *Hemmler M.* Photogrammetrische Auswertung Elektronenmikroskopischer Bilddaten / M. Hemmler // Dissertation, eingereicht in der Fakultät 6 der Technische Universität. — Berlin, 2002. — P. 142.
6. *Соколов В. Н.* Метод трехмерной реконструкции микрорельефа поверхности твердых тел по их РЭМ-стереоизображениям / В. Н. Соколов, А. А. Лебедев, Д. И. Юрковец // Изв. РАН. — М. : Наука, 1995. — № 2. — Т. 59. — С. 28—35. — (Серия "Физика").
7. *Мина М. В.* Использование регистрирующих структур при исследовании сезонных ритмов роста животных. Рост животных / М. В. Мина, Г. А. Клевезаль. — М. : Наука, 1976. — 232 с.
8. *Sinram O.* Calibration of an SEM, using a nano positioning tilting table and a microscopic calibration pyramid / O. Sinram, M. Ritter, S. Kleindiek // ISPRS Commission V Symp. Close-Range Vision Techniques. — Corfu, Greece, 2002. — P. 210—215.

Стаття надійшла до редакції 24.09.2014.

Shapoval S., Shevchenko R. REM-Photogrammetry in rapid diagnosis of the thermo physical properties of the products.

Background. To attract new methods of the rapid diagnosis of thermo physical properties of food products it was offered to apply the methods of digital stereo photogrammetry, which results of functioning can be determined to the remote method by using a scanning electron microscope.

Material and methods. The basis of scientific researches was the creation of modern structural graphic model of the stereophotoimage of the micro surface with defining the gradient and the determination of its minimum and maximum temperatures. The mathematical apparatus for the analysis of the stereo pair in researching of some physical features and their approbation in the food industry was worked out.

Results. Certain aspects of techniques of the stereo photogrammetric thermo physical shooting surfaces were offered. Argumentation of methods of the graphical and mathematical model for rapid diagnostic of the surfaces with the analytical techniques by defining the centers of maximum and minimum temperature gradient scale etc. were provided. Technological chain of the three-dimensional model of the thermo physical and gradient features in the modules and programmes of the automatic determination of the surface thermo physical properties were analyzed.

Conclusion. The technology of modeling thermal properties of the food sample was analyzed using digital photogrammetric methods that solves scientific research problems in rapid diagnosis of thermal properties for their micro surfaces by creating their three-dimensional models. Software system, that integrates a specially designed software *PA-3DM* of the licensed digital photogrammetric system *Z-Space 1.2* was analyzed. At present we are working actively on the creation of the complex scientific collections (atlases) of the thermal properties in *4D* coordinates.

Keywords: REM-photogrammetry, digital images, temperature gradients in the pictures, geometric properties of digital remote capture surfaces, thermal model.

REFERENCES

1. Goldstein J. I. Rastrovaja jelektronnaja mikroskopija i rentgenovskij mikroanaliz / J. I. Goldstein, D. E. Newbury, P. Echlin ; per. s angl. — M. : Mir, 1984. — 352 s.
2. Hodzher T. A. Ispol'zovanie metodov cifrovoj fotogrammetrii dlja vossozdanija rel'efa cheshui bajkal'skogo omulja / T. A. Hodzher, M. L. Tjagun // Vychislitel'nye tehnologii : nauch.-tehn. zhurn. — M. : Inzhenerija, 2005. — № 4. — T. 10. — S. 107—110.
3. Kalantarov E. I. Fotogrammetricheskaja obrabotka jelektronno-mikroskopicheskikh snimkov / E. I. Kalantarov, M. Zh. Sagyndykova // Izv. vuzov. — M. : Nauka, 1983. — № 2. — S. 82—85. — (Serija "Geodezija i ajerofotosemka").
4. Lobanov A. N. Fotogrammetrija : uchebn. dlja vuzov ; 2-e izd., pererab. i dop. / A. N. Lobanov. — M. : Nedra, 1984 — 552 s.
5. Hemmleb M. Photogrammetrische Auswertung Elektronenmikroskopischer Bilddaten / M. Hemmleb // Dissertation, eingereicht in der Fakultat 6 der Technische Universitat. — Berlin, 2002. — P. 142.
6. Sokolov V. N. Metod trehmernoj rekonstrukcii mikrorel'efa poverhnosti tverdyh tel po ih RJeM-stereoizobrazhenijam / V. N. Sokolov, A. A. Lebedev, D. I. Jurkovec // Izv. RAN. — M. : Nauka, 1995. — № 2. — T. 59. — S. 28—35. — (Serija "Fizika").
7. Mina M. V. Ispol'zovanie registrirujushhih struktur pri issledovanii sezonnyh ritmov rosta zhivotnyh. Rost zhivotnyh / M. V. Mina, G. A. Klevezal'. — M. : Nauka, 1976. — 232 s.
8. Sinram O. Calibration of an SEM, using a nano positioning tilting table and a microscopic calibration pyramid / O. Sinram, M. Ritter, S. Kleindiek // ISPRS Commission V Symp. Close-Range Vision Techniques. — Corfu, Greece, 2002. — P. 210—215.

УДК 664.8.037.1

Олена ПАЛІЄНКО

ВИЗНАЧЕННЯ ІМПУЛЬСНИМ МЕТОДОМ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ФРУКТІВ

Запропоновано неруйнівний і прискорений імпульсний метод визначення теплофізичних параметрів фруктів із застосуванням мікропроцесорного приладу БИ-Т021. Переваги його – простота, швидкість і комплексність визначення теплофізичних характеристик, значення яких необхідні для ефективного зберігання та заморожування рослинної сировини. Доведено, що величина коефіцієнту теплопровідності фруктів залежить від вмісту в них вологи, температури та будови тканин.

Ключові слова: теплопровідність, температуропровідність, мікропроцесорний прилад, фрукти.

Палиєнко Е. Определение импульсным методом теплофизических параметров фруктов. Предложен неразрушающий и ускоренный импульсный метод определения теплофизических параметров фруктов с применением микропроцессорного прибора БИ-Т021. Преимущества его – простота, скорость и комплексность определения теплофизических характеристик, значения которых необходимы для эффективного хранения и замораживания растительного сырья. Доказано, что величина коэффициента теплопроводности фруктов зависит от состава в них влаги, температуры и строения тканей.

Ключевые слова: теплопроводность, температуропроводность, микропроцессорный прибор, фрукты.

Постановка проблеми. Плодова сировина – основне джерело біологічно активних компонентів: вітамінів, поліфенольних сполук, мікроелементів, органічних кислот, пектинових речовин. Від інших продуктів рослинництва вона відрізняється одним спільним показником – високим вмістом води: до 82–91 %. Така насиченість тканини фруктів водою призводить до інтенсивного обміну речовин у період зберігання, підвищених витрат вологи на випаровування, зниженої стійкості до руйнівної дії фітопатогенних мікроорганізмів. Саме тому плодovu сировину доцільно переробляти відразу після її збирання. Наявність великої кількості води у фруктах зумовлює також низку особливостей при їх переробленні, зокрема заморожуванні.

Від теплофізичних властивостей рослинної сировини та готових продуктів залежить швидкість їх охолодження або нагрівання [1].

Теплофізичні властивості фруктів описуються загальними законами теплофізики. До основних теплофізичних характеристик, які мають

значення при переробленні та зберіганні плодової сировини, належать *теплопровідність*, *питома теплоємність* і *коефіцієнт температуропровідності*, які теоретично розраховуються за формулами, однак здебільшого визначаються експериментально.

Для визначення теплофізичних характеристик застосовують стаціонарні та нестаціонарні методи вимірювання. Наприклад, при стаціонарному методі під час вимірювання *теплопровідності* температура не залежить від часу, а при нестаціонарному температура є функцією часу. Перевага останніх полягає в тому, що досліджуваний матеріал не потребує тривалої витримки до досягнення постійної температури (що вкрай важливо для товарів із підвищеним вмістом вологи) і тим самим прискорюється вимірювання показників.

Сучасні засоби вимірювання теплофізичних величин нестаціонарними методами використовують нагрівачі як джерела теплового поля і окремо датчики температури для фіксації значень температури у визначених точках температурного простору.

Для визначення теплофізичних параметрів широко застосовують метод безперервного постійного або імпульсний метод лінійного джерела тепла. Основою для створення імпульсного методу комплексного визначення теплофізичних характеристик товарів є закономірності розвитку нестаціонарних температурних полів, створюваних дією миттєвих точкових, лінійних або плоских джерел тепла в необмеженому тілі [2].

Величина *коефіцієнта теплопровідності* фруктів залежить від вмісту в них вологи, температури й будови тканин. Наприклад, коефіцієнт теплопровідності становить для, Вт/(м²·К): води – 0.60, баклажанів – 0.37, огірків – 0.44, вишень – 0.57, картоплі – 0.61 [3].

Питома теплоємність рослинної сировини залежить від вмісту в них води, органічних, мінеральних речовин, структури та властивостей тканин. Хімічний склад є доволі сталою сортовою ознакою, яка змінюється за дуже різких змін метеорологічних умов вегетаційного періоду. Між вмістом води й питомою теплоємністю є пряма залежність. Так, у картоплі (75 % вологи) коефіцієнт теплоємності – 3550–3559 Дж/(кг·К), у вишнях (85.5 % вологи) – 3350–3850, у баклажанах (91.0 % вологи) – 3930–4030, в огірках (95 % води) – 4057–4103. Найвищу теплоємність – 4203 Дж/(кг·К) – має вода [3].

За існуючою класифікацією виділяють вільну та зв'язану (гідратаційну) вологу [4]. Під час заморожування вода може перебувати в твердому (лід), рідкому та пароподібному станах, здійснювати фазові переходи [5]. Ураховуючи істотний вплив різних фракцій води в рослинній сировині на технологічні параметри процесу зневоднення та якість кінцевого продукту, Інститутом технічної теплофізики АН України з використанням диференційної скануючої мікрокалориметрії за методикою [6] визначено вміст вільної та зв'язаної води в різних

видах фруктів. Вивчаючи залежність теплоємності рослинної сировини від температури в області фазового переходу лід – вода, вода – лід, отримано експериментальні дані з кількості замороженої (вільної) та незамороженої (зв'язаної) води, відповідно до вихідної вологості. Відомо [7], що міжфазовий перехід вода – лід є результатом низької теплопровідності об'єкта дослідження.

Основним фізичним процесом, який характеризує заморожування фруктів, є перетворення води в тверду фазу, що супроводжується зниженням температури всієї системи та виділенням теплоти льодоутворення. Наявність вільної води у фруктовій сировині, склад і концентрація розчинених у ній компонентів здійснює вплив на хімічні та біохімічні перетворення сполук, що відбуваються при заморожуванні досліджуваних зразків, і, як наслідок, на якість отриманих продуктів.

Воду, яка утворює навколо макромолекул колоїдної дисперсності (клітковини, крохмалю, протопектину тощо) тонку оболонку, відносять до зв'язаної [7; 8]. Молекули зв'язаної води орієнтовані в просторі, тому її діелектрична постійна в десятки разів менша, ніж у звичайної води [9]. Завдяки цьому зв'язана вода дуже міцно утримується біля поверхні частинок фази, не бере участі в розчиненні електrolітів, не кристалізується при заморожуванні й потребує звичайного додаткового випаровування, тому для видалення цієї форми води необхідні додаткові енерговитрати.

Здатність до переохолодження залежить від виду фруктів, ступеню їх зрілості, хімічного складу, вихідної вологості. Важливу роль у цьому відіграють високомолекулярні сполуки, гідрофільні колоїди, схильні до набубнявіння та зв'язування води, особливо цукри [10].

Для процесу заморожування характерними є: період переохолодження, що відбувається в інтервалі температур від 283 до 272 К; початок кристалізації при температурах 272–271 К; зона інтенсивної кристалізації при температурах 271–269 К; подальша кристалізація при температурах 269–265 К; завершення кристалізації [11; 12]. Величина граничної температури переохолодження визначається властивостями охолоджуваних видів фруктів.

Під впливом охолодження та заморожування вода клітин і тканин фруктів за тривалістю і характером кристалізується неоднаково, оскільки одна частина води вільна, а друга – міцно фіксована фізико-хімічними зв'язками з поверхнею реакційно здатних груп макромолекул [13; 14].

Питома теплоємність харчових продуктів унаслідок їхнього заморожування зменшується, оскільки теплоємність льоду в два рази нижча теплоємності води, а теплопровідність фруктів при їх заморожуванні зростає, оскільки кількість вимороженої води з пониженням температури збільшується.

Мета роботи – застосування нестационарного імпульсного експрес-методу вимірювання теплофізичних параметрів плодів яблук і груш під час охолодження та заморожування.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – плоди яблук сорту *Golden Delouses* (Бахчисарайський р-н АР Крим, Україна) та груші сорту *William's* (Греція).

Для визначення теплопровідності яблук і груш імпульсним методом застосовано мікропроцесорний прилад БИ-Т021 з діапазоном вимірювання параметра від 0.02 до 1 Вт/м · К. Робота приладу базується на методі неруйнівного прискореного визначення теплопровідності. Цей метод полягає в створенні одностороннього короткочасного теплового імпульсу на поверхні зразка та реєстрації зміни температури на цій поверхні.

Прилад складається з пінополістиролового датчика циліндричної форми із вбудованим нагрівачем і системою термопар. Для кожного датчика, що входить до комплекту приладу, при градуванні проводиться обчислення коефіцієнтів, які заносяться в пам'ять і використовуються при вимірюваннях. Блок вимірювання та обробки генерує стабільний тепловий імпульс, який передається на нагрівач датчика. Після подачі теплового імпульсу вбудований мікропроцесор виробляє необхідну кількість вимірювань і обробку отриманих даних для виведення на індикатор отриманого значення теплопровідності.

Протягом періоду вимірювання на індикаторі відбиваються поточні значення напруги. Після закінчення виміру (4 хв) на табло відображається значення теплопровідності зразка в Вт/м · К. Проводиться не менше п'яти вимірювань на різних ділянках зразка, результатом яких є середнє значення.

Результати дослідження. Застосування мікропроцесорного приладу БИ-Т021 дає змогу за один дослід визначити теплофізичні характеристики зразка фруктів. Він безпосередньо контактує з нагрівальним середовищем прибору та навколишнім середовищем, тобто без вологонепроникної оболонки. Для забезпечення в досліді теплообмінних умов автоматично дотримано температурний режим. Щодо обрання форми та розміру зразка прилад надає можливість використовувати широкий спектр цих параметрів. Нами обрано циліндричну форму та розмір діаметром 15 мм і товщиною 12 мм. Це надає перевагу проти застосування стаціонарних приладів, для яких необхідно створити певні умови проведення досліду (тривалий час, встановлення температурних параметрів) і підготовки зразків для випробування фіксованої форми.

Коефіцієнт теплопровідності та температуропровідності залежить від двох визначальних факторів: вологості та температури. Ці показники визначено при нагріванні, охолодженні та заморожуванні зразків яблук і груш у діапазоні температур 265–333 К (*таблиця*).

Вплив напрямку теплового потоку на теплофізичні властивості фруктів

Вид і сорт фруктів	Температура, К	Густина, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К
<i>Нагрівання</i>			
Яблука <i>Golden Delouses</i>	293–333	861±5	0.40
Груші <i>William's</i>		1006±3	0.43
<i>Охолодження</i>			
Яблука <i>Golden Delouses</i>	333–293	861±5	0.10
Груші <i>William's</i>		1006±3	0.33
<i>Заморожування</i>			
Яблука <i>Golden Delouses</i>	265–272	793±5	0.94
Груші <i>William's</i>		908±4	1.25

Густина фруктів при заморожуванні зменшується внаслідок розширення води, яка міститься в них. Проте ступінь зміни густини порівняно зі зміною інших теплофізичних властивостей (теплопровідності та температуропровідності) продуктів при охолодженні дуже невелика. У середньому густина фруктів при заморожуванні зменшується на 7.8–9.7 %. Отримані результати щодо коефіцієнта теплопровідності корелюють із літературними даними [1; 3; 15].

Висновки. Перевагами імпульсного експрес-методу з використанням мікропроцесорного приладу БИ-Т021 є простота, швидкість (4 хв) і комплексність визначення теплофізичних характеристик фруктів на прикладі яблук сорту *Golden Delouses* і груш сорту *William's*, значення яких необхідні для ефективного зберігання та заморожування рослинної сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гинзбург А. С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов / А. С. Гинзбург, М. А. Громов, Г. И. Красовская. — М. : Агропромиздат, 1990. — 287 с.
2. Теория тепломассообмена : учеб. для техн. ун-тов и вузов / [С. И. Исаев, И. А. Кожин, В. И. Кофанов и др.] ; под ред. А. И. Леонтьева. — [2-е изд., испр. и доп.]. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997. — 683 с.
3. Гинзбург А. С. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов / А. С. Гинзбург, М. А. Громов. — М. : Агропромиздат, 1987. — 272 с.
4. Красавцев О. А. Калориметрия растений при температурах ниже нуля / О. А. Красавцев. — М. : Наука, 1992. — 117 с.
5. Масліков М. М. Холодильна технологія харчових продуктів / М. М. Масліков : навч. посібник. — К. : НУХТ, 2007. — 335 с.

6. Михайлик В. А. О ложных тепловых эффектах в сканирующей калориметрии влагосодержащих объектов / В. А. Михайлик, Е. О. Давыдова, В. В. Манк // Криобиология. — 1990. — № 1. — С. 17—20.
7. Анисимова А. В. Исследование незамерзающей воды растительных тканей методом ЯМР / А. В. Анисимова, Ф. Г. Миортахундинова // Физиология растений. — 1986. — Т. 23, № 4. — С. 799—804.
8. Mukhailyk V. Specific heat of apple at different moisture contents and temperatures / V. Mukhailyk, N. Lebovka // J. Food Engineering. — May 2013. — P. 424—452.
9. Латышев В. П. Изобарная удельная теплоемкость, энтальпия и доля вымороженной воды пищевых продуктов / В. П. Латышев. — М. : Изд-во стандартов, 1989. — 92 с.
10. Polley S. L. Compilation of thermal properties of foods / S. L. Polley, O. P. Shyder, P. A. Kotnour // J. Food Technology. — 1980. — N 11. — P. 78—94.
11. Moisture sorption isotherms, thermodynamic properties, and glass transition of pears and apples / [N. D. Mrad, C. Bonazzi, N. Boudhrioua, N. Kechaou, F. Courtois] // Drying Technol. — 2012. — Vol. 30. — P. 1397—1406.
12. Rahman M. S. State diagram of foods: its potential use in food processing and product stability / M. S. Rahman // Trends Food Sci. Technol. — 2006. — Vol. 17. — P. 129—141.
13. Чижов Г. Б. Вопросы теории замораживания продуктов / Г. Б. Чижов. — М. : Пищевая пром-сть, 1990. — 271 с.
14. Ramaswamy H. S. Thermophysical properties of apples in relation to freezing / H. S. Ramaswamy, M. A. Tung // J. Food Sci. — 1981. — Vol. 46. — P. 724—728.
15. Singh R. K. Mathematical modelling of heat and moisture transfer-related properties of intermediate moisture applies / R. K. Singh, D. B. Lund // J. Food Process. — 1985. — Vol. 8. — P. 191—210.

Стаття надійшла до редакції 24.06.2014.

Palienko O. Pulse method for determining thermo physical characteristics of fruits.

Background. The urgency of a rapid method for the determination of thermo physical parameters of fruits and vegetables is obvious, since it affects the effectiveness of both storage and processing of plant materials. From the thermal properties of fruits and vegetables depends the speed of their cooling or heating, thus increasing energy consumption for these processes.

The *aim* of the study is application of non-stationary pulse rapid method of measuring thermo physical parameters of fruit of apples and pears during cooling and freezing.

Material and methods. Objects of research are fruit of the apples *Golden Delouses* (Bakhchisarai district, Crimea, Ukraine) and pear varieties *William's* (Greece). Pulse method is non-destructive determination of accelerated thermal characteristics using non-stationary device BI-T021. Thus there is a unilateral creation of a short heat pulse at the sample surface of raw fruits and registration of temperature changes on the surface.

Results. The use of microprocessor device BI-T021 enables one experiment to determine the thermal characteristics of the sample fruits. Thermal conductivity and diffusivity depends on two factors: humidity and temperature. These indicators have been defined by heating, cooling and freezing samples of apples and pears in the temperature range 265–333 K. When frozen fruits change their heat capacity, heat diffusivity, thermal conductivity, density. The results on thermal conductivity correlate with the literature [1; 3; 15].

Conclusion. The advantages of pulsed rapid method using a microprocessor device BI-T021 are the simplicity, speed (4 min) and the complexity of determining the thermal characteristics of fruit for example apples *Golden Delouses* sort and pears *William's*, whose values are required for efficient storage and freezing plant material.

Keywords: thermal conductivity, heat capacity, microprocessor unit, fruits.

REFERENCES

1. *Ginzburg A. S.* Teplofizicheskie karakteristiki pishhevyh produktov / A. S. Ginzburg, M. A. Gromov, G. I. Krasovskaja. — M. : Agropromizdat, 1990. — 287 s.
2. *Teorija teplomassoobmena* : ucheb. dlja tehn. un-tov i vuzov / [S. I. Isaev, I. A. Kozhinov, V. I. Kofanov i dr.] ; pod. red. A. I. Leont'eva. — [2-e izd., ispr. i dop.] — M. : Izd-vo MGTU im. N. Je. Baumana, 1997. — 683 s.
3. *Ginzburg A. S.* Teplofizicheskie karakteristiki kartofelja, ovoshhej i plodov / A. S. Ginzburg, M. A. Gromov. — M. : Agropromizdat, 1987. — 272 s.
4. *Krasavcev O. A.* Kalorimetrija rastenij pri temperaturah nizhe nulja / O. A. Krasavcev. — M. : Nauka, 1992. — 117 s.
5. *Maslikov M. M.* Holodyl'na tehnologija harchovyh produktiv / M. M. Maslikov : navch. posibnyk. — K. : NUHT, 2007. — 335 s.
6. *Muhajlik V. A.* O lozhnyh teplovyh jeffektah v skanirujushhej kalorimetrii vlagosoderzhashhij obektov / V. A. Mihajlik, E. O. Davydova, V. V. Mank // Kriobiologija. — 1990. — № 1. — S. 17—20.
7. *Anisimova A. V.* Issledovanie nezamerzajushhej vody rastitel'nyh tkanej metodom JaMR / A. V. Anisimova, F. G. Miortahundinova // Fiziologija rastenij. — 1986. — T. 23, № 4. — S. 799—804.
8. *Mykhailyk V.* Specific heat of apple at different moisture contents and temperatures / V. Mykhailyk, N. Lebovka // J. Food Engineering. — May 2013. — P. 424—452.
9. *Latyshev V. P.* Izobarnaja udel'naja teploemkost', jental'pija i dolja vymorozhennoj vody pishhevyh produktov / V. P. Latyshev. — M. : Izd-vo standartov, 1989. — 92 s.
10. *Polley S. L.* Compilation of thermal properties of foods / S. L. Polley, O. P. Shyder, P. A. Kotnour // J. Food Technology. — 1980. — N 11. — P. 78—94.
11. *Moisture sorption isotherms, thermodynamic properties, and glass transition of pears and apples* / [N. D. Mrad, C. Bonazzi, N. Boudhrioua, N. Kechaou, F. Courtois] // Drying Technol. — 2012. — Vol. 30. — P. 1397—1406.
12. *Rahman M. S.* State diagram of foods: its potential use in food processing and product stability / M. S. Rahman // Trends Food Sci. Technol. — 2006. — Vol. 17. — P. 129—141.
13. *Chizhov G. B.* Voprosy teorii zamorazhivanija produktov / G. B. Chizhov. — M. : Pishhevaja prom-st', 1990. — 271 s.
14. *Ramaswamy H. S.* Thermophysical properties of apples in relation to freezing / H. S. Ramaswamy, M. A. Tung // J. Food Sci. — 1981. — Vol. 46. — P. 724—728.
15. *Singh R. K.* Mathematical modelling of heat and moisture transfer-related properties of intermediate moisture applies / R. K. Singh, D. B. Lund // J. Food Process. — 1985. — Vol. 8. — P. 191—210.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 613.2.032.33

**Наталія ПРИТУЛЬСЬКА,
Юлія МОТУЗКА**

ТОВАРОЗНАВЧІ ЗАСАДИ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЕНТЕРАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

Проаналізовано законодавчо-нормативну базу щодо позиціонування продуктів для ентерального харчування в Україні та світі. Представлено систему заходів щодо їх розробки та доведення до цільової групи споживачів із використанням засад наукового товарознавства. Визначено пріоритетні напрями вирішення проблеми вітчизняного виробництва продуктів для ентерального харчування.

Ключові слова: продукти для ентерального харчування, продукти для спеціальних медичних цілей, гігієна харчування, виробництво, споживач.

Притульская Н., Мотузка Ю. Товароведные основы позиционирования продуктов для энтерального питания. Проведен анализ законодательно-нормативной базы относительно позиционирования продуктов для энтерального питания в Украине и мире. Представлена система мероприятий по их разработке и доведения до целевой группы потребителей с использованием принципов научного товароведения. Определены приоритетные направления решения проблемы отечественного производства продуктов для энтерального питания.

Ключевые слова: продукты для энтерального питания, продукты для специальных медицинских целей, гигиена питания, производство, потребитель.

Постановка проблеми. Харчування є основою для забезпечення повноцінної життєдіяльності організму людини. Особливо важлива його збалансованість відповідно до специфіки метаболічних потреб споживачів із дедалі частішими різноманітними травмами, пораненнями й ураженнями. Для підвищення ефективності лікування понад 50 % пацієнтів у критичних станах потребують нутритивної терапії з використанням ентерального харчування. Його раннє застосування знижує

ризика післяопераційних та інфекційних ускладнень і тяжкість пост-агресивної реакції, прискорює процеси реабілітації, зменшує вартість лікувально-діагностичних процедур та витрат на медикаментозні засоби, покращує показники одужання хворих і поранених. Ентеральне введення поживних речовин сприяє збереженню та відновленню цілісності слизової оболонки кишечника, що має істотне значення для підтримки гомеостазу й зміцнення імунітету [1]. Крім того, здатність шлунково-кишкового тракту засвоювати поживні речовини в ранньому післяопераційному періоді знижує рівень гіперметаболізму та покращує азотистий баланс.

Значний внесок у розробку та вдосконалення наукових принципів забезпечення нутритивних потреб людей із специфічними захворюваннями, що супроводжуються гіперметаболізмом, основ створення та вдосконалення продуктів для ентерального харчування зробили вітчизняні та закордонні вчені А. В. Беляєв, А. Л. Костюченко, В. М. Луфт, О. М. Почепень, А. І. Салтанов, І. Є. Хорошилов, *H. Akbaylar, P. Grasdalen, R. Bankhead, K. Barendgret, I. Mayers, A.W. Wilkinson, D. Wilmore* та ін [2–14].

Мета роботи – розроблення системи заходів щодо позиціонування продуктів для ентерального харчування з використанням засад наукового товарознавства.

Матеріали та методи. В основу методологічної бази дослідження покладено методи наукового пізнання, системного підходу та узагальнення, наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених.

Результати дослідження. Відповідно до чинної редакції Закону України "Про безпечність та якість харчових продуктів" [15] продукти для ентерального харчування віднесено до харчових продуктів для спеціального дієтичного споживання. Проте з прийняттям нової редакції Закону України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів" і згідно із Законом України "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів" [16], який набуде чинності у вересні 2015 р., ця група позиціонуватиметься як "продукти для спеціальних медичних цілей". Термін вживатиметься в такому тлумаченні: "харчовий продукт для спеціальних медичних цілей – спеціально розроблений та виготовлений продукт, який споживається під наглядом лікаря. Цей продукт призначений для часткової або повної заміни звичайного раціону пацієнтів з обмеженою, ослабленою або порушеною здатністю приймати, перетравлювати, засвоювати звичайні харчові продукти або певні поживні речовини, що містяться в них, або їх метаболітів. Харчові продукти для спеціальних медичних цілей також можуть призначатися для повного або часткового годування пацієнтів з іншими визначеними лікарем потребами, які неможливо задовольнити шляхом модифі-

кації звичайного раціону харчування". Визначення запропонованого терміну повністю гармонізовано з європейським законодавством, зокрема Регламентом Європейського парламенту та Ради № 609/2013 від 12.06.2013 "Про харчові продукти для немовлят та дітей, продукти для спеціальних медичних цілей, дієт для контролю ваги" [17].

В основу створення продуктів для спеціальних медичних цілей, у тому числі й ентерального харчування, покладена теорія збалансованого харчування, яка базується на визначенні фізіологічних потреб у харчових речовинах і енергії здорової людини, але з урахуванням особливостей патогенезу, клінічного перебігу, стадії хвороби, рівня й характеру метаболічних порушень, функціонального стану шлунково-кишкового тракту, впливу певних нутрієнтів на інтенсивність обмінних процесів. Останніми роками теорія збалансованого харчування доповнена відомостями про потреби та можливість використання окремих нутрієнтів при різних захворюваннях [18]. Відкриття в галузі фізіології шлунково-кишкового тракту та імунології привели до розуміння того, що харчування, адаптоване до функціонального стану органів травлення й захворювання пацієнта, яке забезпечене дієтами, що містять специфічні поживні речовини, має низку переваг перед стандартними дієтами. Зокрема, такі поживні речовини, як аргінін, глутамін, ω -3 жирні кислоти та ін., мають специфічні властивості й включені до складу сучасних спеціальних поживних сумішей для ентерального харчування спрямованої дії [19].

В Україні адекватне забезпечення хворих у критичних станах нутрієтивною підтримкою при вираженому синдромі гіперметаболізму, особливо в умовах бойових дій, становить серйозну клінічну проблему, яка потребує негайного вирішення на державному рівні.

На нашу думку, розв'язання зазначених проблем і розвиток напрямів їх вирішення на сучасному етапі доцільно розглядати з ракурсу саме товарознавчої науки, яка, крім відповідного арсеналу специфічних засобів, здатна поєднати наукові підходи до гігієни харчування, дієтології, харчової технології, маркетингу тощо.

Головним при розробці та позиціонуванні продуктів для ентерального харчування є орієнтація на задоволення запитів споживачів, що передбачає вивчення їх потреб та попиту на продукти, вимог фахівців медичної галузі до ентерального харчування, створення оптимізованих моделей складу рецептур відповідно до специфіки певного етапу лікування та відновлення хворих, проведення комплексної товарознавчої оцінки продуктів протягом їх життєвого циклу, розроблення та затвердження нормативної документації, здійснення медико-клінічних досліджень, промислової апробації, розроблення рекомендацій щодо визначення оптимального пакування, дозування, використання, споживання продуктів тощо (рисунки).



Система заходів щодо розробки та позиціонування продуктів для ентерального харчування

Розробка єдиної системи науково-організаційних заходів щодо управління безпечністю та якістю продуктів для ентерального харчування на основі товарознавчих підходів, оптимізації нутрієнтного складу, який враховує певний період етапу лікування та відновлення хворих, є пріоритетним напрямком формування вітчизняного асортименту продуктів для ентерального харчування. Враховуючи цільовий контингент споживачів, важливим є створення гарантій безпечності продуктів на основі аналізу потенційних ризиків і розробки заходів щодо мінімізації впливу негативних чинників.

Створення продуктів для ентерального харчування є багатогалузевою комплексною проблемою, яка потребує детальної розробки та консолідації зусиль органів влади, наукових установ і бізнес-асоціацій. Вирішення проблеми, пов'язаної з розвитком виробництва продуктів для ентерального харчування, має на меті розширення асортименту безпечних і якісних продуктів з урахуванням специфіки певного захворювання та забезпечення доступності їх придбання. Це в свою чергу сприятиме покращенню якості життя та лікування хворих у критичних станах, постраждалих від бойових дій, скороченню строків їх перебування в медичних закладах і процесів відновлення в цілому.

Досягнення мети щодо вирішення цієї нагальної проблеми можливе за надання *державної підтримки* на:

- наукове обґрунтування рецептур і створення продуктів для ентерального харчування; проведення досліджень щодо визначення їх споживних властивостей і змін при зберіганні; здійснення клінічної апробації;
- відновлення та (або) налагодження виробництва необхідних сировинних компонентів продуктів для ентерального харчування;
- технічне переоснащення підприємств, які будуть перепрофільовані на виробництво сировинних компонентів і продуктів для ентерального харчування;
- створення нових виробничих потужностей та їх технологічне оснащення.

Одночасно необхідно розробити:

- оптимальні за складом і адекватні потребам організму людини рецептури продуктів для ентерального харчування з урахуванням специфіки захворювання;
- нормативну документацію (технічний регламент, технологічні інструкції) на продукти для ентерального харчування;
- медичні та гігієнічні вимоги до безпечності та якості сировини і продуктів для ентерального харчування;
- процедуру клінічної апробації продуктів для ентерального харчування.

Важливим етапом є здійснення робіт щодо гармонізації вимог вітчизняного санітарного законодавства до безпечності та якості про-

дуктів для ентерального харчування з вимогами європейського та міжнародного законодавства.

Ураховуючи гостру потребу в забезпеченні закладів військової та цивільної медицини продуктами для ентерального харчування, необхідного для збереження життя хворих, не викликає сумнівів актуальність налагодження їх вітчизняного виробництва в рамках єдиної державної програми. Дієве вирішення цих проблем може забезпечити прийняття та реалізація *Державної цільової соціальної програми розвитку виробництва продуктів для ентерального харчування на 2015–2019 рр.* У свою чергу виконання Програми дасть змогу:

- розширити асортимент продуктів для ентерального харчування з урахуванням специфіки певного захворювання, етапів лікування й відновлення організму;
- створити нові та перепрофілювати існуючі виробничі потужності підприємств на виробництво сировинних компонентів і продуктів для ентерального харчування;
- стимулювати виробництво конкурентноспроможних вітчизняних продуктів для ентерального харчування;
- знизити ризики післяопераційних ускладнень, витрати на медикаментозні засоби та лікувально-діагностичні процедури, пришвидшити процеси реабілітації, підвищити показники якості життя хворих і тривалість життя населення.

Висновки. Розвиток виробництва вітчизняних продуктів для ентерального харчування є важливою соціальною проблемою. Для її розв'язання необхідна державна підтримка й забезпечення нормативно-методичного супроводу безпечних і якісних продуктів для ентерального харчування з метою поліпшення життя хворих. Нагальним є також відпрацювання програми дій щодо використання ресурсів державних органів, наукових установ, медичних закладів, бізнес-структур із налагодження вітчизняного виробництва спеціальних продуктів для ентерального харчування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Opportunities and Key Players in Clinical Nutrition* ; comp. F. Liotti. — Business Insight. — 2012. — Vol. 8. — 119 p.
2. *Беляев О. В.* Парентеральное и энтеральное питание в интенсивной терапии / О. В. Беляев. — К. : КИМ, 2009. — 344 с.
3. *Костюченко А. Л.* Энтеральное искусственное питание в интенсивной медицине / А. Л. Костюченко, Э. Д. Костин, А. А. Курыгин. — СПб. : Спец. литература, 1996. — 330 с.
4. *Луфт В. М.* Клиническое питание в интенсивной медицине / В. М. Луфт, А. Л. Костюченко. — СПб. : Диля, 2002. — 174 с.
5. *Почепень О. Н.* Нутритивная поддержка у тяжелообожженных / О. Н. Почепень. — Минск : БелМАПО, 2009. — 25 с.

6. *Салтанов А. И.* Основы нутритивной поддержки в онкологической клинике / А. И. Салтанов, В. Ю. Сельчук, А. В. Снеговой. — М. : МЕДпресс-информ, 2009. — 240 с.
7. *Хорошилов И. Е.* Руководство по парентеральному и энтеральному питанию / И. Е. Хорошилов. — СПб. : Нормед-Издат, 2000. — 376 с.
8. *Akbaylar H.* Basic principles of enteral feeding / H. Akbaylar // Turk Gastroenterology. — 2012. — N 13 (4). — P. 186—191.
9. *Grasdalen P.* The factors of enteral nutrition / P. Grasdalen // Crit. Care Med. — 2011. — Vol. 6. — P. 142—157.
10. *Bankhead R.* Enteral nutrition practice recommendations task force. / R. Bankhead, J. Boullata, S. Brantley. — N.Y. : ASPEN, 2009. — 47 p.
11. *Basics in clinical nutrition: sample and stress starvation* / [K. Barendgret, P. Soeters, S. Allison et al.] // e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism. — 2008. — Vol. 6. — P. e267—e271.
12. *Mayers I.* The nonspecific inflammatory response to injury / I. Mayers // Canad. J Anaesth. — 1998. — Vol. 45. — 882 p.
13. *Wilkinson A. W.* Metabolism and the response to injury / A. W. Wilkinson, D. Cuthbertson. — Tunbridge Wells : Pitman Medical, 1977. — 608 p.
14. *Wilmore D.* Metabolic changes in burned patients / D. Wilmore, L. Aulick // Surg Clin North Am. — 1978. — Vol. 58. — P. 1173—1187.
15. Про безпечність та якість харчових продуктів: Закон України № 771/97 від 23.12.1997 р. — Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр>.
16. Закон України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо харчових продуктів". Закон України "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів" № 1602-VII від 22.07.2014 р. — Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1602-18>.
17. (EU) no 609/2013 of the european parliament and of the council of 12 June 2013 on food intended for infants and young children, food for special medical purposes, and total diet replacement for weight control. — Way of access : <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:404:0026:0038:EN:PDF>.
18. *The Market for Clinical Nutritional Products* ; comp. J. Nicole // Market Research. — 2010. — Vol. 8. — 108 p.
19. *AKE Recommendation: Enteral and Parenteral Support in Adults.* — Germany : Austria : [s. n.]. — 2000. — 92 p.

Стаття надійшла до редакції 30.10.2014.

Pritulska N., Motuzka I. Commodity science's principles for positioning products for enteral nutrition.

Background. Nutrition is the basis for the full life of human organism. For the improvement of treatment effectiveness over than 50 % of patients in critical conditions require nutritional therapy with enteral nutrition. It reduces the risk of postoperative complications and infections, post aggressive reaction severity, accelerates rehabilitation, reduces the cost of medical diagnostic procedures and medications, improves the recovery of the sick and wounded people.

The aim of work is the development of measure system for enteral nutrition product positioning, using the principles of commodity science.

Material and methods. The basis of methodological researching framework was the complex of scientific knowledge systematic approach and synthesis methods, scientific works of domestic and foreign scientists.

Results. The key in development and positioning of products for enteral nutrition is focusing on the consumers' needs, which involves the study of their needs and demand for products, requirements of medical professionals, creation of optimized composition models according to the specifics of a particular patient treatment and rehabilitation phase, comprehensive commodity assessment of products during their life cycle, development and approval of regulatory documentation, medical and clinical researches, industrial testing, development of recommendations for determining the optimal product packaging, dispensing, using, consumption and so on.

The development of unified scientific and organizational measure system for products for enteral nutrition safety and quality management, based on commodity approaches, nutrient content optimizing, which allows for a certain period of patient treatment and recovery stage, is a priority for the formation of national assortment of products for enteral nutrition. Creation of products for enteral nutrition is multi branch complex problem, effective solution of which can be ensured by the adoption and implementation of the State social programme of product for enteral nutrition producing development in 2015–2019 years.

Conclusion. For the development of domestic products for enteral nutrition production the government support and regulatory and methodological insurance of products safety and quality are needed. It is also urgent to work out a roadmap for using resources of state agencies, academic institutions, hospitals, businesses for establishing domestic production of special products for enteral nutrition.

Keywords: products for enteral nutrition, foods for special medical purposes, food hygiene, production, consumer.

REFERENCES

1. *Opportunities and Key Players in Clinical Nutrition* ; comp. F. Liotti. — Business Insight. — 2012. — Vol. 8. — 119 p.
2. *Beljaev O. V. Parenteral'noe i jeneral'noe pitanie v intensivnoj terapii* / O. V. Beljaev. — K. : KIM, 2009. — 344 s.
3. *Kostjuchenko A. L. Jeneral'noe iskusstvennoe pitanie v intensivnoj medicine* / A. L. Kostjuchenko, Je. D. Kostin, A. A. Kurygin. — SPb. : Spec. literatura, 1996. — 330 s.
4. *Luft V. M. Klinicheskoe pitanie v intensivnoj medicine* / V. M. Luft, A. L. Kostjuchenko. — SPb. : Dilja, 2002. — 174 s.
5. *Pochepen' O. N. Nutritivnaja podderzhka u tjazheloobozhzhennyh* / O. N. Pochepen'. — Minsk : BelMAPO, 2009. — 25 s.
6. *Saltanov A. I. Osnovy nutritivnoj podderzhki v onkologicheskoy klinike* / A. I. Saltanov, V. Ju. Sel'chuk, A. V. Snegovoj. — M. : MEDpress-inform, 2009. — 240 s.
7. *Horoshilov I. E. Rukovodstvo po parenteral'nomu i jeneral'nomu pitaniyu* / I. E. Horoshilov. — SPb. : Normed-Izdat, 2000. — 376 s.
8. *Akbaylar H. Basic principles of enteral feeding* / H. Akbaylar // Turk Gastroenterology. — 2012. — N 13 (4). — P. 186—191.
9. *Grasdalen P. The factors of enteral nutrition* / P. Grasdalen // Crit. Care Med. — 2011. — Vol. 6. — P. 142—157.
10. *Bankhead R. Enteral nutrition practice recommendations task force.* / R. Bankhead, J. Boullata, S. Brantley. — N.Y. : ASPEN, 2009. — 47 p.

11. *Basics* in clinical nutrition: sample and stress starvation / [K. Barendgret, P. Soeters, S. Allison et al.] // e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism. — 2008. — Vol. 6. — P. e267—e271.
12. *Mayers I.* The nonspecific inflammatory response to injury / I. Mayers // *Canad. J Anaesth.* — 1998. — Vol. 45. — 882 p.
13. *Wilkinson A. W.* Metabolism and the response to injury / A. W. Wilkinson, D. Cuthbertson. — Tunbridge Wells : Pitman Medical, 1977. — 608 p.
14. *Wilmore D.* Metabolic changes in burned patients / D. Wilmore, L. Aulick // *Surg Clin North Am.* — 1978. — Vol. 58. — P. 1173—1187.
15. Pro bezpechnist' ta jakist' harchovyh produktiv: Zakon Ukrainy № 771/97 vid 23.12.1997 r. — Rezhym dostupu : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/771/97-vr>.
16. Zakon Ukrainy "Pro vnesennja zmin do dejakyh zakonodavchyh aktiv Ukrainy shhodo harchovyh produktiv". Zakon Ukrainy "Pro osnovni pryncypy ta vymogy do bezpechnosti ta jakosti harchovyh produktiv" № 1602-VII vid 22.07.2014 r. — Rezhym dostupu : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1602-18>.
17. (EU) no 609/2013 of the european parliament and of the council of 12 June 2013 on food intended for infants and young children, food for special medical purposes, and total diet replacement for weight control. — Way of access : <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:404:0026:0038:EN:PDF>.
18. *The Market for Clinical Nutritional Products ; comp. J. Nicole* // *Market Research.* — 2010. — Vol. 8. — 108 p.
19. *AKE Recommendation: Enteral and Parenteral Support in Adults.* — Germany : Austria : [s. n.]. — 2000. — 92 p.

УДК 620.2:633.15

**Аліна КОВАЛЬ,
Наталія ДІДУХ**

ГОСПОДАРСЬКО-ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА РАЙОНОВАНИХ В УКРАЇНІ СОРТІВ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ

Проаналізовано 23 сорти та гібриди кукурудзи цукрової, занесених до Державного реєстру України. За комплексом товарознавчих і господарських показників виявлено кращі з них для вирощування та використання в харчуванні. Розроблено рангову шкалу для розрахунку конкурентоспроможності кукурудзи цукрової за господарсько-товарознавчими параметрами якості.

Ключові слова: кукурудза цукрова, конкурентоспроможність, господарсько-товарознавчі показники, комплексна характеристика, рангова шкала, сумарний індекс.

© Аліна Коваль, Наталія Дідух, 2014

Коваль А., Дидух Н. Хозяйственно-товароведная оценка районированных в Украине сортов кукурузы сахарной. Приведен анализ 23 сортов и гибридов кукурузы сахарной, занесенных в Государственный реестр Украины. По комплексу товароведных и хозяйственных показателей выявлены лучшие из них для выращивания и использования в питании. Разработана ранговая шкала для расчета конкурентоспособности кукурузы сахарной по хозяйственно-товароведным параметрам качества.

Ключевые слова: кукуруза сахарная, конкурентоспособность, хозяйственно-товароведные показатели, комплексная характеристика, ранговая шкала, суммарный индекс.

Постановка проблеми. У 2013 р. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, внесено 19 сортів і 36 гібридів кукурудзи цукрової, які відносяться до різних груп стиглості [1], у 2014 р. відповідно 15 сортів і 34 гібриди [2]. Наведені в Реєстрі дані про більшість сортів і гібридів неповні – в одних відсутній хімічний склад, в інших – характеристика качана і навіть урожайність та його товарність. Саме тому працівникам торгівлі, консервної промисловості, спеціалістам сільського господарства, фермерам і приватним особам проблематично, а інколи й неможливо знайти в Реєстрі повну характеристику та зробити висновок про доцільність вирощування того чи іншого сорту (гібриду) для постачання на ринок або переробку. Проте, як показує практика, з великої кількості введених до Реєстру сортів і гібридів кукурудзи цукрової тільки декілька з них є привабливими для товаровиробників за урожайністю, а працівники переробної галузі й торгівлі об'єктивних і повних даних щодо якості продукту не мають.

Кукурудза цукрова (*Zea mays saccharata Koern*) є цінним делікатесним продуктом. Її зернівка – це біологічний "хімічний комбінат", який накопичує у фазі молочно-воскової стиглості до, %: 32.2 – сухих речовин, 24.0 – вуглеводів, 10.0 – декстринів, 3.7 – сирого протеїну, майже 80 % елементів періодичної системи Менделєєва та не містить нітратів. У складі її білка такі незамінні для організму людини амінокислоти, як лізин і триптофан. Початки мають гарні смакові властивості завдяки наявності декстринів [3; 4].

За калорійністю цукрова кукурудза посідає перше місце серед овочів: у 100 г зерна стадії молочної стиглості міститься 530–340 Ккал, в зеленому горошку – 323, у цвітній капуста – 332 Ккал [5].

Під час вибору споживачем товару основним фактором є його якість, однак лише висока якість не може забезпечити повного успіху товару на ринку. Необхідно враховувати й інші групи показників: господарські, функціональні, естетичні, кулінарні, економічні. Отже, питання визначення найкращих сортів і гібридів кукурудзи цукрової за комплексом ознак, придатних для вирощування та конкурентоспроможних за якістю на ринку, є на сьогодні актуальним.

У ринковій системі господарювання категорія "конкурентоспроможність" – одна з головних, бо в ній мають відображення економічні, науково-технічні, організаційно-управлінські та інші можливості підприємства, галузі чи країни в цілому.

Конкурентоспроможність – показник інтегральний, тому це поняття слід розглядати через призму адитивності [6]. Господарські та функціональні показники кукурудзи цукрової варіюють залежно від строку сівби, сорту, умов вегетаційного періоду, що відбивається на формуванні її споживних властивостей. Потрібно оцінювати конкурентоспроможність сортів і гібридів кукурудзи цукрової за узагальнюючими багаторічними даними дослідів сортодільниць, розташованих в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Мета роботи – за комплексом господарських і товарознавчих показників математичними методами статистики визначити конкурентоспроможні сорти та гібриди кукурудзи цукрової.

Завдання полягає в досконалому аналізі сортів і гібридів кукурудзи цукрової, введених до Державного реєстру, визначенні їх конкурентоспроможності за комплексом господарських і товарознавчих ознак, а також у визначенні кращих з них для насичення внутрішнього ринку.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – сорти та гібриди кукурудзи цукрової, внесені до Державних реєстрів рослин, придатних для поширення в Україні. Товарознавчі та господарські показники проаналізовано узагальненням даних, наведених у Каталогах сортів рослин Державної комісії по сортовипробуванню [1; 2].

Розрахунок конкурентоспроможності кукурудзи цукрової здійснено на основі методики професора В. А. Колтунова [6] за господарськими й функціональними показниками.

Результати досліджень. У всіх сортах і гібридах кукурудзи цукрової, внесених до Державного реєстру, спостерігається суттєва різниця за багатьма показниками, по деяким із них інформація взагалі відсутня. Так, із 55 сортів і гібридів урожайність наведена у 23-х, товарний вихід качанів – у 15-ти, довжина качана – у 48-ми, діаметр качана – у 28-ми, кількість рядів зерен – у 47-ми, маса 1000 зерен – у 21-му. Щодо товарознавчих показників, то вміст цукру відомо в 32-х сортах і гібридах, крохмалю – у 25-ти, сухих речовин – лише у 8-ми, а по 6 сортах і гібридах інформація взагалі відсутня. У *табл. 1* наведено характеристику 23-х сортів і гібридів кукурудзи цукрової з Державного реєстру, в яких найбільш повно представлено значення господарсько-товарознавчих показників.

Кукурудза цукрова – це тепло- та світлолюбна, посухостійка рослина. У зв'язку зі швидкістю досягання зерен (від двох до семи діб залежно від температурних умов) в Україні та світі практикується конвеєрне вирощування цієї культури, що уможливорює забезпечувати нею споживача протягом двох місяців [7].

Задля конвеєрного вирощування використовують сорти та гібриди різних груп стиглості, а саме: ранньостиглі – 60–90 днів, середньоранні – 91–100, середньостиглі – 101–110, пізньостиглі – 110 і більше днів. Сума активних температур, за яких досягають ранньостиглі сорти, становить 2100–2200 °С, середньоранні та середньостиглі – 2400–2600 і пізньостиглі – 2800–3200 °С [8].

Таблиця 1

Урожайність, характеристика качанів і хімічний склад кукурудзи цукрової різних груп стиглості [1; 2]

Сорт, гібрид	Урожайність, ц/га	Товарний вихід качанів, %	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість рядів зерен, шт.	Маса 1000 зерен, г	Загальний вміст цукру, %	Вміст сухих речовин, %
<i>Арктур</i>	110	80.0	8.0–10.0	–	8–14	240.0–250.0	19.3	30.6
<i>Ароматна</i>	95–100	73.0	16.0–18.0	–	12–14	220.0–230.0	5.89	–
<i>Бостон F1</i>	–	–	21.0	4.8–5.0	16–18	220.0	4.0–6.0	–
<i>Брусниця</i>	70–100	84.0	18.0–20.0	4.0–4.4	12	220.0	4.8–5.8	–
<i>Венлія 1</i>	97–99	87.0	17.0–18.5	4.5–4.6	14–16	200.0–210.0	–	–
<i>ГХ 2041 F1</i>	180	–	21.0	4.8	18	220.0	4.0–6.0	–
<i>Делікатесна</i>	65–75	–	14.0–16.0	–	12–14	230.0–240.0	4.4	37.8
<i>Добриня F1</i>	150	–	22.0–25.0	5.5	16–18	–	–	–
<i>Кабанець СВ</i>	145	85.0	18.0–21.0	4.9–5.2	14–16	215.0–230.0	21.7	–
<i>Кокані F1</i>	203	–	19.0–21.0	–	20–22	–	8.1	–
<i>Легасі F1</i>	192	–	21.0	4.8	18–20	–	8.3	–
<i>Ласуня одеська</i>	110–140	76.0	18.0–20.0	4.1–4.4	12	–	4.4–4.8	–
<i>Людмила СВ</i>	150–155	87.0	18.0–18.5	4.5–4.6	16	220.0–225.0	10.0	–
<i>Медунка</i>	111–115	–	17.0–19.0	4.0–4.5	14–16	–	25.0	–
<i>Насолода</i>	160–180	77.0	18.0–19.6	4.1–4.4	12	187.0	7.5	18.2
<i>Перфекта F1</i>	130–180	97.0	18.0–20.0	–	8–14	–	12.0	–
<i>Рандеву F1</i>	84–92	63.2	15.0–18.0	–	16–18	–	6.86	28.9
<i>Растлер F1</i>	158	61.0	19.5	4.8	16–18	–	10.4	–
<i>Санданс F1</i>	160–190	–	18.0–20.0	5.0	14–16	220.0	13.0	27.0
<i>Снігова королева F1</i>	150	–	20.0–22.0	4.2–4.5	14–16	–	–	23.5
<i>Спіріт</i>	–	–	20.0–22.0	4.7–5.0	14–16	200.0	12.0–14.0	–
<i>Спокуса</i>	110	76.0	16.0–18.0	4.2	16–18	220.0–230.0	12.0–14.0	–
<i>Тронка F1</i>	150	91.7	20.0–22.0	4.2–4.5	14–16	240.0	7.34	27.2

Проте дослідження, проведені в Харківському національному аграрному університеті (Н. Дідух), свідчать, що вирощування кукурудзи цукрової конвеєрним способом не завжди економічно вигідне через зниження врожайності та товарності з кожним наступним строком сівби (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність і товарність кукурудзи цукрової залежно від строку посіву

Строк посіву		Урожайність, т/га			Товарність качанів, %
		мінімальна	максимальна	середня	
Перша	Декада травня	2.7	5.1	3.9	70
Друга		2.2	4.2	3.2	75
Третя		1.6	3.2	2.4	57
Перша	Декада червня	0.9	1.5	1.2	66
Друга		1.0	1.3	1.1	70
Третя		0.7	–	–	47
Перша декада липня		0.6	–	–	65

Параметри показників якості качанів кукурудзи цукрової представлено в табл. 3.

Таблиця 3

Граничні значення господарських і товарознавчих показників кукурудзи цукрової

Показник	Мінімальне	Максимальне	Середнє
Урожайність, ц/га	92.0	203.0	138.13
Товарність, %	61.0	97.0	79.3
Довжина качана, см	9.0	30.0	20.15
Діаметр качана, см	4.0	5.5	4.7
Кількість рядів зерен, шт.	12	20	16
Маса 1000 зерен, г	140.0	240.0	214.4
Вміст сухих речовин, %	18.2	37.8	27.3
Вміст цукру, %	4.2	25.0	9.9

На основі наведених даних розроблено рангову шкалу оцінки показників за 5-бальною шкалою (табл. 4).

Найважливішим функціональним показником кукурудзи цукрової є вміст цукрів, який надає початкам відповідний смак. На етапі дозрівання він перетворюється в крохмаль, що спричиняє погіршення смакових властивостей. Щодо господарських показників, то перевагу слід віддати урожайності та товарності, від яких залежить доцільність вирощування того чи іншого сорту (гібриду).

Таблиця 4

**Ранг господарських і товарознавчих показників
конкуреноспроможності сортів і гібридів кукурудзи цукрової**

Показник	Коефіцієнт значущості	Ранг, балів				
		5	4	3	2	1
<i>Господарські</i>						
Урожайність, ц/га	0.25	191 i >	190–171	170–140	139–111	110 i <
Товарність, %	0.15	90 i >	89–81	80–75	74–71	70 i <
Маса 1000 зерен, г	0.10	201 i >	200–186	185–156	155–141	140 i <
<i>Товарознавчі</i>						
Довжина качана, см	0.10	20 i >	19.0–18.1	18.0–16.1	16.0–14.0	13.9 i <
Діаметр качана, см	0.10	5.8 i >	5.7–5.1	5.0–4.6	4.5–4.4	4.3 i <
Кількість рядів зерен, шт.	0.05	19 i >	18–16	15–14	13–12	11 i <
<i>Функціональні</i>						
Вміст сухих речовин, %	0.10	20 i >	19.9–18.9	18–16	15–14	13 i <
Загальний вміст цукру, %	0.15	6.0 i >	5.9–5.0	4.9–4.6	4.5–4.0	3.9 i <

Аналіз за окремими показниками, які значно різняться, не дає повної уяви про якість кукурудзи цукрової в сукупності, тому за основу взято методику комплексної оцінки з урахуванням великої кількості показників, навіть хімічного складу, через сумарний індекс (I), який дорівнює сумі окремих індексів (k), поділених на їх кількість [6]:

$$I = \Sigma k/n. \quad (1)$$

Далі визначається узагальнюючий показник конкурентоспроможності сорту, враховуючи всі показники, наведені в табл. 4, за формулою [6]:

$$KC = \Sigma B_n \cdot W_n, \quad (2)$$

де KC – коефіцієнт конкурентоспроможності сорту (гібриду);

B_n – значення рангу n -ї ознаки;

W_n – коефіцієнт значущості n -ї ознаки;

n – кількість ознак, які враховують при оцінці конкурентоспроможності, за умови, що:

$$\Sigma W_n = 1. \quad (3)$$

Якщо кожний оцінюючий ранговий бал показників конкурентоспроможності відповідного сорту й гібриду перемножити на коефіцієнт значущості, а суму розділити на кількість ознак, то, наприклад, для гібриду *Кокані F1* одержимо коефіцієнт конкурентоспроможності 0.69 (табл. 5).

Конкурентоспроможність досліджуваних сортів і гібридів кукурудзи цукрової за комплексом товарознавчо-господарських ознак (за 5-бальною шкалою)

Сорт, гібрид	Оцінюючий ранговий бал показника									Коефіцієнт конкурентоспроможності	Рейтинг сортів (гібрид)
	Урожайність, ц/га	Товарність, %	Маса 1000 зерен, г	Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість рядів зерен, шт.	Вміст сухих речовин, %	Загальний вміст цукру, %	Сума балів		
<i>Кокані F1</i>	5	–	–	5	–	5	–	5	20	0.69	1
<i>Легасі F1</i>	5	–	–	5	3	5	–	5	23	0.61	2
<i>Перфекта F1</i>	3	5	–	4	–	1	–	5	18	0.54	3
<i>ГХ 2041 F1</i>	4	–	5	5	3	4	–	4	25	0.52	4
<i>Санданс F1</i>	4	–	5	4	3	3	5	5	29	0.51	5
<i>Тронка F1</i>	3	5	5	5	1	3	5	5	32	0.50	6
<i>Кабанець СВ</i>	3	4	5	4	3	3	–	5	27	0.49	7

Для об'єктивної оцінки конкурентоспроможності сортів і гібридів кукурудзи цукрової порівняльну оцінку КС слід робити при закладанні початків на зберігання та в кінці строку зберігання, оскільки сумарний індекс (*I*) може значно змінитись у зв'язку з непропорційними втратами тих чи інших поживних речовин.

Велика кількість введених до Державного реєстру сортів і гібридів різних видів рослин, у т. ч. кукурудзи цукрової, щорічна заміна одних іншими призводить до неможливості не тільки вивчити їхні якісні характеристики, а й навіть запам'ятати їхню назву. Такий підхід до введення нових сортів сільськогосподарських культур у Реєстр призводить до того, що якісні показники продукції залишаються на другому плані, а населення часто позбавлено можливості споживати багаті на поживні речовини овочі.

Як показують дослідження, з великої кількості введених до Реєстру сортів і гібридів кукурудзи цукрової тільки декілька є насправді конкурентоспроможними за комплексом господарських і товарознавчих параметрів, на які повинен орієнтуватися ринок, зокрема з питань експортних закупівель. Слід також зазначити, що якість є лише однією із складових при виборі того чи іншого сорту (гібриду). Адже якою високою не була б якість, виробник не вирощуватиме сорт кукурудзи з низькими врожайністю та стійкістю до хвороб, оскільки нестиме високі витрати. Водночас нікому не потрібні сорти з високою

врожайністю, але з низькими споживними та кулінарними властивостями. Саме тому для цього й треба користуватися запропонованою методикою, щоб у комплексі вирішувати таку проблему.

Висновки. Державний реєстр не дає всебічної характеристики господарсько-товарознавчих властивостей сортів і гібридів кукурудзи цукрової.

Державна комісія по сортовипробуванню сільськогосподарських культур вводить до Реєстру: *по-перше*, занадто велику кількість сортів і гібридів кукурудзи цукрової; *по-друге*, вони мають великі розбіжності щодо врожайності, смакових властивостей, товарної якості качанів і вмісту поживних речовин.

Застосована методика [6] дає змогу визначати конкурентоспроможність сортів сільськогосподарських культур за комплексом господарських і товарознавчих ознак. Встановлено, що жоден з представлених у Державному реєстрі сортів і гібридів кукурудзи цукрової не набрав максимального сумарного індексу. Найвищий коефіцієнт конкурентоспроможності отримали гібриди *Кокані F1* (0.69), *Легасі F1* (0.61), *Перфекта F1* (0.54). Слід зауважити, що ці цифри не є абсолютними, оскільки дані по багатьом показникам для певних сортів і гібридів у Реєстрі взагалі відсутні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2013 році (чинний станом на 18.11.2013) ; Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України. — К. : ТОВ "Алефа", 2013. — 514 с.
2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2014 році (чинний станом на 12.03.2014) ; Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України. — Режим доступу : <http://vet.gov.ua/node/919>.
3. Гаврилюк В. М. Комора вітамінів / В. М. Гаврилюк, Н. В. Здольник, В. О. Гопчак // Насінництво. — 2005. — № 2. — С. 18—22.
4. Лихочвор В. В. Кукурудза / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць. — Л. : НВФ "Українські технології", 2002. — 48 с.
5. Кукурудза цукрова – гібриди, технологія вирощування, насінництво : наук.-метод. рекомендації / Нац. акад. аграр. наук України ; Ін-т зернового госп-ва ; уклад. Ю. М. Пашенко, В. Ю. Черчель, М. Я. Кирпа [та ін] . — Д. : Ін-т зернового госп-ва НААН України, 2010. — 24 с.
6. Колтунов В. А. Якість плодоовочевої продукції та технологія її зберігання. Ч. 1 / В. А. Колтунов. — К. : Київ. нац. торг.- екон. ун-т, 2004. — 568 с.
7. Біологічні особливості кукурудзи : електронна енциклопедія сільського господарства. — Режим доступу : <http://www.agroscience.com.ua/plant/biologichni-osoblyvosti-kukurudzy>.
8. Болотських О. С. Енергоефективні елементи технології вирощування кукурудзи цукрової / О. С. Болотських, Н. О. Дідух // Настоящий хозяин. — 2011. — № 9. — С. 26—29.

Стаття надійшла до редакції 31.03.2014.

Koval A., Didukh N. Economic and merchandising evaluation of area-specific in Ukraine sorts and hybrids of sweet corn.

Background. In 2013 55 varieties of this crop were included into the State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine [1]. Data listed in the Register is incomplete, so it is hard to discover the perfect characterization for commerce.

That is why the *aim* was to identify the best of the vast number of varieties and hybrids of sweet corn from sets of economic and merchandising indicators by mathematical methods of statistics.

Material and methods. The objects of research are the sorts and hybrids of sweet corn listed in the State register of plants suitable for distribution in Ukraine [1]. Merchandising and economic indicators were studied on the bases of the data presented in Catalogues of varieties of plants of State seed-trial stations. The calculation of competitiveness of sweet corn sugar was implemented on the basis of the methodology of V. Koltunov [5] for the economic and functional performance.

Results. 23 varieties and hybrids of sweet corn have been analyzed for complex commodity and economic indicators (*table 1*). The economic aspect of growing sweet corn in conveyor way that is not always advantageous due to lower productivity and marketability with each successive sowing was studied (*table 2*).

5-grade ranking scale of competitiveness of sweet corn was developed on the basis of optimal values of economic and merchandising indicators from *table 3* (*table 4*).

It has been identified that none of the given hybrids has achieved the maximum index (*table 5*).

Conclusion. Developed method enables to determine the complex of economic and merchandising features to define the best competitive varieties and hybrids of sweet corn.

The highest ratio of competitiveness received the following hybrids: *Kokani F1* (0.69) – the first place, *Legacy F1* (0.61) – the second place, *Perfect F1* (0.54) – the third place (*table 5*).

Key words: sweet corn, competitiveness, economic and merchandising indicators, complex characterization, rank scale, the overall index.

REFERENCES

1. *Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukraini u 2013 roci* (chynnyj stanom na 18.11.2013) ; Derzhavna veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrainy. — K. : TOV "Alefa", 2013. — 514 s.
2. *Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukraini u 2014 roci* (chynnyj stanom na 12.03.2014) ; Derzhavna veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrainy. — Rezhym dostupu : <http://vet.gov.ua/node/919>.
3. *Gavryljuk V. M. Komora vitaminiv / V. M. Gavryljuk, N. V. Zdol'nyk, V. O. Gopchak // Nasinnyctvo. — 2005. — № 2. — S. 18—22.*
4. *Lyhochvor V. V. Kukurudza / V. V. Lyhochvor, R. R. Proc'. — L. : NVF "Ukrai'ns'ki tehnologii", 2002. — 48 s.*
5. *Kukurudza cukrova – gibrydy, tehnologija vyroshhuvannja, nasinnyctvo : nauk.-metod. rekomendacii / Nac. akad. agrar. nauk Ukrainy ; In-t zernovogo gosp-va ; uklad. Ju. M. Pashhenko, V. Ju. Cherchel', M. Ja. Kyrpa [ta in] . — D. : In-t zernovogo gosp-va NAAN Ukrainy, 2010. — 24 s.*
6. *Koltunov V. A. Jakist' plodoovochevoi' produkcii' ta tehnologija i'i' zberigannja. Ch. 1 / V. A. Koltunov. — K. : Kyi'v. nac. torg.- ekon. un-t, 2004. — 568 s.*
7. *Biologichni osoblyvosti kukurudzy : elektronna encyklopedija sil'skogo gospodarstva. — Rezhym dostupu : <http://www.agroscience.com.ua/plant/biologichni-osoblyvosti-kukurudzy>.*
8. *Bolots'kyh O. S. Energoefektyvni elementy tehnologii' vyroshhuvannja kukurudzy cukrovoi' / O. S. Bolots'kyh, N. O. Diduh // Nastojashhyj hozjajn. — 2011. — № 9. — S. 26—29.*

УДК 613.26:635.8

**Галина СІМАХІНА,
Ірина ГОЙКО,
Наталія СТЕЦЕНКО**

ПЕРЕРОБКА ІСТІВНИХ ГРИБІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІЛОКВМІСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Узагальнено сучасні відомості про харчову та біологічну цінність їстівних грибів і наведено різні способи їх перероблення. Показано доцільність створення на основі культивованих грибів напівфабрикатів для подальшого використання їх у харчових продуктах із метою подолання білкового дефіциту в харчуванні населення.

Ключові слова: гриби, напівфабрикати, білковий дефіцит, сушіння, біологічна цінність.

Симахина Г., Гойко И., Стеценко Н. Переработка съедобных грибов для получения белоксодержащих полуфабрикатов. Обобщены современные данные о пищевой и биологической ценности съедобных грибов и приведены различные способы их переработки. Показана целесообразность создания на основе культивируемых грибов полуфабрикатов для последующего их использования в пищевых продуктах с целью преодоления белкового дефицита в питании населения.

Ключевые слова: грибы, полуфабрикаты, белковый дефицит, сушка, биологическая ценность.

Постановка проблеми. Сучасна біохімія та фізіологія мають незаперечні докази, що всі життєві процеси в організмі людини пов'язані з перетвореннями та біотрансформацією протоплазматичних і ядерних білків на рівні клітин і тканин. Наділені надзвичайною реактивністю білки здатні взаємодіяти з усіма без винятку речовинами, утворюючи комплексні сполуки, які складають основу клітин, тканин і рідин живого організму [1].

Недостатнє надходження білка або окремих амінокислот із їжею призводить до білкової недостатності, викликаючи серйозні порушення в організмі в результаті дисбалансу між синтезом і розпадом білка. У дорослої людини цей стан виявляється негативним азотистим балансом.

Із особливим статусом і біотрансформацією білків пов'язані явища імунітету та реактивності організму. У світлі сучасних поглядів утворення антитіл є лише видозміненим процесом нормального біосинтезу білків-глобулінів [2]. Саме тому стан імунітету значною мірою залежить від достатності білкової складової в харчуванні.

Сучасний ритм життя, несприятлива екологічна ситуація, постійні стреси, неякісне харчування призводять до зниження захисних сил

© Галина Сімахіна, Ірина Гойко, Наталія Стеценко, 2014

організму людини, пригнічення активності антиоксидантної системи, переважання процесів катаболізму білків над їх анаболізмом. Ось чому сьогодні все більшої актуальності набирає питання подолання дефіциту білка в раціонах харчування.

В організмі людини практично немає резерву білка. Єдине джерело його – білки їжі, тому вони є незамінними компонентами раціону. Процеси відновлення тканин в організмі потребують усіх без винятку 20 амінокислот. Найбільш повноцінні джерела білка: яйця, молочні продукти, м'ясо, риба. Білки їжі найповніше використовуються організмом при співвідношенні з жирами 1 : 1, а з вуглеводами – 1 : 4.

Дефіцит білка в світі оцінюється в 15 млн т, причому переважна частина дефіциту припадає на країни, що розвиваються, а також на деякі країни СНД, у т. ч. Україну. Саме тому пошуки нових джерел білка, зокрема нетрадиційних, є на сьогодні актуальними. Одним із рішень цієї проблеми є використання культивованих грибів, які містять понад 35 % білка (на суху речовину), всі незамінні амінокислоти, ненасичені жирні кислоти, вітаміни, макро- та мікроелементи [3].

Гриби цінуються як низькокалорійний продукт із малим вмістом жирів, натрію і практично відсутністю нітратів і нітритів, а також як сировина для виробництва лікувально-профілактичних фітопрепаратів із широким спектром дії.

Грибний білок має високий ступінь засвоювання в організмі людини: 100–200 г грибів достатньо для забезпечення добового білкового балансу в людини масою 70 кг. Гриби можна вирощувати протягом року в обладнаних приміщеннях і, незалежно від світлової зони, погодних і ґрунтових умов, збирати урожай з 1 га 11 тис. ц на рік. Для виробництва грибів успішно використовуються субстрати, отримані із вторинних продуктів і відходів сільського господарства. Субстрат після закінчення циклу вирощування є цінним органічним добривом [4].

За прогнозом вчених, у майбутньому 2/3 потреби людини в білках задовольнятиметься за рахунок промислового виробництва їстівних грибів. Уже зараз майже 80 країн світу в штучних умовах вирощують печерицю, гливу звичайну, шиїтаке, опеньок літній, зимовий гриб, кільцевик та інші гриби [5; 6]. Встановлено, що вживання грибів підвищує імунітет людини до різних інфекцій, а також до онкологічних захворювань [2].

Мета роботи – узагальнення і систематизація даних літератури та власних експериментальних досліджень із перероблення їстівних грибів на напівфабрикати для подальшого їх застосування в харчових раціонах для підвищення їх білкової складової.

Матеріали та методи. Матеріали для огляду – публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, патенти та результати власних експериментальних досліджень із розроблення ефективних способів перероблення культивованих грибів на порошкоподібні напівфабрикати.

Результати досліджень. Вирощування грибів – екологічно чисте й безвідходне виробництво. У Франції, Англії, Голландії, Німеччині, США створена ціла грибна індустрія [7]. Світовими лідерами з вирощування грибів є Китай – майже 37 % світового виробництва культивованих печериць, США – 25 %, Франція – 10 % [8]. У 2007 р. обсяг виробництва грибів у Польщі зріс на 10–20 % і досяг рекордної позначки в 220–250 тис. т. [9].

Основні переваги грибівництва:

- гриби належать до продовольчої групи і є сировиною для переробних підприємств плодоовочевої галузі протягом усього року, що дає змогу ліквідувати сезонність у постачанні грибної продукції як для населення, так і для переробних підприємств;
- висока врожайність – із одного гектара можна зібрати за рік до 800 т грибів, а це 2.4 т повноцінного білка – жодна інша культура не здатна забезпечити такий високий вихід продукції;
- можливість організації безперервного виробничого потоку зі щоденним збором продукції;
- використання для штучного культивування грибів, окрім спеціальних, інших приміщень, які не експлуатуються за прямим призначенням (склади, овочесховища, ферми, підвали, відпрацьовані вугільні виробки тощо);
- екологічно чиста й безвідходна технологія вирощування грибів із подальшим використанням субстрату як цінного добрива або кормової добавки до раціону сільськогосподарських тварин і птиці;
- для бажаючих розпочати цей бізнес в Україні наявний спектр послуг – від інформаційних (проектні розробки, реєстрація підприємств, пошук необхідного обладнання) до постачання якісного посадкового матеріалу (міцелію) як вітчизняних, так і провідних закордонних виробників [10].

Промислове виробництво культивованих грибів – одна із найбільш перспективних галузей сільського господарства України, де офіційно дозволено вирощувати два види грибів: печерицю двоспорову (*Agaricus bisporus*) та гливу звичайну (*Pleurotus ostreatus*). Протягом останніх п'яти років обсяг виробництва грибів у країні зріс від 5 до 30 тис. т, із яких 90 % становлять печериці.

Біокомпоненти грибів справляють на організм людини низку позитивних впливів: підвищення імунітету, гепатопротекторну, проти-пухлинну, антидіабетичну, кардіологічну дії, сприяють зниженню рівня "шкідливого" холестерину, покращують функціональний стан певних органів і систем організму (зокрема, нервової, статевої) [11].

При вживанні їстівних грибів людина отримує комплекс органічних сполук, серед яких ті, що мають фармакологічні властивості, і вони впливають на організм значно м'якше, ніж синтетичні засоби, краще переносяться і, як правило, не мають кумулятивної здатності [12].

Велику увагу науковців привертає клітинна оболонка грибів, в якій міститься до 60 % сухої маси хітину [13]. Хітин і хітозан справляють противірусну, антибактеріальну, протипухлинну дію, активізують діяльність макрофагів. Хітин також має здатність до сорбції важких металів, радіонуклідів тощо [14]. Зараз хітин і хітозан широко використовуються в різноманітних біотехнологічних процесах. У клітинній оболонці грибів містяться пігменти, зокрема меланіни, які характеризуються антиоксидантними, радіопротекторними, імуномодулюючими та гепатопротекторними властивостями [15]. Пептидоглюкани, гетерополісахариди та хітин входять до складу грибної клітковини, яка поліпшує роботу шлунка й кишечника, сорбує та виводить із організму іони важких металів, радіонукліди та інші канцерогени [11].

Серед біологічно активних речовин грибів особливу увагу привертають полісахариди. Вони характеризуються гепатопротекторною дією, здатністю підвищувати продукцію антитіл до гепатиту В [11]. *Ch. R. Meera* зі співавторами [16] виявили ефективність застосування полісахаридно-протеїнового комплексу при лікуванні ревматоїдних артритів. Олігосахариди грибів виявляють пребіотичні властивості, вибірково стимулюючи ріст та підвищуючи біологічну активність нормальної мікрофлори кишечника [17].

До складу грибів входить широкий спектр вітамінів: В₁, В₂, В₃, РР, В₅, В₆, В₁₃, С, D і провітаміни А та D.

Таким чином, гриби є цінним джерелом різноманітних за складом та структурою біологічно активних речовин, при цьому природа таких метаболітів різна: вони належать як до біополімерів, так і до низькомолекулярних сполук [18]. Глюкани як комплекси з білками також позитивно впливають на імунну систему, виявляючи протипухлинну, противірусну, антибактеріальну, протигрибкову та протиалергійну дію, здатні регулювати кров'яний тиск і вміст цукру в крові [19].

У печерицях міститься (на суху масу) 0.67–3.0 % жиру. Із загальної кількості ліпідів грибів нейтральний жир становить майже 50 %. Жир грибів завдяки високому вмісту вільних жирних кислот має високе кислотне число й нагадує рослинну олію. Із легких жирних кислот у печерицях переважають оцтова й масляна. Також входять стеаринова та олеїнова кислоти, з фосфоліпідів – лецитин. У дикорослих грибів і культивованих печериць ліпідна частина складається з олеїнової, пальмітинової, лінолевої, міристинової, ліноленої, стеаринової та деяких інших кислот, переважаючими з яких є ненасичені – лінолева і ліноленова; з насичених – пальмітинова, міристинова і стеаринова. Вільні жирні кислоти складають 17.5 % загальної кількості кислот [20; 21].

Якість білків гливи наближається до білків тваринного походження. Її міцелій містить понад 30 % білка, всі незамінні амінокислоти (крім триптофану), низку ненасичених жирних кислот, полісахариди, вітаміни В₁, В₂, В₅, В₆, В₇, С і провітамін D. Плодові тіла гливи містять значну кількість вітаміну РР. Мінеральний склад представлений іонами Кальцію, Міді, Феруму, Магнію, Мангану, Фосфору, Сіліціюму,

Калію, Цинку. Загалом, плодови тіла гливи містять, %: мінеральних речовин – 7.9, сирі клітковини – 12.0, білка – 15.7–30.0, вуглеводів – 54.4–81.8 [12].

Отже, використання культивованих грибів як білкових композицій при виробництві харчової продукції, в тому числі оздоровчого призначення, є досить перспективним і економічно доцільним.

Свіжі гриби як об'єкт зберігання потребують особливої уваги, оскільки вони є живим організмом, в якому продовжуються ферментативні та мікробіологічні процеси життєдіяльності після зняття із субстрату. Короткий термін зберігання грибів без зниження харчової цінності й органолептичних властивостей є одним із стримуючих чинників збільшення їх виробництва.

Після збору гриби слід відразу ж споживати або піддавати різним способам перероблення. Найдавніший із традиційних способів консервування продуктів – сушіння. Сушені гриби добре зберігаються тривалий час, не втрачають смаку й аромату, а за поживністю та засвоюваністю вони цінніші солоних і маринованих.

Гриби висушують переважно конвективним способом до вмісту вологи 12–14 %, що практично виключає можливість подальшого розвитку більшості мікроорганізмів. Формування споживних властивостей сушених грибів залежить від виду, розміру та стану плодових тіл грибів; способів і технології сушіння; пакування та зберігання. Із сушених грибів можна приготувати грибний порошок, який має істотні переваги: займає менше місця, засвоюваність білків сягає 88 % проти 70 %, набагато зручніший у використанні [12; 22].

Вибір способу й режиму сушіння залежить від стану сировини та параметрів повітря як сушильного агента. Останні повинні забезпечувати збереження пористої структури тканин грибів, що впливає на набухання сушених грибів у воді тощо.

Деякі автори рекомендують для сушіння пластинчатих грибів (глива звичайна, печериці, лисички та ін.) підтримувати температуру сушильного агента до 75 °С [23; 24]. Такий режим гарантує збереження клітинної структури грибів, однак не забезпечує достатнього зниження мікробіологічного забруднення та інактивацію ферментів.

При температурах, вищих за 75 °С, та особливо близьких до 100 °С, якість сушеного продукту залежатиме від мінімізації часу сушіння.

Авторами [25] запропоновано використовувати різні температурні режими на окремих етапах сушіння. У першому періоді, коли швидкість випаровування вологи й температура продукту залишаються постійними (переважно видаляється вільна волога), температура сушіння – 60 °С. Під час другого періоду температуру сушильного агента варіювали в діапазоні 80–100 °С для інтенсивного зниження мікробіологічного забруднення грибів. У цей період із продукту частково видаляється зв'язана волога й поступово зменшується швидкість сушіння за рахунок збільшення енергії зв'язку вологи з матеріалом.

Із сушених грибів отримано порошок із розмірами частинок до 250 мкм, який містив, %: вологи 9–10, білка 15.3–16.9, жиру 2.6–2.9, клітковини 15.6–17.1, мінерального залишку 6.1–6.7 (кальцію 0.3, фосфору 0.7). Використання такого грибного порошку в рецептурах м'ясних і м'ясо-рослинних консервів забезпечував їх високу технологічну стабільність і привабливість для споживача за своїми сенсорними характеристиками.

Розроблено також спосіб одержання сушених грибів при послідовному очищенні свіжої сировини від ґрунту та лісового сміття, сортуванні, висушуванні при температурі від 20 до 70 °С, подрібненні висушених грибів на устаткуванні з набором сит різного діаметру отворів (500 мкм, 0.5–20 мм і 20 мм) і одержанні відповідних фракцій сушених грибів, які фасують у ламін-пакети [26].

Окрім сушіння грибів, одним із розповсюджених способів зберігання продукції є ферментація. Цей спосіб енергетично ощадний та екологічно безпечний, оскільки заснований на природному бродінні за участю молочнокислих бактерій. Молочна кислота сприятливо впливає на стан травної системи та привносить в організм корисні бактерії, такі як *Lactobacillus acidophilus* [27].

Науковцями Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова О. В. Басюл зі співавторами [28] запропоновано технологію, яка забезпечує мікробіологічну безпеку, стабільність, покращання органолептичних властивостей, підвищення біологічної цінності, скорочення процесу ферментації та подовження терміну придатності гливи звичайної більше, ніж на 3 міс.

Відомо, що перероблення та споживання грибів ускладнюється тим, що білки перебувають у зв'язаній формі з хітином, глюканами та мінеральними солями, які перешкоджають їх гідролізу соляною кислотою та травним соком до окремих амінокислот, в результаті чого вони недостатньо засвоюються організмом людини. У зв'язку з цим актуальним є пошук технологічних прийомів попереднього оброблення грибів, які б дали змогу зруйнувати білокполісахаридний комплекс і перевести компоненти білків у легкозасвоювану форму.

У роботі Р. Ю. Павлюк і Т. С. Маціпури як інновацію використано дрібнодисперсне низькотемпературне подрібнення відварених грибів печериць, при якій відбувається дезагрегація та деструкція важкорозчинних білок-хітин-мінеральних комплексів, механічний гідроліз білків, в результаті якого половина вмісту білка трансформується у вільні легкозасвоювані амінокислоти. Спектральний аналіз показав, що в процесі механоактивації та механодеструкції спостерігаються значні зміни валентних коливань ОН-груп, які перебувають у вільному стані й беруть участь у створенні внутрішніх і міжмолекулярних водневих зв'язків. У криподрібнених грибах їх кількість зменшується, що свідчить про руйнування водневих зв'язків як внутрішньомолекулярних, так і міжмолекулярних (в комплексах біополімери – БАР і в самих біополімерах).

У результаті частина БАР із зв'язаного стану переходить у вільну форму [29].

Окрім зазначених способів перероблення, гриби використовують в замороженому та консервованому вигляді. Останнім часом їх вводять до рецептур харчових продуктів як смако-ароматичні добавки. Марикування грибів засноване на консервувальній дії оцтової кислоти, яка в поєднанні з іншими компонентами заливки забезпечує своєрідний смак і запах кінцевому продукту. Значення теплового оброблення полягає у знищенні мікроорганізмів, які містяться на поверхні сировини. Однак під час варіння грибів відбувається розм'якшення їхніх тканин.

Ще одним із перспективних способів перероблення грибів є заморожування, яке дає змогу максимально зберегти їх споживні властивості, суттєво знизити втрати та задовольнити попит населення на продукти, найбільш готові до споживання.

Дослідження пробних партій культивованих грибів показало, що звичайний спосіб заморожування не забезпечує високої якості готового продукту [30; 31]. Після розморожування значно погіршується зовнішній вигляд грибів внаслідок високої активності оксидоредуктаз. Гриби темнішають, мають невиражений запах, досить слабку консистенцію, спостерігається надмірне вологовиділення із втратою цінних поживних і біологічно активних речовин. Це зумовлено глибокими структурно-колоїдними та біохімічними змінами в тканинах грибів під дією низьких температур. Саме тому актуальною є проблема стабілізації споживних властивостей заморожених напівфабрикатів із культивованих грибів обробленим їх полісахаридами природного походження.

Запропоновано спосіб заморожування культивованих грибів при температурі мінус 35 °С [32], в якому перед заморожуванням гриби обробляють 0.4 %-ним розчином молочної кислоти протягом 20–30 с. Доведено раціональне поєднання тривалості оброблення та концентрації молочної кислоти. Подальше збільшення концентрації молочної кислоти практично не впливає на подовження терміну зберігання.

На сьогодні популярною формою використання культивованих грибів є створення на їх основі напівфабрикатів або дієтичних добавок для подальшого використання в харчових продуктах, зокрема функціонального призначення.

Одним із перспективних напрямів є розроблення технології напівфабрикату високого ступеню готовності на основі культивованих грибів печериці та гливи, яка ґрунтується на зниженні вмісту вологи до 75 % і максимальному збереженні поживних речовин, що уможливило отримати напівфабрикат високої харчової цінності, з подовженим терміном зберігання та широким спектром використання. Це досягається шляхом застосування комбінованого способу термічного кулінарного оброблення, за якого відбувається розм'якшення клітинних стінок

грибів при мінімальній втраті сухих речовин і органолептичних властивостей.

Для реалізації цієї технології використовується обладнання, яке поєднує дію інфрачервоного нагрівання та інтенсивної конвекції. Інфрачервоне випромінювання інтенсивно нагріває продукт. Вентилятор спрямовує гарячий потік у циліндричній камері згори донизу та назад, створюючи рівномірне теплове поле. Рівномірність теплового потоку променистої енергії на поверхні продукту досягається на рішенні оберненої задачі з визначення форми рефлектора на основі двовимірного підходу. Герметична кришка дає можливість зберігати смак і аромат продукту. Отримані результати показують доцільність використання такого термічного комбінованого способу перероблення культивованих грибів на напівфабрикати високої готовності [33].

Цікавим є спосіб одержання напівфабрикату з гливи звичайної, при якому гриби варять у воді у співвідношенні 1 : 1.5 протягом 18–20 хв, проціджують, фасують, упаковують у гарячому вигляді в термостійкі оболонки та заморожують до температури мінус 35 °С. Якісний амінокислотний склад не змінюється у грибах після теплового оброблення, але загальна кількість зменшується на 7.0 % (під час смаження – на 8.2 %). Також встановлено, що під час варіння грибів гинуть мікроорганізми, а заморожування при температурі мінус 35 °С подовжує термін їх зберігання більш ніж на 4 міс. [34].

На Київській дослідній станції ПО ННЦ "ІМЕСГ" розроблено технологію соління культивованих грибів печериці двоспорової та гливи звичайної з овочами (морква та перець солодкий). Таке поєднання уможливує отримання продуктів із високою біологічною цінністю, оскільки гриби містять багато білка, морква – β -каротину, перець солодкий – вітаміну С. Продукт має приємний зовнішній вигляд і високі смакові властивості [25].

Заміна 3 %-ної маси дріжджів порошком гливи як біологічно активної добавки при виробництві хлібобулочних виробів покращувало показники хліба за рахунок інтенсифікації дріжджової активності, а саме – зростала піднімаюча сила та зменшувався час бродіння [35].

При одержанні напівфабрикату з грибів іншим способом [36] підготовлені гриби припускають із використанням консерванта за співвідношенням гриби : вода 1 : 0.2–0.25 протягом 20–25 хв до повного випарювання вологи та смаження на твердій олії або жирі протягом 20–25 хв. Фасування та упаковання проводять у гарячому вигляді в термостійкі оболонки, що забезпечує повне покриття грибів жиром. Недоліки цього способу – вузька сфера застосування, наявність консерванта, тривалість процесу.

Цікаве рішення приготування напівфабрикату на основі грибів і пряно-ароматичних овочів запропоновано О. І. Черевко зі співавторами. Воно передбачає перемішування підготовлених компонентів

рецептури, оброблення в НВЧ-полі, введення подрібнених зелених листків петрушки, пастернаку, селери й кропу в розчині NaCl із наступним перетиранням у пасту. Для виробництва такого напівфабрикату можна використовувати нестандартні гриби (білий, опеньки, маслянки). Їх підморожують до температури мінус 18–27 °С протягом 1.5–2.0 год та подрібнюють до розмірів частинок 4–5 мм. Далі готують суміш із подрібненими стеблами зелені й обробляють у НВЧ-полі при розрідженні 50–60 кПа за температури 50 °С до залишкової вологості 60–65 % [37].

Науковці В. О. Котляренко, В. А. Терлецька та А. П. Шиманський запропонували використовувати їстівні гриби у виробництві чіпсів. Сировину очищають, бланшують у сольовому розчині, промашують олією, обсмажують в апараті, який складається з двох нагрітих до температури 150 °С пластин, між якими розміщують гриби, де вони стискаються та набирають форму чіпсів. Процес триває до вмісту залишкової вологи в готовому продукті 10–14 %. Наприкінці до чіпсів додають 1–4 % смакових і ароматичних добавок до маси продукту [38].

Колективом авторів Л. М. Солодко, О. А. Штанько і Г. О. Сімахіною одержано три патенти на спосіб отримання функціонального продукту з їстівних грибів [39–41], які включають послідовне очищення, бланшування, обсмажування, додавання смакових і ароматичних добавок. Гриби після бланшування подрібнюють на пластини товщиною 2–6 мм, обсмажують до вмісту вологи 20–40 % із використанням 1–3 % рослинної олії до маси сировини для змащення поверхонь пластин обсмажувального апарату, досушують за допомогою інфрачервоних хвиль довжиною 1.5–6.5 мкм при потужності нагрівачів 75 кВт до кінцевої вологості 5–10 %, після чого продукт охолоджують до 20–25 °С та упаковують у герметичну тару. Модифікація цього способу [40] полягає в тому, що після досягнення залишкової вологи 20–40 % гриби досушують хвилями надвисокої частоти потужністю 150–1000 Вт до кінцевої вологості 5–10 %. Ефективним також є досушування грибів до кінцевої вологості 5–10 % вакуум-сублімаційним сушінням при безупинному зменшенні тиску в камері [41].

Авторами цієї статті запропоновано спосіб отримання сухого грибного напівфабрикату з максимальним вмістом БАР. Сушіння вегетативних частин грибів – ніжок і шапок – проводили роздільно, використовуючи конвективний спосіб при невисоких температурах сушильного агента 35 і 45 °С, швидкість руху теплоносія – 4.5 м/с. Процес сушіння завершували при досягненні продуктом рівноважної вологості 8–10 %, що практично виключає можливість розвитку більшості мікроорганізмів. Такий температурний режим дає змогу максимально зберегти поживні речовини, напівфабрикат зберігає об'єм, легко відновлюється при використанні в харчових середовищах при виробництві різних харчових продуктів і кулінарних виробів. Наприклад,

розроблено пастоподібний плавлений сир і спред підвищеної харчової та біологічної цінності за рахунок введення порошкоподібного грибного наповнювача, який забезпечує готові продукти цінними біокомпонентами грибною сировини, надає їм вишуканий смак і високі органолептичні властивості [42; 43].

Висновки. На істотне зростання продуктивності й валового виробництва білоквісних продуктів тваринного походження наразі немає підстав. Саме тому зрозуміла увага науковців і практиків до проблеми пошуку нових джерел білка, виділення легкозасвоюваних високобілкових інгредієнтів із рослинної сировини традиційних і нетрадиційних для харчової промисловості видів.

Аналіз літературних джерел свідчить, що їстівні гриби відповідають усім вимогам продукції XXI ст. – наявності широкого спектру біологічно активних речовин, передусім білка та амінокислот, безпеці та якості.

Розроблення нових способів отримання з грибів високоякісних із необхідними функціонально-технологічними властивостями напівфабрикатів і збагачувачів різних харчових основ є актуальною проблемою як загалом для харчової промисловості України, так і для подолання білкового дефіциту в раціонах харчування населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Гігієна харчування з основами нутриціології* : підручник : у 2 кн. — Кн. 1 / Т. І. Аністратенко, Т. М. Білко, О. В. Благодарова та ін. ; за ред. проф. В. І. Ципріяна. — К. : Медицина, 2007. — С. 94—131.
2. *Ситнік І. О.* Мікробіологія, вірусологія, імунологія : підручник / І. О. Ситнік, С. І. Климнюк, М. С. Творко. — Тернопіль : ТДМУ, 2009. — 392 с.
3. *Дятлов В. В.* Качество и безвредность шампиньонов при хранении / В. В. Дятлов, Н. А. Попова, И. И. Медведкова // Товарознавчий вісн. — 2011. — № 3. — С. 95—103.
4. *Соломко Э. Ф.* Пищевая ценность и лечебно-профилактические свойства культивируемых видов съедобных грибов / Э. Ф. Соломко : тез. докл. IV совещ. ["Пром. культивирование съедобных грибов"]. — Донецк : ДонДУЭТ, 1993. — С. 8—9.
5. *25 років дослідження проблеми культивування їстівних грибів в Україні* / [К. М. Ситнік, І. О. Дудка, Н. А. Бісько, В. Т. Білай, Н. Ю. Митропольська] : матеріали 2-й междунар. конф. ["Методологические основы познания биологических особенностей грибов продуцентов, физиологически активных соединений и пищевых продуктов"]. — Донецк : ООО "Норд Компьютер", 2002. — С. 5—9.
6. *Азарова В. А.* Экологические аспекты интенсивного культивирования грибов рода *Pleurotus* в Приамурье : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 : защищена 29.04.2010 / Азарова Василина Александровна. — Хабаровск, 2010. — 180 с.

7. Цапалова И. Э. Экспертиза грибов / И. Э. Цапалова, В. И. Бакайтис, Н. П. Кутафьева. — Новосибирск : Изд-во Новосиб. ун-та : Сиб. унив. изд-во, 2002. — 256 с.
8. Болотских С. Культивируемые шампиньоны – экологически безопасный продукт / С. Болотских, В. Вольфовский. — Х. : ХГАУ, 2007. — 36 с.
9. Нестеренко Н. Виробництво і споживання культивованих грибів в Україні / Н. Нестеренко // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — № 2 (12). — 2011. — С. 61—68.
10. Дубініна А. Розвиток грибівництва в Україні / А. Дубініна, О. Тимофеева // Харчова і переробна пром-сть. — 2009. — № 7—8 (359—360). — С. 8—9.
11. Wasser S. P. Medicinal properties of substances occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: current perspectives (Review) / S. P. Wasser, A. L. Weis // International Journal of Medicinal Mushrooms. — 1999. — Vol. 1. — P. 31—62.
12. Яценко О. В. Харчова та біологічна роль їстівних та лікарських грибів в харчуванні населення / О. В. Яценко // Гігієна населених місць. — № 59. — 2012. — С. 234—240.
13. Dietary Supplements from Medicinal Mushrooms: Diversity of Types and Variety of Regulations / [S. P. Wasser, E. Nevo, D. Sokolov et al.] // International Journal of Medicinal Mushrooms. — 2000. — Vol. 2. — P. 1—19.
14. Сорбция ионов меди биомассой, клеточными стенками и хитин-глюкановым комплексом гриба *Trametes hirsute*, выращенного на среде с лактозой / [Н. М. Ровбель, И. А. Гончарова, В. А. Воскобоева и др.] : материалы Междунар. конф. ["Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии"]. — Минск, 2004. — С. 325—326.
15. Связывание ионов тяжелых металлов меланином грибов *Phellinus robustus* и *Inonotus obliquus* / [Н. В. Иконникова, И. А. Гончарова, Т. В. Соколова и др.] : материалы Междунар. конф. ["Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии"]. — Минск, 2004. — С. 288—289.
16. Meera Ch. R. Antiarthritic activity of a polysaccharide-protein complex isolated from *Phellinus rimosus* (Berk.) Pilat (*Aphyllorphoromycetidae*) in Freund's complete adjuvant Induced arthritic rats / [Ch. R. Meera, Th. P. Smina, V. Nitha et al.] // International Journal of Medicinal Mushrooms. — 2009. — Vol. 11 (1). — P. 21—28.
17. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity / [A. Synytsya, K. Mickova, A. Synytsya et al.] // Carbohydrate Polymers. — 2009. — Vol. 76, Iss. 4. — P. 548—555.
18. Хренов А. В. Украинское грибоводство в центре внимания / А. В. Хренов // Школа грибоводства. — 2007. — № 4 (46). — С. 29—30.
19. Краснопольская Л. М. Биологически активные полисахариды базидиальных грибов / Л. М. Краснопольская, А. В. Автономова, И. В. Белицкий // Школа грибоводства. — 2007. — № 6 (42). — С. 50—52.
20. Fatty acid composition of wild edible mushrooms species: A comparative study / [B. Ribeiro, P. Guedes de Pinhoa et al.] // Microchemical Journal. — 2009. — Vol. 93, Iss. 1. — P. 29—35.

21. *Попова Н. А.* Изменение содержания триглицеридов в свежих культивируемых шампиньонах разных штаммов в процессе хранения / Н. А. Попова, И. И. Медведкова // Товарознавчий вісн. — Вип. 5. — 2012. — С. 320—325.
22. *Соломко Э. Ф.* Грибная пищевая добавка, повышающая противолучевую резистентность организма / Э. Ф. Соломко, В. А. Зинченко // Успехи медицинской микологии : материалы II-го Всерос. Конгресса по мед. микологии. — Т. III. — М., 2004. — С. 251—252.
23. *Морозов А. И.* Выращивание шампиньонов / А. И. Морозов. — Донецк : Сталкер, 2001. — 48 с.
24. *Экспертиза грибов : учебно-справочное пособие* / [И. Э. Цапалова, В. И. Бакайтис, Н. П. Кутафьева, В. М. Позняковский]. — Новосибирск : Изд-во Новосиб. ун-та : Сиб. унив. изд-во, 2002. — 256 с.
25. *Пасічний В. М.* Перспективи використання грибів у виробництві м'ясних та м'ясо-рослинних консервів / В. М. Пасічний, О. Б. Жабіна, Ю. А. Ястреба // М'ясний бізнес. — 2009. — № 11 (84). — С. 32—33.
26. UA Декл. пат. 31349 МПК A23L 3/40. Спосіб одержання сушених грибів / Тацький О. Ф. ; замовник та патентовласник Тацький О. Ф. — № 200709803 ; заявл. 31.08.2007 ; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 7.
27. *Тринчук О. О.* Накопичення молочної кислоти в процесі ферментації за виробництва нових видів продукції з гливи звичайної / О. О. Тринчук, С. М. Гунько // Міжвід. тематичний наук. зб. "Землеробство". — 2011. — Вип. 83. — С. 121—127.
28. UA Декл. пат. 75378 МПК⁷ A23B 7/00. Технологія виробництва ферментованих грибів глива звичайна / Басюл О. В., Ямборко Г. В., Багаєв О. К., Іваниця В. О. ; замовник та патентовласник : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. — № 2012 06816 ; заявл. 05.06.2012 ; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
29. *Павлюк Р. Ю.* Вивчення ІЧ-спектрів під час низькотемпературного подрібнення грибів шампінйонів / Р. Ю. Павлюк, Т. С. Маціпура : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. ["Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг"], (Харків, 18 жовт. 2012 р.). — Х. : ХДУХТ. — С. 150—152.
30. *Замораживание* продуктов. — Режим доступа : <http://www.icesom.kiev.ua/index.php>.
31. *Шампиньоны.* — Режим доступа : <http://www.morozim.ru/fieldmushroom.html>.
32. UA Декл. пат. 48640 МПК A23B 7/04. Спосіб заморожування культивованих грибів / Семенюк Д. П., Петренко О. В., Куценко В. А. ; замовник та патентовласник Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — № u200910606 ; заявл. 19.10.2009 ; опуб. 25.03.2010, Бюл. № 6.
33. *Канцеляренко А. М.* Актуальність переробки культивованих грибів у готову харчову продукцію / А. М. Канцеляренко, К. В. Зубченко, Л. М. Крайнюк : тези доповідей Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів ["Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі"]. — Х. : ХДУХТ. — 2012. — С. 12.
34. UA Декл. пат. 37198 МПК A23L 1/28, A23L 3/36. Спосіб одержання замороженого напівфабрикату з грибів глива звичайна / Одарченко Д. М.,

- Одарченко А. М., Піддубний В. В., Чуйко А. М. ; замовник та патенто-власник Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — № 200805361 ; заявл. 24.04.2008 ; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.
35. *Кравченко О. А.* Возможность применения муки из грибов вешенка в качестве биологически активной добавки при производстве хлебобулочных изделий / О. А. Кравченко, Э. Е. Хачатурян, Ю. Ф. Росляков // Известия ВУЗов. Пищевая технология. — 2009. — № 4. — С. 50—51.
 36. UA Декл. пат. 50575, МПК А23L1/28. Спосіб одержання напівфабрикату з грибів / Крайнюк Л. М., Пивоваров П. П., М'ячикова Н. І. — № 2002021214 ; заявл. 14.02.2002 ; опубл. 15.10.2002, Бюл. № 10.
 37. UA Декл. пат. 25122 (13) МПК А23L 1/01. Спосіб приготування напівфабрикату на основі грибів і пряно-ароматичних овочів / Черевко О. І., Єфремов Ю. І., Михайлов В. М., Михайлова С. В., Одарченко А. М., Одарченко Д. М. ; замовник та патенто-власник Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — № u200703216 ; заявл. 26.03.2007 ; опубл. 25.07.2007, Бюл. № 11.
 38. UA Декл. пат. 31085 МПК А23L 1/214, А23L 1/28. Спосіб виробництва чипсів / Котлярєнко В. О., Терлецька В. А., Шиманський А. П. ; замовник та патенто-власник ТОВ "ТЕХНОФОРА". — № u200713152 ; заявл. 27.11.2007 ; опубл. 25.03.2008, Бюл. № 6.
 39. UA Декл. пат. 83002 МПК А23L 1/214, А23L 1/28. Спосіб отримання функціонального продукту з їстівних грибів / Солодко Л. М., Штанько О. А., Сімахіна Г. О. ; замовник та патенто-власник Нац. ун-т харчових технологій. — № u 2013 01768 ; заявл. 13.02.2013 ; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 16.
 40. UA Декл. пат. 83001 МПК А23L 1/214, А23L 1/28. Спосіб отримання функціонального продукту з їстівних грибів / Солодко Л. М., Штанько О. А., Сімахіна Г. О. ; замовник та патенто-власник Нац. ун-т харчових технологій. — № u2013 01766 ; заявл. 13.02.2013 ; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 16.
 41. UA Декл. пат. 81799 МПК А23L 1/214, А23L 1/28. Спосіб отримання функціонального продукту з їстівних грибів / Солодко Л. М., Штанько О. А., Сімахіна Г. О. ; замовник та патенто-власник Нац. ун-т харчових технологій. — № u2013 01187 ; заявл. 31.01.2013 ; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 3.
 42. UA Декл. пат № 89007. МПК А23С19/08. Спосіб виробництва пасто-подібного плавленого сиру / Сімахіна Г. О., Гойко І. Ю., Гойко Н. О. — № 201312351. ; заявл. 21.10.2013 ; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 7.
 43. UA Декл. пат № 90654. МПК А23С15/12.А23D7/00. Спосіб виробництва спреда з наповнювачем / Сімахіна Г. О., Гойко І. Ю., Гойко Н. О. — № 201313516 ; заявл. 20.11.2013 ; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11.

Стаття надійшла до редакції 03.11.2014.

Simakhina G., Goyko I., Stetsenko N. Processing edible mushrooms in order to get semi finished products containing protein.

Background. Currently the problem of protein deficit remains unsolved; moreover, we can observe the tendency of its deepening. This is why Ukrainian and foreign scientists are now paying big attention to the searches of new sources of proteins and amino acids among the plants.

State of the immune system largely depends on the adequacy of protein in the diet. Deficiency of protein in the world is estimated at 15 million tons. The search for its

new sources, including non-traditional, is relevant. One solution to this problem is the use of cultivated mushrooms that contain more than 35 % protein (dry matter), all essential amino acids, unsaturated fatty acids, vitamins, macro and micronutrients.

Material and Methods. Publication of domestic and foreign authors, patents and results of their experimental research on developing effective ways of processing cultivated mushrooms in powder semi finished products are materials for the study.

Results. The diversity of presented results obtained in researches over the given trend evidences their relevance, expedience and great prospects of creating the new technologies of production of proteinaceous semi finished products from cultivated mushrooms.

Conclusion. The efficiency of such technologies would be estimated in obtaining the high-quality mushroom products with increased content of biologically active substances, the significant enzyme activity, and the absolute safety for consumers.

Keywords: mushrooms, semi finished products, protein deficit, drying, biological value.

REFERENCES

1. *Gigijena harchuvannja z osnovamy nutryciologii'* : pidruchnyk : u 2 kn. — Kn. 1 / T. I. Anistratenko, T. M. Bilko, O. V. Blagodarova ta in. ; za red. prof. V. I. Cyprijana. — K. : Medycyna, 2007. — S. 94—131.
2. *Sytnik I. O.* Mikrobiologija, virusologija, imunologija : pidruchnyk / I. O. Sytnik, S. I. Klymnjuk, M. S. Tvorko. — Ternopil' : TDMU, 2009. — 392 s.
3. *Djatlov V. V.* Kachestvo y bezvrednost' shampyn'onov pry hranenny / V. V. Djatlov, N. A. Popova, Y. Y. Medvedkova // *Tovaroznachyj visn.* — 2011. — № 3. — S. 95—103.
4. *Solomko Je. F.* Pishhevaja cennost' i lechebno-profilakticheskie svojstva kul'tiviruemyh vidov sedobnyh gribov / Je. F. Solomko : tez. dokl. IV soveshh. ["Prom. kul'tivirovanie sedobnyh gribov"]. — Doneck : DonDUJeT, 1993. — S. 8—9.
5. *25 rokiv doslidzhennja problemy kul'tyvuvannja i'stivnyh grybiv v Ukraini* / [K. M. Sytnik, I. O. Dudka, N. A. Bis'ko, V. T. Bilaj, N. Ju. Mytropol'ska] : materiyaly 2-j mezhdunar. konf. ["Metodologicheskye osnovy poznannya byologicheskych osobennostej grybov producentov, fyziologicheskyy aktyvnyh soedynenyj y pyshhevnyh produktov"]. — Doneck : OOO "Nord Komp'juter", 2002. — S. 5—9.
6. *Azarova V. A.* Jekologicheskie aspekty intensivnogo kul'tivirovanija gribov roda *Pleurotus* v Priamur'e : dis. ... kand. biol. nauk : 03.00.16 : zashhishhena 29.04.2010 / Azarova Vasilina Aleksandrovna. — Habarovsk, 2010. — 180 s.
7. *Capalova I. Je.* Jekspertiza gribov / I. Je. Capalova, V. I. Bakajtis, N. P. Kutaf'eva. — Novosibirsk : Izd-vo Novosib. un-ta : Sib. univ. izd-vo, 2002. — 256 s.
8. *Bolotskih S.* Kul'tiviruemye shampin'onny — jekologicheski bezopasnyj produkt / S. Bolotskih, V. Vol'fovskij. — H. : HGAU, 2007. — 36 s.
9. *Nesterenko N.* Vyrobnictvo i spozhyvannja kul'tyvovanyh grybiv v Ukraini / N. Nesterenko // *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky"*. — № 2 (12). — 2011. — S. 61—68.
10. *Dubinina A.* Rozvytok grybivnyctva v Ukraini / A. Dubinina, O. Tymofjejeva // *Harchova i pererobna prom-st'*. — 2009. — № 7—8 (359—360). — S. 8—9.
11. *Wasser S. P.* Medicinal properties of substances occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: current perspectives (Review) / S. P. Wasser, A. L. Weis // *International Journal of Medicinal Mushrooms.* — 1999. — Vol. 1. — P. 31—62.
12. *Jashhenko O. V.* Harchova ta biologichna rol' i'stivnyh ta likars'kyh grybiv v harchuvanni naselennja / O. V. Jashhenko // *Gigijena naselenykh misc'*. — № 59. — 2012. — S. 234—240.
13. *Dietary Supplements from Medicinal Mushrooms: Diversity of Types and Variety of Regulations* / [S. P. Wasser, E. Nevo, D. Sokolov et al.] // *International Journal of Medicinal Mushrooms.* — 2000. — Vol. 2. — P. 1—19.

14. *Sorbciya* ionov medi biomassoj, kletocnymi stenkami i hitin-gljukanovym kompleksom griba *Trametes hirsute*, vyrashhennogo na srede s laktozoi / [N. M. Rovbel', I. A. Goncharova, V. A. Voskoboeva i dr.] : materialy Mezhdunar. konf. ["Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija mikrobiologii i biotehnologii]. — Minsk, 2004. — S. 325—326.
15. *Svjazyvanie* ionov tjazhelyh metallov melaninom gribov *Phellinus robustus* i *Inonotus obliquus* / [N. V. Ikonnikova, I. A. Goncharova, T. V. Sokolova i dr.] : materialy Mezhdunar. konf. ["Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija mikrobiologii i biotehnologii"]. — Minsk, 2004. — S. 288—289.
16. *Meera Ch. R.* Antiarthritic activity of a polysaccharide-protein complex isolated from *Phellinus rimosus* (Berk.) Pilat (Aphyllphoromycetidae) in Freund's complete adjuvant Induced arthritic rats / [Ch. R. Meera, Th. P. Smina, B. Nitha et al.] // International Journal of Medicinal Mushrooms. — 2009. — Vol. 11 (1). — P. 21—28.
17. *Glucans* from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity / [A. Synytsya, K. Mickova, A. Synytsya et al.] // Carbohydrate Polymers. — 2009. — Vol. 76, Iss. 4. — P. 548—555.
18. *Hrenov A. V.* Ukrainskoe gribovodstvo v centre vnimanija / A. V. Hrenov // Shkola gribovodstva. — 2007. — № 4 (46). — S. 29—30.
19. *Krasnopol'skaja L. M.* Biologicheski aktivnye polisaharidy bazidial'nyh gribov / L. M. Krasnopol'skaja, A. V. Avtonomova, I. V. Belickij // Shkola gribovodstva. — 2007. — № 6 (42). — S. 50—52.
20. *Fatty acid composition of wild edible mushrooms species: A comparative study* / [B. Ribeiro, P. Guedes de Pinhoa et al.] // Microchemical Journal. — 2009. — Vol. 93, Iss. 1. — P. 29—35.
21. *Popova N. A.* Izmenenie soderzhanija trigliceridov v svezhih kul'tiviruemyh shampin'onah raznyh shtammov v processe hranenija / N. A. Popova, I. I. Medvedkova // Tovaroznavchij visn. — Vip. 5. — 2012. — S. 320—325.
22. *Solomko Je. F.* Gribnaja pishhevaja dobavka, povyshajushhaja protivoluchevuju rezistentnost' organizma / Je. F. Solomko, V. A. Zinchenko // Uspehi medicinskoj mikologii : materialy II-go Vseros. Kongressa po med. mikologii. — T. III. — M., 2004. — S. 251—252.
23. *Morozov A. I.* Vyrashhivanie shampin'onov / A. I. Morozov. — Doneck : Stalker, 2001. — 48 s.
24. *Jekspertiza gribov* : uchebno-spravocnoe posobie / [I. Je. Capalova, V. I. Bakajtis, N. P. Kutaf'eva, V. M. Poznjakovskij]. — Novosibirsk : Izd-vo Novosib. un-ta : Sib. univ. izd-vo, 2002. — 256 s.
25. *Pasichnyj V. M.* Perspektivy vykorystannja grybiv u vyrobnyctvi m'jasnyh ta m'jasoroslynyh konserviv / V. M. Pasichnyj, O. B. Zhabina, Ju. A. Jastreba // M'jasnyj biznes. — 2009. — № 11 (84). — S. 32—33.
26. UA Dekl. pat. 31349 MPK A23L 3/40. Sposib oderzhannja sushenyh grybiv / Tac'kyj O. F. ; zamovnyk ta patentovlasnyk Tac'kyj O. F. — № 200709803 ; zajavl. 31.08.2007 ; opubl. 10.04.2008, Bjul. № 7.
27. *Trynchuk O. O.* Nakopychennja molochnoi' kysloty v procesi fermentacii' za vyrobnyctva novyh vydiv produkcii' z glyvy zvyčajnoi' / O. O. Trynchuk, S. M. Gun'ko // Mizhvid. tematychnyj nauk. zb. "Zemlerobstvo". — 2011. — Vyp. 83. — S. 121—127.
28. UA Dekl. pat. 75378 MPK7 A23B 7/00. Tehnologija vyrobnyctva fermentovanyh grybiv glyva zvyčajna / Basjul O. V., Jamborko G. V., Bagajev O. K., Ivanycja V. O. ; zamovnyk ta patentovlasnyk : Odes. nac. un-t im. I. I. Mechnykova. — № 2012 06816 ; zajavl. 05.06.2012 ; opubl. 26.11.2012, Bjul. № 22.
29. *Pavljuk R. Ju.* Vyvchennja ICh-spektriv pid chas nyz'kotemperaturnogo podribnennja grybiv shampin'oniv / R. Ju. Pavljuk, T. S. Macipura : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. ["Progresyvna tehnika ta tehnologii' harchovyh vyrobnyctv, restorannogo ta gotel'nogo gospodarstva i torgivli. Ekonomichna strategija i perspektivy rozvytku sfery torgivli ta poslug"], (Harkiv, 18 zhovt. 2012 r.). — H. : HDUHT. — S. 150—152.

30. Zamorazhivanie produktov. — Rezhym dostupa : <http://www.icecom.kiev.ua/index.php>.
31. Shampin'ony. — Rezhym dostupa : <http://www.morozim.ru/fieldmushroom.html>.
32. UA Dekl. pat. 48640 MPK A23B 7/04. Sposib zamorozhuvannja kul'tyvovanyh grybiv / Semenjuk D. P., Petrenko O. V., Kucenko V. A. ; zamovnyk ta patentovlasnyk Hark. derzh. un-t harchuvannja ta torgivli. — № u200910606 ; zajavl. 19.10.2009 ; opub. 25.03.2010, Bjul. № 6.
33. *Kanceljarenko A. M.* Aktual'nist' pererobky kul'tyvovanyh grybiv u gotovu harchovu produkciju / A. M. Kanceljarenko, K. V. Zubchenko, L. M. Krajnjuk : tezy dopovidej Vseukr. nauk.-prakt. konf. molodyh uchenyh i studentiv ["Aktual'ni problemy rozvytku harchovyh vyrobnyctv, restorannogo ta gotel'nogo gospodarstv i torgivli"]. — H. : HDUHT. — 2012. — S. 12.
34. UA Dekl. pat. 37198 MPK A23L 1/28, A23L 3/36. Sposib oderzhannja zamorozhenogo napivfabrykatu z grybiv glyva zvyčajna / Odarchenko D. M., Odarchenko A. M., Piddubnyj V. V., Chujko A. M. ; zamovnyk ta patentovlasnyk Hark. derzh. un-t harchuvannja ta torgivli. — № 200805361 ; zajavl. 24.04.2008 ; opubl. 25.11.2008, Bjul. № 22.
35. *Kravchenko O. A.* Vozmozhnost' primenenija muki iz gribov veshenka v kachestve biologicheski aktivnoj dobavki pri proizvodstve hlebobulochnyh izdelij / O. A. Kravchenko, Je. E. Hachaturjan, Ju. F. Rosljakov // Izvestija VUZov. Pishhevaia tehnologija. — 2009. — № 4. — S. 50—51.
36. UA Dekl. pat. 50575, MPK A23L1/28. Sposib oderzhannja napivfabrykatu z grybiv / Krajnjuk L. M., Pyvovarov P. P., M'jachykova N. I. — № 2002021214 ; zajavl. 14.02.2002 ; opubl. 15.10.2002, Bjul. № 10.
37. UA Dekl. pat. 25122 (13) MPK A23L 1/01. Sposib prygotuvannja napivfabrykatu na osnovi grybiv i prjano-aromatychnyh ovochiv / Cherevko O. I., Jefremov Ju. I., Myhajlov V. M., Myhajlova S. V., Odarchenko A. M., Odarchenko D. M. ; zamovnyk ta patentovlasnyk Hark. derzh. un-t harchuvannja ta torgivli. — № u200703216 ; zajavl. 26.03.2007 ; opubl. 25.07.2007, Bjul. № 11.
38. UA Dekl. pat. 31085 MPK A23L 1/214, A23L 1/28. Sposib vyrobnyctva chypsiv / Kotljarenko V. O., Terlec'ka V. A., Shymans'kyj A. P. ; zamovnyk ta patentovlasnyk TOV "TEHNOFORA". — № u200713152 ; zajavl. 27.11.2007 ; opubl. 25.03.2008, Bjul. № 6.
39. UA Dekl. pat. 83002 MPK A23L 1/214, A23L 1/28. Sposib otrymannja funkcionalnogo produktu z i'stivnyh grybiv / Solodko L. M., Shtan'ko O. A., Simahina G. O. ; zamovnyk ta patentovlasnyk Nac. un-t harchovyh tehnologij. — № u 2013 01768 ; zajavl. 13.02.2013 ; opubl. 27.08.2013, Bjul. № 16.
40. UA Dekl. pat. 83001 MPK A23L 1/214, A23L 1/28. Sposib otrymannja funkcionalnogo produktu z i'stivnyh grybiv / Solodko L. M., Shtan'ko O. A., Simahina G. O. ; zamovnyk ta patentovlasnyk Nac. un-t harchovyh tehnologij. — № u2013 01766 ; zajavl. 13.02.2013 ; opubl. 27.08.2013, Bjul. № 16.
41. UA Dekl. pat. 81799 MPK A23L 1/214, A23L 1/28. Sposib otrymannja funkcionalnogo produktu z i'stivnyh grybiv / Solodko L. M., Shtan'ko O. A., Simahina G. O. ; zamovnyk ta patentovlasnyk Nac. un-t harchovyh tehnologij. — № u2013 01187 ; zajavl. 31.01.2013 ; opubl. 10.07.2013, Bjul. № 3.
42. UA Dekl. pat № 89007. MPK A23S19/08. Sposib vyrobnyctva pastopodibnogo plavlenogo syru / Simahina G. O., Gojko I. Ju., Gojko N. O. — № 201312351. ; zajavl. 21.10.2013 ; opubl. 10.04.2014, Bjul. № 7.
43. UA Dekl. pat № 90654. MPK A23S15/12.A23D7/00. Sposib vyrobnyctva spredu z napovnjuvachem / Simahina G. O., Gojko I. Ju., Gojko N. O. — № 201313516 ; zajavl. 20.11.2013 ; opubl. 10.06.2014, Bjul. № 11.

УДК [635.635:635.621]:678.048

**Олеся ПРИСС,
Валентина КАЛИТКА**

АНТИОКСИДАНТНИЙ КОМПЛЕКС ГАРБУЗОВИХ ОВОЧІВ

Досліджено вплив температури та опадів під час вегетації на активність ферментативних антиоксидантів плодів огірка та кабачка. Встановлено, що визначальний вплив на активність супероксиддисмутази та каталази в огірках має сума температур періоду вегетації. У плодах кабачка ці показники значно залежать від суми температур періоду формування плоду та опадів при вегетації. Активність пероксидази в гарбузових плодах достовірно залежить лише від опадів і обернено корелює із супероксиддисмутазною та каталазною активністю.

Ключові слова: антиоксиданти, огірки, кабачки, температура, опади, супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза.

Присс О., Калитка В. Антиоксидантный комплекс тыквенных овощей. Исследовано влияние температуры и осадков в период вегетации на активность ферментных антиоксидантов плодов огурца и кабачка. Установлено, что определяющее влияние на активность супероксиддисмутазы и каталазы в огурцах имеет сумма температур. В плодах кабачка эти показатели очень зависят от суммы температур периода формирования плода и от осадков во время вегетации. Активность пероксидазы в тыквенных плодах достоверно зависит только от осадков и обратно коррелирует с супероксиддисмутазной и каталазной активностью.

Ключевые слова: антиоксиданты, огурцы, кабачки, температура, осадки, супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза.

Постановка проблеми. Одним із проявів нормального метаболізму в живій клітині є генерація високореакційних *активних форм кисню* (АФК). Ці короткоживучі радикали беруть участь як у багатьох фізіологічних функціях, так і в низці патологічних процесів [1]. Для підтримання окисно-відновної рівноваги організм синтезує комплекс високомолекулярних і низькомолекулярних біоантиоксидантів, які стабілізують рівень АФК. Однак за дії несприятливих факторів тонка рівновага між високо реакційними кисневими радикалами та антиоксидантами порушується. Це призводить до окиснювального стресу, який вважають першопричиною виникнення багатьох серцевих, онкологічних та інших захворювань. Епідеміологічні дослідження дають підстави стверджувати, що дієта, багата на антиоксиданти, пов'язана з нижчою частотою дегенеративних хвороб [2–4]. Вагомі докази ефективності харчових біоактивних сполук у підтриманні здоров'я та профілактики багатьох захворювань є поштовхом для здійснення моніторингу антиоксидантних сполук у плодоовочевій продукції.

© Олеся Присс, Валентина Калитка, 2014

Комплекс тканинних антиоксидантів плодів овочів складається з низькомолекулярних (фенольні речовини, каротиноїди, аскорбінова кислота, моно- та дисахариди, деякі амінокислоти) і високомолекулярних сполук [5]. Низькомолекулярні перехоплюють вільні радикали, відновлюють АФК і продукти оксидативної модифікації. Формування антиокиснювального комплексу низькомолекулярних антиоксидантів у гарбузових овочах під впливом абіотичних факторів уже досліджено авторами та викладено в попередній роботі [6].

Наступний етап – аналіз формування ензиматичної системи захисту тканин огірків і кабачків від окиснювального пошкодження. Частина гарбузових овочів, яка містить незначну кількість низькомолекулярних антиоксидантів, формує потужну систему з високомолекулярних антиоксидантів [7]. За ензиматичну систему захисту тканин від окиснювального пошкодження головним чином відповідають три ферменти: супероксиддисмутаза (СОД), каталаза (КАТ) і пероксидаза (ПО) [8].

СОД є ключовим ферментом першої лінії антиоксидантного захисту клітини у всіх аеробних організмах [9], а деякі автори пропонують саме за її активністю судити про антиоксидантні властивості рослинної сировини [10]. СОД виконує дисмутацію супероксидних радикалів, результатом чого є пероксид гідрогену. Необхідною ланкою антиоксидантного захисту рослин є група ферментів, які утилізують пероксид гідрогену. Такими ензимами в клітині є каталаза та пероксидази, що працюють у складі другої лінії захисту. Каталаза каталізує перетворення H_2O_2 на дві молекули води і O_2 [11]. Однак у низці компартментів клітини каталаза практично відсутня, тому існує необхідність функціонування інших ферментів, задіяних в детоксикації пероксиду гідрогену. Пероксидази, вступаючи в реакцію з пероксидом гідрогену, утворюють продукти окиснення ферменту та воду [12, с. 38].

Активність антиоксидантних ферментів плодоовочевої сировини коливається в широких межах і залежить від багатьох біотичних і абіотичних факторів [13; 14]. Питання формування ензиматичного антиоксидантного комплексу в тканинах гарбузових овочів під впливом абіотичних факторів залишається відкритим.

Мета роботи – виявити вплив гідротермічних умов вегетації на формування комплексу високомолекулярних антиоксидантів у плодах огірка та кабачка. Для досягнення поставленої мети необхідно з'ясувати рівень активності ферментів СОД, КАТ і ПО за різних погодних умов вегетації.

Матеріали та методи. Дослідження проведено в 2005–2012 рр. на базі лабораторії технології переробки та зберігання продукції сільськогосподарства НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь). Об'єкти дослідження – плоди огірків гібридів *Маша F1* і *Афіна F1*, плоди кабачків *Кавілі F1* і *Таміно F1*, вирощені в умовах відкритого ґрунту.

Титруванням нерозкладаного залишку пероксиду водню при окисненні пірокатехіну визначено активність пероксидази [15], титру-

ванням тіосульфатом натрію – каталази [16]. Активність супероксиддисмутази визначено за її здатністю інгібувати реакцію аутоокислення адреналіну в лужному середовищі [17]. Методику модифіковано в частині підготовки сировини до досліджень, а саме: до 0.5 г рослинного матеріалу додавали 5 см³ фосфатного буфера рН 7.8, розтирали в ступці зі склом на льоду, переносили до центрифужних пробірок, додавали 0.3 см³ хлороформу та 0.6 см³ спирту й центрифугували при 8000 об. 20 хв. Для спектрофотометрування відбирали надосадовий центрифугат. Активність СОД виражено в умовних одиницях, які показують відсоток інгібування аутоокислення адреналіну.

Результати дослідження. За роки досліджень гідротермічні умови вегетації огірків і кабачків змінювалися в широких межах: спостерігали спекотні й посушливі роки (2005 р.) та прохолодні й достатньо зволожені (2011 р.) (рис. 1).

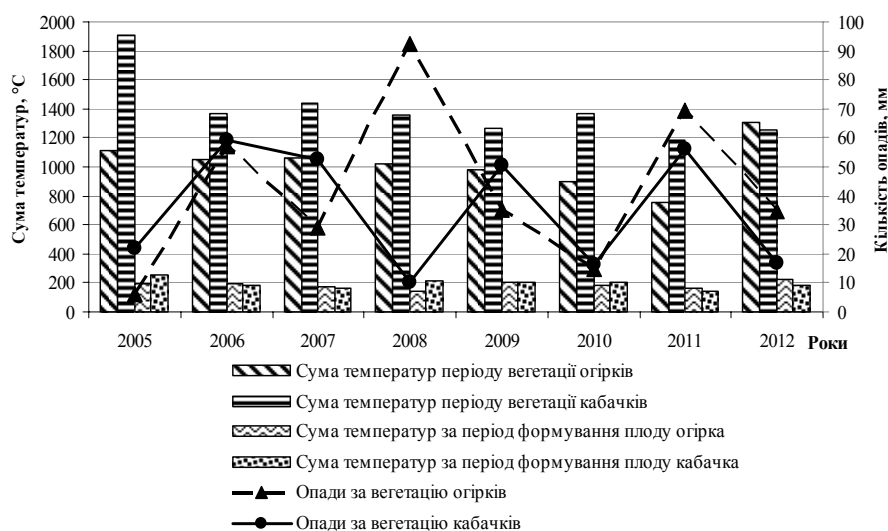


Рис. 1. Гідротермічні умови вегетації огірків і кабачків

За активністю СОД досліджувані гарбузові овочі суттєво різняться. Активність цього ферменту в огірках у 2–7 разів вища, ніж у кабачках (рис. 2).

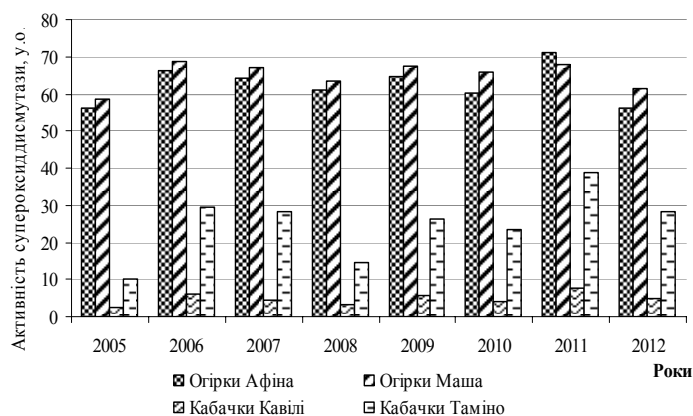


Рис. 2. Активність СОД у гарбузових овочах

Активність ферменту в огірках практично не залежить від сортових особливостей, коефіцієнт варіації за роки досліджень становив лише 5–8 %.

У кабачків варіативність СОД за цей період досягала 33–35 %. Активність СОД між гібридами *Кавілі* та *Таміно* різнилася в 5–6 разів. У кабачків гібриду *Кавілі* активність СОД нижча за 10 у. о., що на думку дослідників вказує на повну відсутність антиокиснювальної активності [10]. Двофакторний аналіз впливу сорту (фактор А) та погодних умов (фактор В) на активність СОД у плодах кабачків підтверджує достовірність впливу обох факторів та їх взаємодії (табл. 1).

Таблиця 1

Достовірність впливу сорту (фактор А) та погодних умов (фактор В) на активність СОД у плодах кабачка

Показник	Частка впливу, %	Критерій Фішера	
		$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{теор.}}$
Фактор А	73.1	5671.40	4.00
Фактор В	17.4	192.80	2.17
Взаємодія АВ	8.7	96.42	2.17
Залишкове	0.8	–	–

Ураховуючи сильну сортову специфіку, парні кореляційні залежності СОД з гідротермічними умовами необхідно встановлювати для кожного гібриду кабачків окремо. Низька активність СОД у гарбузових овочах спостерігається в спекотні й посушливі роки, максимальна – зафіксована в 2011 р. при підвищеній кількості опадів і меншій сумі температур (див. *рис. 1*). Відповідно й кореляційні зв'язки є оберненими з температурами та прямими з опадами. Отримані результати цілком співвідносні з даними *H. L. Dong* і *B. L. Chin*, які вказують, що при охолодженні рослин огірка зростає активність усіх ізоформ СОД [18]. Для кабачків обох гібридів усі зв'язки СОД із гідротермічними показниками є сильними ($r = -0.71 \div -0.93$), а для огірків достовірні зв'язки дещо слабші: $r = -0.64$. Встановлені кореляційні залежності доводять нижчу адаптивність кабачків до несприятливих абіотичних чинників.

Іншим важливим компонентом антиоксидантної системи є каталаза, за активністю якої гарбузові овочі також суттєво різняться. Активність КАТ огірків практично вдвічі вища, ніж кабачків (*рис. 3*).

Сортові особливості гарбузових овочів щодо активності КАТ не суттєві. Проте активність цього ензиму в плодах обох культур має значну варіативність залежно від року досліджень ($V = 20.6\text{--}32.6\%$). Найвища активність КАТ в обох гарбузових овочах проявилася в роки з мінімальними температурами періоду вегетації та достатньою кількістю опадів (2011 р., 2006 р.). Активність КАТ зростає у відповідь на низькотемпературні стреси [19]. Аналіз парних кореляційних залежностей між цим ферментом і погодними факторами підтверджує

зростання активності КАТ у відповідь на зниження температури. Між сумою температур всього періоду вегетації та активністю КАТ існує достовірна сильна обернена залежність для плодів обох культур: $r = -0.62 \div -0.65$. Ще тісніші зв'язки характерні між КАТ та іншими гідротермічними показниками в плодах кабачків. Проте, як і у випадку із СОД, активність каталази не має суттєвих зв'язків з іншими досліджуваними факторами для плодів огірка.

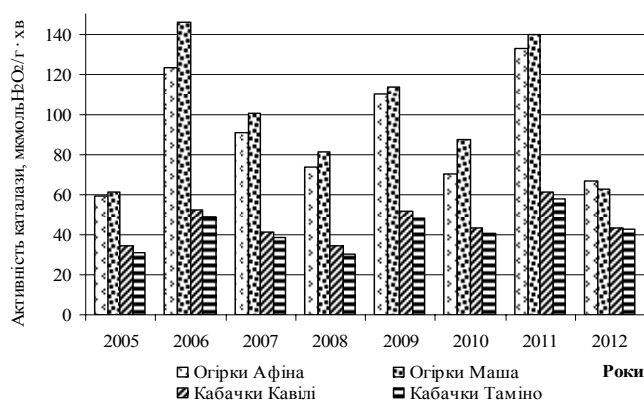


Рис. 3. Активність каталази в гарбузових овочах

Між активністю КАТ і СОД для огірків і кабачків встановлено залежності з коефіцієнтом кореляції від 0.90 до 0.98 (табл. 2).

Таблиця 2

Кореляційні залежності між антиоксидантними ферментами в гарбузових овочах

Гарбузові овочі	Фермент	Каталаза	Пероксидаза
Огірки	Супероксиддисмутаза	0.90	-0.64
	Каталаза	-	-0.54
	Пероксидаза	-0.54	-
Кабачки:			
Кавілі	Супероксиддисмутаза	0.98	-0.77
	Каталаза	-	-0.79
	Пероксидаза	-0.79	-
Таміно	Супероксиддисмутаза	0.92	-0.56
	Каталаза	-	-0.71
	Пероксидаза	-0.71	-

Залежно від року досліджень, активність пероксидази в огірках і кабачках змінювалася в широких межах – варіативність становить 20–30 % (рис. 4).

Активність ПО для огірків не залежить від сорту, а для кабачків різниця між гібридами для цього показника в середньому становить 1.5 рази. Двофакторний аналіз впливу сорту (фактор А) та погодних умов (фактор В) на активність ПО в плодах кабачків підтверджує достовірність впливу обох факторів та їх взаємодії (табл. 3).

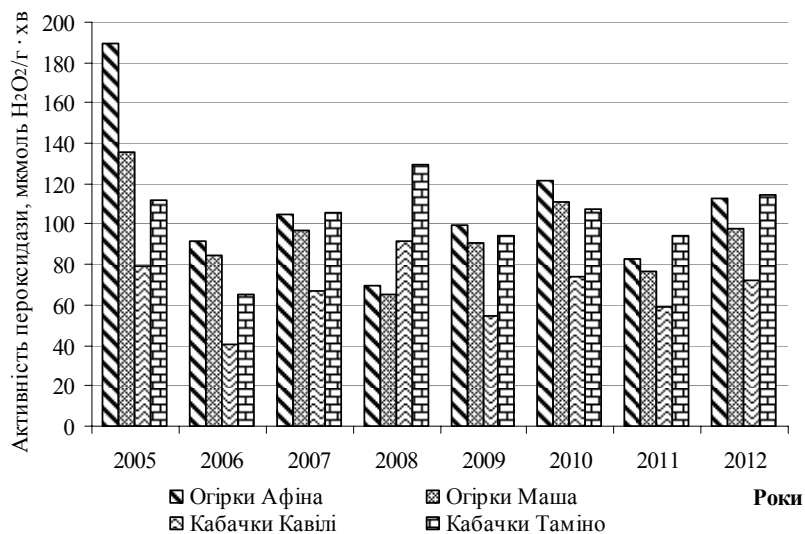


Рис. 4. Активність пероксидази в гарбузових овочах

Таблиця 3

**Достовірність впливу сорту (фактор А) та погодних умов (фактор В)
на активність ПО в плодах кабачка**

Показник	Частка впливу, %	Критерій Фішера	
		$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{теор.}}$
Фактор А	53.0	1834.22	4.00
Фактор В	43.7	216.04	2.17
Взаємодія АВ	1.2	5.91	2.17
Залишкове	2.1	—	—

Оскільки за сортовою специфікою дані достовірні, то парні кореляційні залежності встановлено для кожного гібриду кабачків окремо. Кореляційний аналіз показав, що достовірні залежності між активністю ПО та погодними факторами існують тільки для опадів ($r = -0.73 \div -0.87$).

Найвища активність ПО зафіксована в роки з мінімальною кількістю опадів (для огірків – 2005 р., для кабачків – 2008 р.). Зростання активності ПО при одночасному зниженні СОД і КАТ у відповідь на нестачу вологи констатували й інші дослідники [20; 21]. Це пояснює також наявність достовірної оберненої кореляції між активністю ПО та СОД і КАТ у гарбузових овочах ($r = -0.54 \div -0.79$) (див. табл. 2).

Висновки. Формування комплексу антиоксидантних ферментів гарбузових овочів відбувається в сильній залежності від таких абіотичних чинників, як температура та опади в період вегетації.

Визначальний вплив на активність супероксиддисмутази та каталази в огірках має сума температур періоду вегетації. У плодах кабачка активність цих ферментів сильно залежить як від суми температур періоду формування плоду, так і від опадів за період вегетації. Між активністю супероксиддисмутази та каталази як для

огірків, так і для кабачків встановлено прямі залежності з високим коефіцієнтом кореляції. На активність пероксидази в плодах обох культур достовірно впливає лише кількість опадів періоду вегетації. Активність пероксидази в гарбузових овочах обернено корелює з супероксиддисмутазою та каталазою активністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Активные формы кислорода как система: значение в физиологии, патологии и естественном старении* / [В. И. Донцов, В. Н. Крутько, Б. М. Мрикаев, С. В. Уханов] // Тр. Ин-та системного анализа РАН. — 2006. — Т. 19. — С. 50—69.
2. *Small D. M. Oxidative stress and antioxidant therapy in chronic kidney and cardiovascular disease* / David M. Small, Glenda C. Gobe // *Oxidative stress and chronic degenerative diseases – a role for antioxidants* / J. A. Morales-González (ed.). — Rijeka, Croatia : InTech, 2013. — P. 233—264.
3. *The role of natural antioxidants in cancer disease* / [C. Valadez-Vega, L. Delgado-Olivares, J. A. Morales González et al.] // *Oxidative stress and chronic degenerative diseases – a role for antioxidants* / J. A. Morales-González (ed.). — Rijeka, Croatia : InTech, 2013. — P. 391—418.
4. *Jadhav S. S. Daily consumption of antioxidants: – prevention of disease is better than cure* / Sameer S. Jadhav, Salunkhe R. Vijay, M. S. Chandrakant // *Asian J. Pharm. Res.* — 2013. — Vol. 3 (1). — P. 34—40.
5. *Shetty A. A. Vegetables as sources of antioxidants* / A. A. Shetty, S. Magadum, K. Managanvi // *J Food Nutr Disor.* — 2013. — Vol. 2, N 1. — P. 1—5.
6. *Прісс О. П. Формування антиокислювального комплексу гарбузових плодів овочів під впливом абіотичних факторів* / О. П. Прісс, В. В. Калитка // *Наук. вісн. НУБіП України.* — 2013. — Вип. 183, Ч. 1. — С. 58—64.
7. *Antioxidative properties of bitter gourd (Momordica charantia) and zucchini (Cucurbita pepo)* / [M. Hamissou, A. C. Smith, R. E. Jr. Carter, J. K. Triplett // *Emir. J. Food Agric.* — 2013. — Vol. 25, N 9. — P. 641—647.
8. *Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions* / Pallavi Sharma, Ambuj Bhushan Jha, Rama Shanker Dubey, Mohammad Pessaraki // *Journal of Botany.* — 2012, Article ID 217037, 26 pages, 2012. — Way of access : <http://dx.doi.org/10.1155/2012/217037>.
9. *Scandalios J. G. Oxygen stress and superoxide dismutases* / John G. Scandalios // *Plant Physiology.* — 1993. — Vol. 101, N 1. — P. 7—12.
10. *Новый подход в оценке антиоксидантной активности растительного сырья при исследовании процесса аутоокисления адреналина* / [Е. И. Рябинина, Е. Е. Зотова, Е. Н. Ветрова и др.] // *Химия растительного сырья.* — 2011. — № 3. — С. 117—121.
11. *Мирошниченко О. С. Биогенез, физиологическая роль и свойства каталазы* / О. С. Мирошниченко // *Биополимеры и клетка.* — 1992. — Т. 8, № 7. — С. 3—25.
12. *Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов* / В. В. Рогожин. — СПб. : ГИОРД, 2004. — 240 с.
13. *Transcript levels of antioxidative genes and oxygen radical scavenging enzyme activities in chilled zucchini squash in response to superatmospheric oxygen* / [Y. H. Zheng, W. M. F. Raymond, S. Y. Wang, C. Y. Wang] // *Postharvest Biol. Technol.* — 2008. — Vol. 47. — P. 151—158.

14. *Respiration*, hydrogen peroxide levels and antioxidant enzyme activities during cold storage of zucchini squash fruit / [S. Gualanduzzi, E. Baraldi, I. Braschi et al.] // *Postharvest Biol. Technol.* — 2009. — Vol. 52. — P. 16—23.
15. Землянхун А. А. Малый практикум по биохимии : учеб. пособие / Александр Алексеевич Землянхун. — Воронеж : Изд-во ВГУ, 1985. — 128 с.
16. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. — К. : ЗАТ "НІЧЛАВА", 2003. — 320 с.
17. Пат. 2144674 Российская Федерация, МПК7 G 01 N33/52, G 01 N33/68. Способ определения антиоксидантной активности супероксиддисмутазы и химических соединений / Сирота Т. В. ; заявитель и патентообладатель Сирота Т. В. — № 99103192/14 ; заявл. 24.02.1999 ; опубл. 20.01.2000, Бюл. № 2, ч 2.
18. Dong H. L. Chilling stress-induced changes of antioxidant enzymes in the leaves of cucumber: in gel enzyme activity assays / H. L. Dong, B. L. Chin // *Plant Science.* — 2000. — Vol. 159, N 1. — P. 75—85.
19. Boguszewska D. ROS as signaling molecules and enzymes of plant response to unfavorable environmental conditions / D. Boguszewska, B. Zagdańska // *Oxidative stress – molecular mechanisms and biological effects* / V. I. Lushchak, H. M. Semchyshyn (ed.). — Rijeka, Croatia : InTech, 2012. — P. 341—362.
20. *Responses of growth and antioxidant systems in Carthamus tinctorius L. under water deficit stress* / [H. Mostafa, M. S. A. Mohammad, K. Mojtaba, G. Faezeh] // *Acta Physiol. Plant.* — 2011. — Vol. 33. — P. 105—112.
21. *Studies on the activities of antioxidant enzymes under induced drought stress in in vivo and in vitro plants of Macrotyloma uniflorum (Lam.) Verdc* / Savitha M. Murthy, V. R. Devaraj, P. Anitha, D. H. Tejavathi // *Recent Research in Science and Technology.* — 2012. — Vol. 4, N 2. — P. 34—37.

Стаття надійшла до редакції 18.09.2014.

Priss O., Kalitka V. The antioxidant complex in cucurbits vegetables.

Background. Some cucurbit vegetables, which contain a small amount of low-molecular antioxidants, develop a powerful system of high-molecular antioxidants. Three main enzymes – superoxidodismutase, catalase and peroxidase – ensure enzymatic system of tissues defense from oxidative damage. The *aim* of the study was to identify the influence of hydrothermyc conditions on the formation of high-molecular antioxidant complex in cucumber and zucchini.

Material and methods. Two cultivars of cucumber *Masha F1* and *Athena F1* and two cultivars of zucchini fruit *Kavili F1* and *Tamino F1* grown in field conditions during the 2005–2012 years were studied. Determination of peroxidase activity was conducted by titration of undecomposed rest of hydrogen peroxide in the reaction of pyrocatechol oxidation [15]. Catalase activity was determined by titration of the undecomposed rest of hydrogen peroxide with sodium thiosulfate [16]. SOD activity was determined by estimation of its ability to inhibit the reaction of auto-oxidation of adrenaline in alkaline medium [17].

Results. The influence of temperature and rainfall on the activity of superoxidodismutase, catalase and peroxidase in cucumber and zucchini fruits was investigated. SOD and catalase activity in cucumber is more than 2 times higher than in zucchini. Strong significant relation between SOD and catalase activity and the sum of temperatures during the growing season for both cultures $r = -0.64 \div -0.71$. Peroxidase activity in fruits of both cultures shows a significant direct relationship only with rainfall: $r = -0.73 \div -0.87$.

Conclusion. Complex enzymatic antioxidants formation in cucurbits vegetables is heavily dependent on abiotic factors such as temperature and rainfall. Sum of the growing season temperature has determining influence on superoxidedismutase and catalase activity in cucumber fruits. Activity of these enzymes in zucchini fruits strongly depends both on the sum of temperature of fruit formation period and rainfall during growing season. Between the superoxidedismutase and catalase activity for cucumbers and squash there is a direct dependence with the correlation coefficient. The only factor, which shows significant influence on the activity of peroxidase in fruits of both plants, is the growing season rainfall. The peroxidase activity in cucurbits vegetables has inverse correlation with catalase and superoxidedismutase activity.

Keywords: antioxidants, cucumbers, zucchini, temperature, rainfall, superoxide-dismutase, catalase, peroxidase.

REFERENCES

1. *Aktivnye formy kisloroda kak sistema: znachenie v fiziologii, patologii i estestvennom starenii* / [V. I. Doncov, V. N. Krut'ko, B. M. Mrikaev, S. V. Uhanov] // Tr. In-ta sistemnogo analiza RAN. — 2006. — T. 19. — S. 50—69.
2. *Small D. M. Oxidative stress and antioxidant therapy in chronic kidney and cardiovascular disease* / David M. Small, Glenda C. Gobe // Oxidative stress and chronic degenerative diseases – a role for antioxidants / J. A. Morales-González (ed.). — Rijeka, Croatia : InTech, 2013. — R. 233—264.
3. *The role of natural antioxidants in cancer disease* / [C. Valadez-Vega, L. Delgado-Olivares, J. A. Morales González et al.] // Oxidative stress and chronic degenerative diseases – a role for antioxidants / J. A. Morales-González (ed.). — Rijeka, Croatia : InTech, 2013. — R. 391—418.
4. *Jadhav S. S. Daily consumption of antioxidants: – prevention of disease is better than cure* / Sameer S. Jadhav, Salunkhe R. Vijay, M. S. Chandrakant // Asian J. Pharm. Res. — 2013. — Vol. 3 (1). — P. 34—40.
5. *Shetty A. A. Vegetables as sources of antioxidants* / A. A. Shetty, S. Magadam, K. Managanvi // J Food Nutr Disor. — 2013. — Vol. 2, N 1. — P. 1—5.
6. *Priss O. P. Formuvannja antyokysljuval'nogo kompleksu garbuzovyh plodovyh ovochiv pid vplyvom abiotychnyh faktoriv* / O. P. Priss, V. V. Kalytka // Nauk. visn. NUBiP Ukrainy. — 2013. — Vyp. 183, Ch. 1. — S. 58—64.
7. *Antioxidative properties of bitter gourd (Momordica charantia) and zucchini (Cucurbita pepo)* / [M. Hamissou, A. C. Smith, R. E. Jr. Carter, J. K. Triplett // Emir. J. Food Agric. — 2013. — Vol. 25, N 9. — R. 641—647.
8. *Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions* / Pallavi Sharma, Ambuj Bhushan Jha, Rama Shanker Dubey, Mohammad Pesarakli // Journal of Botany. — 2012, Article ID 217037, 26 pages, 2012. — Way of access : <http://dx.doi.org/10.1155/2012/217037>.
9. *Scandalios J. G. Oxygen stress and superoxide dismutases* / John G. Scandalios // Plant Physiology. — 1993. — Vol. 101, N 1. — R. 7—12.
10. *Novyj podhod v ocenke antioksidantnoj aktivnosti rastitel'nogo syr'ja pri issledovanii processa autookislenija adrenalina* / [E. I. Rjabinina, E. E. Zotova, E. N. Vetrova i dr.] // Himija rastitel'nogo syr'ja. — 2011. — № 3. — S. 117—121.
11. *Miroshnichenko O. S. Biogenez, fiziologicheskaja rol' i svojstva katalazy* / O. S. Miroshnichenko // Biopolimery i kletka. — 1992. — T. 8, № 7. — S. 3—25.
12. *Rogozhin V. V. Peroksidaza kak komponent antioksidantnoj sistemy zhivyh organizmov* / V. V. Rogozhin. — SPb. : GIOR, 2004. — 240 s.
13. *Transcript levels of antioxidative genes and oxygen radical scavenging enzyme activities in chilled zucchini squash in response to superatmospheric oxygen* / [Y. H. Zheng, W. M. F. Raymond, S. Y. Wang, C. Y. Wang] // Postharvest Biol. Technol. — 2008. — Vol. 47. — R. 151—158.

14. *Respiration*, hydrogen peroxide levels and antioxidant enzyme activities during cold storage of zucchini squash fruit / [S. Gualanduzzi, E. Baraldi, I. Braschi et al.] // *Postharvest Biol. Technol.* — 2009. — Vol. 52. — R. 16—23.
15. *Zemljanuhin A. A.* Malyj praktikum po biohimii : ucheb. posobie / Aleksandr Alekseevich Zemljanuhin. — Voronezh : Izd-vo VGU, 1985. — 128 s.
16. *Grycajenko Z. M.* Metody biologichnyh ta agrohimichnyh doslidzhen' roslin i g'runtiv / Z. M. Grycajenko, A. O. Grycajenko, V. P. Karpenko. — K. : ZAT "NICH LAVA", 2003. — 320 s.
17. Pat. 2144674 Rossijskaja Federacija, MPK7 G 01 N33/52, G 01 N33/68. Sposob opredelenija antioksidantnoj aktivnosti superoksiddismutazy i himicheskikh soedinenij / Sirota T. V. ; zajavitel' i patentoobladatel' Sirota T. V. — № 99103192/14 ; zajavl. 24.02.1999 ; opubl. 20.01.2000, Bjul. № 2, ch 2.
18. *Dong H. L.* Chilling stress-induced changes of antioxidant enzymes in the leaves of cucumber: in gel enzyme activity assays / H. L. Dong, B. L. Chin // *Plant Science.* — 2000. — Vol. 159, N 1. — R. 75—85.
19. *Boguszewska D.* ROS as signaling molecules and enzymes of plant response to unfavorable environmental conditions / D. Boguszewska, B. Zagdańska // *Oxidative stress – molecular mechanisms and biological effects* / V. I. Lushchak, H. M. Semchyshyn (ed.). — Rijeka, Croatia : InTech, 2012. — R. 341—362.
20. *Responses* of growth and antioxidant systems in *Carthamus tinctorius* L. under water deficit stress / [H. Mostafa, M. S. A. Mohammad, K. Mojtaba, G. Faezeh] // *Acta Physiol. Plant.* — 2011. — Vol. 33. — P. 105—112.
21. *Studies* on the activities of antioxidant enzymes under induced drought stress in vivo and in vitro plants of *Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc / Savitha M. Murthy, V. R. Devaraj, P. Anitha, D. H. Tejavathi // *Recent Research in Science and Technology.* — 2012. — Vol. 4, N 2. — R. 34—37.

**Олександр ДЬЯКОВ,
Світлана БЕЛІНСЬКА**

СПОЖИВНА ЦІННІСТЬ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ КУПАЖОВАНИХ СОКІВ ІЗ М'ЯКОТТЮ

Досліджено споживну цінність швидкозаморожених соків із м'якоттю. Виявлено загальну тенденцію до незначного зниження вмісту цукрів і підвищення вмісту органічних кислот під час заморожування та низькотемпературного зберігання протягом 12 місяців. Встановлено відсутність впливу холодильної обробки на вміст пектинових речовин і беталаїнових пігментів.

Ключові слова: споживна цінність, швидкозаморожені соки з м'якоттю, розчинні сухі речовини, загальний цукор, глюкоза, фруктоза, сахароза, титрована кислотність, цукрово-кислотний індекс, пектинові речовини, беталаїнові пігменти.

© Олександр Дьяков, Світлана Белінська, 2014

Дьяков А., Белинская С. Потребительская ценность быстрозамороженных купажированных соков с мякотью. Исследована потребительская ценность быстрозамороженных соков с мякотью. Выявлена общая тенденция к незначительному снижению содержания сахаров и повышению содержания органических кислот при замораживании и низкотемпературном хранении в течение 12 месяцев. Установлено отсутствие влияния холодильной обработки на содержание пектиновых веществ и бета-лаиновых пигментов.

Ключевые слова: потребительская ценность, быстрозамороженные соки с мякотью, растворимые сухие вещества, общий сахар, глюкоза, фруктоза, сахароза, титруемая кислотность, сахарно-кислотный индекс, пектиновые вещества, бета-лаиновые пигменты.

Постановка проблеми. Рівномірне споживання плодів і овочів свіжими та переробленими протягом року є однією з умов раціонального харчування. Різноманітний склад вітамінів, легкозасвоюваних вуглеводів, органічних кислот, мінеральних речовин тощо зумовлює позитивний вплив плодоовочевих продуктів на обмінні процеси в організмі людини та сприяє підвищенню його резистентності.

Враховуючи сезонність вирощування більшості видів плодів і овочів, особливого значення в структурі харчування набувають продукти їх перероблення, зокрема соки. Сік містить майже всі компоненти, характерні для свіжих плодів і овочів [1]. Споживні властивості соків зумовлені перш за все їхніми органолептичними характеристиками, вмістом цукрів, зокрема, глюкози, фруктози та сахарози, барвних і пектинових речовин. Наявність у соках пектинів визначає їх радіопротекторну та антиоксидантну дію, яка виявляється у здатності пектину зв'язувати й виводити з організму радіоактивні елементи, важкі метали тощо. Саме ці властивості є найбільш характерними для соків із м'якоттю.

Популярність соків у всьому світі зростає. Українці споживають в середньому майже 11 л соку на рік, тоді як європейці – в три, а американці – в п'ять разів більше [2]. У структурі споживання частка соків прямого віджиму в країнах Європи становить 17 %, в Україні – ледь досягає 1 % [3]. Тобто ринок соків України представлено переважно відновленими соками. Проте в його структурі відсутні заморожені соки з м'якоттю, які могли б слугувати альтернативою пастеризованим сокам і фруктовому льоду.

Проблемі збереження споживної цінності продуктів переробки плодів і овочів присвячено дослідження багатьох науковців – Л. В. Метлицького [4], А. Т. Марха, [5], Т. В. Щербакової [6], О. О. Горячової [7], Л. Ю. Тележенко [8], зокрема, заморожених плодоовочевих продуктів – Н. Я. Орлової [9], А. А. Дубініної [10], Р. Ю. Павлюк [11], Н. М. Осокіної [12], А. В. Пак [13], Ф. Ю. Ялпачика [14] та інших.

Мета роботи – дослідження споживної цінності швидкозаморожених соків із м'якоттю.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – швидкозаморожені соки з м'якоттю, які отримано із сортів плодів і овочів: дині *Амал*, кавуна *Херсонський*, яблук *Голден Делішес*, моркви *Канада*, селери *Гігант* і буряка *Бордо*.

Для поліпшення органолептичних властивостей швидкозаморожених соків запропоновано купажування яблучного, морквяного та селерового соків у співвідношенні 60, 30 та 10 %, яблучного та бурякового – 80 та 20 % відповідно [15]. Для стабілізації кольору та консистенції додавали в розчиненому стані, г/100 г: природний полісахарид камедь ксантанову (у трикомпонентний сік – 0.04, двокомпонентний – 0.05, у сік із дині – 0.025, у сік із кавуна – 0.02); цукор білий – 3.0 в усі соки окрім соку з кавуна (5.0); аскорбінову кислоту – 0.005. Контрольними варіантами слугували соки без добавок.

У досліджуваних (Д) і контрольних (К) варіантах соків вміст розчинних сухих речовин (РСР) визначено рефрактометричним методом на *ИРФ-454 Б2М* [16, с. 2–3]; загального цукру та сахарози – фотоколориметричним методом на *КФК 3-01* [17, с. 8–11]; загальну кислотність у перерахунку на яблучну кислоту – титруванням [18, с. 5–6]. Спектрофотометричним методом на *Specord 210* визначено вміст глюкози та фруктози – [19, с. 15–16], протопектину та розчинного пектину – [20, с. 179–180], беталаїнових пігментів бетаїну та бетаніну – [20, с. 124, 126–128]. Усі показники визначено у свіжоприготовлених соках, свіжозаморожених (через 24 год.) та протягом 12 міс. зберігання при температурі мінус 20 ± 2 °С із періодичністю у 3 міс.

Результати досліджень. Оскільки соки – це рідкі продукти, в яких розчинені сухі речовини вихідної сировини, то дослідження споживної цінності розпочато з визначення вмісту РСР (*табл. 1*). Найвищий вміст РСР у яблучно-морквяно-селеровому та яблучно-буряковому соках, що зумовлено особливостями хімічного складу сировини. Встановлено, що під час заморожування в досліджуваних і контрольних варіантах соків відбувається зниження вмісту РСР. У перших зміни становлять від 0.6 до 1.9 % – залежно від виду соку, в контрольних – від 0.9 до 2.0 %. Зміни протягом 12 міс. зберігання порівняно зі свіжозамороженими зразками соку є незначними і для контрольних і досліджуваних варіантів перебувають у межах від 0.3 до 1.0 %, що свідчить про стабілізацію їх споживних властивостей.

Відомо, що в рослинній сировині частка цукрів від загальної кількості РСР становить приблизно 80 %. Проте у формуванні смакових властивостей соків визначальним є не лише абсолютний вміст цукрів і кислот, а й їх кількісне співвідношення та якісний склад цукрів. Саме тому визначено вміст загального цукру, глюкози, фруктози, сахарози, титрованих кислот і на основі отриманих даних розраховано цукрово-кислотний індекс з урахуванням солодкості сахарози – 1.0, глюкози – 0.76 та фруктози – 1.56 (див. *табл. 1*) [21].

Таблиця 1

Вміст цукрів та кислот у соках із м'якоттю

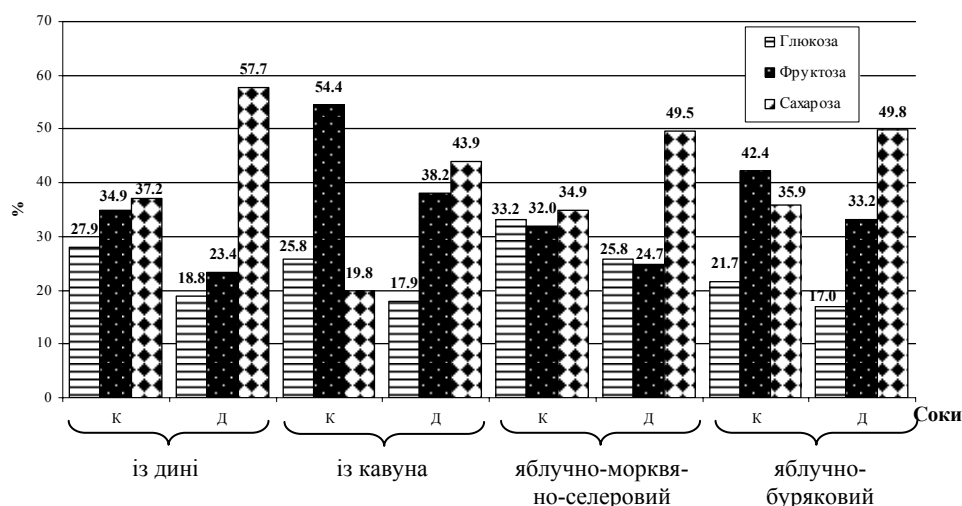
 $p \geq 0.95; n = 5$

Найменування соку	Варіант досліду	Етап дослідження	Термін зберігання, міс.	Вміст, %						Цукрово-кислотний індекс	
				РСР	загального цукру	глюкози	фруктози	сахарози	титрованих кислот		
Із дині	К	До заморожування	–	6.45	5.26	1.44	1.80	1.92	0.152	38.3	
			с/з*	6.32	5.16	1.41	1.76	1.86	0.161	35.3	
		Після заморожування	3	6.30	5.12	1.40	1.74	1.85	0.163	34.5	
			6	6.29	5.09	1.39	1.73	1.85	0.165	34.0	
			9	6.27	5.05	1.38	1.73	1.84	0.168	33.3	
			12	6.26	5.02	1.37	1.72	1.83	0.170	32.7	
	Д	До заморожування	–	9.41	7.75	1.44	1.79	4.41	0.162	51.2	
			с/з*	9.23	7.60	1.41	1.76	4.37	0.171	47.9	
		Після заморожування	3	9.21	7.54	1.41	1.75	4.35	0.173	47.1	
			6	9.19	7.49	1.40	1.73	4.34	0.175	46.3	
			9	9.17	7.44	1.38	1.73	4.34	0.178	45.4	
			12	9.15	7.40	1.37	1.72	4.33	0.180	44.7	
	<i>НІР**</i>				0.10	0.11	0.03	0.03	0.03	0.008	–
	Із кавуна	К	До заморожування	–	9.98	9.34	2.38	5.03	1.83	0.166	69.2
с/з*				9.80	9.15	2.33	4.87	1.79	0.176	63.4	
Після заморожування			3	9.78	9.10	2.32	4.85	1.78	0.178	62.4	
			6	9.77	9.06	2.30	4.85	1.77	0.180	61.6	
			9	9.75	9.02	2.30	4.84	1.76	0.183	60.4	
			12	9.74	8.98	2.29	4.83	1.76	0.185	59.6	
Д		До заморожування	–	14.42	13.32	2.37	5.04	5.80	0.188	82.3	
			с/з*	14.17	13.06	2.33	4.87	5.75	0.199	76.0	
		Після заморожування	3	14.15	13.00	2.31	4.86	5.74	0.201	75.0	
			6	14.13	12.95	2.30	4.85	5.74	0.203	74.2	
			9	14.11	12.90	2.29	4.84	5.73	0.205	73.3	
			12	14.09	12.85	2.29	4.83	5.72	0.207	72.4	
<i>НІР**</i>				0.11	0.14	0.03	0.08	0.03	0.009	–	
Яблучно-морквяно-селеровий		К	До заморожування	–	12.68	10.14	3.30	3.18	3.47	1.25	8.8
	с/з*			12.54	10.03	3.26	3.14	3.44	1.32	8.2	
	Після заморожування		3	12.53	10.00	3.25	3.14	3.43	1.32	8.2	
			6	12.50	9.99	3.25	3.13	3.42	1.36	7.9	
			9	12.50	9.98	3.24	3.13	3.42	1.36	7.9	
			12	12.47	9.97	3.24	3.12	3.41	1.38	7.8	
	Д	До заморожування	–	15.54	13.03	3.31	3.17	6.35	1.34	10.3	
			с/з*	15.41	12.91	3.26	3.14	6.30	1.40	9.8	
		Після заморожування	3	15.39	12.89	3.25	3.13	6.30	1.43	9.5	
			6	15.37	12.88	3.24	3.13	6.29	1.45	9.4	
			9	15.37	12.88	3.24	3.12	6.28	1.45	9.4	
			12	15.36	12.87	3.23	3.12	6.28	1.45	9.4	
	<i>НІР**</i>				0.08	0.07	0.02	0.02	0.02	0.05	–
	Яблучно-буряковий	К	До заморожування	–	13.14	10.52	2.23	4.35	3.69	1.31	9.3
с/з*				13.02	10.41	2.20	4.32	3.66	1.38	8.7	
Після заморожування			3	12.99	10.39	2.20	4.31	3.65	1.40	8.6	
			6	12.97	10.37	2.20	4.31	3.65	1.42	8.5	
			9	12.97	10.36	2.19	4.29	3.64	1.42	8.4	
			12	12.96	10.35	2.19	4.28	3.63	1.44	8.3	
Д		До заморожування	–	15.98	13.31	2.22	4.34	6.52	1.41	10.6	
			с/з*	15.88	13.18	2.20	4.32	6.49	1.47	10.1	
		Після заморожування	3	15.85	13.16	2.19	4.31	6.48	1.50	9.9	
			6	15.85	13.15	2.19	4.29	6.47	1.50	9.9	
			9	15.84	13.15	2.19	4.29	6.47	1.52	9.8	
			12	15.83	13.13	2.18	4.28	6.46	1.52	9.7	
<i>НІР**</i>				0.07	0.08	0.02	0.02	0.02	0.05	–	

Примітки: * с/з – свіжозаморожений; ** НІР – найменша істотна різниця.

Якісний склад цукрів соків безпосередньо залежить від хімічного складу вихідної сировини. У контрольних варіантах соків із дині пре-валюють сахароза та фруктоза, із кавуна – понад 50 % цукрів припадає на фруктозу. У яблучно-морквяно-селеровому сокові вміст глюкози, фруктози та сахарози перебуває майже на однаковому рівні – в межах 32–35 %, в яблучно-буряковому – переважає фруктоза та сахароза. Невисокий вміст в останньому сахарози та найвищий – фруктози зумовлено наявністю у складі купажу 80 % яблука та лише 20 % буряка (рисунк).

Досліджувані зразки соків, порівняно із контрольними, характеризуються вищим вмістом цукрів, зокрема, сахарози, що зумовлено додатковим внесенням цукру білого до соків. Цукор не лише сприяє поліпшенню органолептичних властивостей та підвищенню споживної цінності соків, а й виконує функцію кріопротектора, сприяючи утворенню більш дрібнокристалічної консистенції замороженого продукту, що підтверджується мікроскопічними дослідженнями.



Якісний склад цукрів у соках контрольних (К) та дослідних (Д) варіантів

Під час заморожування та протягом низькотемпературного зберігання виявлено незначне зниження вмісту цукрів і збільшення масової частки кислот, що може бути пов'язано з ферментативним розщепленням цукрів, яке хоч і повільно, але відбувається навіть за низьких температур. Масова частка загального цукру знижується на 0.9–2.3 % при заморожуванні, а вміст органічних кислот зростає на 2.1–2.9 %. Зміни протягом низькотемпературного зберігання соків дещо повільніші для цукрів – 0.2–2.7 % та більші після 12 міс. для кислот – до 5.6 %. Статистичним підтвердженням суттєвості змін складу соків під час заморожування є розрахований показник *HIP*.

У результаті зниження вмісту цукрів і зростання вмісту кислот спостерігається зменшення цукрово-кислотного індексу для контроль-

них і досліджуваних варіантів соків: під час заморожування – на 6.5–8.4 та 4.7–7.7 %; протягом 12 міс. зберігання – на 4.6–7.4 та 4.0–6.7 % відповідно.

Слід зазначити, що досліджувані зразки порівняно із контрольними характеризуються вищим цукрово-кислотним індексом: на 33.7 % для соку із дині; 18.9 % – із кавуна; 17.0 % для яблучно-морквяно-селерового соку та 14.0 % – для яблучно-бурякового. Через високий вміст цукрів у соках із дині та кавуна обох варіантів і нижчий у 6–10 разів вміст органічних кислот порівняно з купажованими соками для перших характерний і вищий цукрово-кислотний індекс (у 3–11 разів), що зумовлює відмінності органолептичних властивостей купажованих та однокомпонентних соків.

Пектинові речовини, до яких належать протопектин, розчинний пектин, пектинова та пектова кислоти, є похідними вуглеводів і входять до складу свіжих плодів і овочів. При отриманні соків із м'якоттю розчинні пектинові речовини та незначна кількість протопектину переходить у сік. Результати дослідження вмісту пектинових речовин наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

**Вміст пектинових речовин і беталаїнових пігментів
у соках із м'якоттю**

 $p \geq 0.95; n = 5$

Найменування соку	Варіант досліджу	Етап дослідження	Термін зберігання, міс.	Вміст, %			
				пектинових речовин		беталаїнових пігментів	
				протопектину	розчинного пектину	бетайну	бетаніну
Із дині	К	До заморожування	–	0.11	0.16	Не визначалося	
		Після заморожування	c/з*	0.09	0.15		
			3	0.10			
			6				
			9				
			12				
	Д		До заморожування	–	0.12		
		Після заморожування	c/з*	0.11	0.16		
			3	0.10			
			6				
			9				
			12				
			<i>НІР**</i>	0.03	0.03	–	–
Із кавуна	К	До заморожування	–	0.07	0.12	Не визначалося	
		Після заморожування	c/з*	0.05	0.10		
			3	0.06			
			6				
			9				
			12				
	Д		До заморожування	–	0.07		
		Після заморожування	c/з*	0.05	0.11		
			3	0.06			
			6				
			9				
			12				
			<i>НІР**</i>	0.04	0.03	–	–

Закінчення табл. 2

Найменування соку	Варіант дослідження	Етап дослідження	Термін зберігання, міс.	Вміст, %			
				пектинових речовин		беталаїнових пігментів	
				протопектину	розчинного пектину	бетаїну	бетаніну
Яблучно-морквяно-селеровий	К	До заморожування	–	0.19	0.32	Не визначалося	
		Після заморожування	с/з*	0.18	0.29		
			3	0.17			
			6		0.28		
			9	0.18			
		12					
	Д	До заморожування	–	0.20	0.34		
		Після заморожування	с/з*	0.18	0.32		
			3	0.31			
			6				
			9	0.19			
		12	0.30				
<i>НІР**</i>				<i>0.05</i>	<i>0.04</i>	–	–
Яблучно-буряковий	К	До заморожування	–	0.24	0.47	0.31	0.22
		Після заморожування	с/з*	0.22	0.45	0.27	0.19
			3	0.21			
			6		0.22		
			9	0.44			
		12					
	Д	До заморожування	–	0.25	0.49	0.31	0.22
		Після заморожування	с/з*	0.23	0.47	0.30	0.21
			3	0.46			
			6				
			9	0.24			
		12	0.45				
<i>НІР**</i>				<i>0.04</i>	<i>0.04</i>	<i>0.01</i>	<i>0.01</i>

Примітки: * с/з – свіжозаморожений;
** *НІР* – найменша істотна різниця.

Вміст протопектину й розчинного пектину та обрахунок *НІР* у швидкозаморожених соках досліджуваних і контрольних варіантів свідчать про несуттєвість їхніх змін як під час заморожування, так і протягом 12 місяців зберігання. Незначна варіація може бути спричинена за рахунок похибки дослідження.

Дослідження споживних властивостей яблучно-бурякового соку передбачало визначення вмісту бетаїну та бетаніну, які беруть активну участь в обміні речовин. Беталаїнові пігменти надають яблучно-буряковому соку специфічного червонувато-бордового забарвлення. Аналіз наукових джерел засвідчує, що тривала високотемпературна обробка та окиснення можуть призвести до зміни кольору беталаїнових пігментів із червоно-бордового на жовто-коричневий. Стабілізації кольору та його зміні з жовто-коричневого на червоно-бордовий сприяють додавання кислот, зокрема, аскорбінової, зниження рН середовища до 3–5 та наявність у достатній кількості цукрів [22].

Вміст беталаїнових пігментів у яблучно-буряковому соку (див. табл. 2) є невисоким через низьку частку бурякової складової купажу. Встановлено незначне зниження вмісту бетаїну та бетаніну під час

заморожування, а відмінності змін беталаїнових пігментів між зразками контрольного (12.9–13.6 %) та дослідного (3.0–3.5 %) варіантів зумовлено додаванням до складу останнього аскорбінової кислоти та цукру. Впливу низькотемпературного зберігання на вміст беталаїнових пігментів не виявлено.

Висновки. Визначений хімічний склад досліджуваних зразків швидкозаморожених соків із м'якоттю свідчить про їхні високі споживні властивості. Позитивний вплив швидкого заморожування на збереженість споживних властивостей соків підтверджується незначними змінами вмісту РСР, цукрів, кислот, беталаїнових пігментів і стабілізацією їх вмісту протягом 12 міс. низькотемпературного зберігання. Впливу заморожування та терміну зберігання на вміст пектинових речовин не виявлено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 4283.1:2007. Консерви. Соки та сокові продукти. Ч. 1. Терміни та визначення понять. — [Чинний від 2007–06–01]. — К. : Держспоживстандарт, 2007. — 8 с.
2. *Виробництво і споживання соків в Україні.* — Режим доступу : http://www.aitico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=150%3A2013-10-14-08-37-17&catid=43%3Anews&Itemid=163&lang=uk.
3. *Ринок соків в Україні скорочується.* — Режим доступу : http://24tv.ua/home/showSingleNews.do?rinok_sokiv_v_ukrayini_skorochuyetsya&objectId=157561.
4. *Метлицкий Л. В.* Биохимия плодов и овощей. — М. : Экономика, 1970. — 271 с.
5. *Марх А. Т.* Биохимия консервирования плодов и овощей. — М. : Пищевая пром-сть, 1973. — 186 с.
6. *Щербакова Т. В.* Стабілізація природного кольору продуктів переробки фруктів і овочів : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 : захищена 05.11.2009 : Щербакова Тетяна Вікторівна. — Х., 2009. — 219 с.
7. *Горячова О. О.* Удосконалення споживних властивостей яблучних та купажованих соків і їх зміни при зберіганні : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 : захищена 14.02.2011 : Горячова Олена Олександрівна. — Донецьк, 2011. — 154 с.
8. *Тележенко Л. Ю.* Наукові основи збереження біологічно активних речовин в технологіях переробки фруктів та овочів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.18.13 "Технологія консервованих продуктів" / Л. Ю. Тележенко ; Одеська нац. акад. харчових технологій. — О., 2005. — 38 с.
9. *Орлова Н. Я.* Товароведные аспекты формирования качества замороженных плодов, ягод и овощей : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.15 : захищена 19.11.1996 : Орлова Наталия Язеповна. — К., 1996. — 346 с.
10. *Дубініна А. А.* Технологія отримання напівфабрикатів із насіннячкових і кісточкових плодів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 "Технологія і організація громадського харчування" / А. А. Дубініна ; Харк. ін-т громад. харчування. — Х., 1993. — 19 с.

11. Павлюк Р. Ю. Розробка технології консервованих вітамінних фітодобавок і їх використання в продуктах харчування профілактичної дії : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.13 "Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів" / Р. Ю. Павлюк; Одеська держ. акад. харчових технологій. — О., 1996. — 48 с.
12. Осокіна Н. М. Формування якості плодів чорної смородини та її збереження в продуктах консервування : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 06.01.15 "Первинна обробка продуктів рослинництва" / Н. М. Осокіна ; Уманський держ. аграр. ун-т. — Умань, 2007. — 40 с.
13. Пак А. В. Формування товарознавчих властивостей заморожених пасто-подібних напівфабрикатів на основі плодової сировини : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 "Товарознавство харчових продуктів" / А. В. Пак ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — Х., 2010. — 18 с.
14. Ялпачик В. Ф. Оптимізація технології заморожування баклажанів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.03 "Первинна обробка та зберігання продуктів рослинництва" / В. Ф. Ялпачик ; Херсон. держ. техн. ун-т. — Херсон, 2004. — 22 с.
15. Белінська С. О. Органолептичні властивості купажованих швидкозаморожених соків із м'якоттю / С. О. Белінська, О. В. Дьяков, Р. П. Романенко // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2012. — № 2 (14). — С. 154—164.
16. ДСТУ EN 12143:2003. Соки фруктові та овочеві. Визначення вмісту розчинних сухих речовин. Рефрактометричний метод. — [Чинний від 2004—07—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2004. — 8 с.
17. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення цукрів. — [Чинний від 2009—01—01]. — К. : Держспоживстандарт, 2009. — 17 с.
18. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. — [Чинний від 2009—07—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2009. — 9 с.
19. *Биохимия* : практикум / [Н. Е. Кучеренко, Ю. Д. Бабенюк, А. Н. Васильев и др.]. — К. : Выща шк. Изд-во при Киев. ун-те. — 1988. — 128 с.
20. *Методы биохимического исследования растений* / [А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Смирнова-Иконникова, Н. П. Ярош, Г. А. Луковникова]. — Л. : Колос, 1972. — 456 с.
21. *Дослідження сорбційних та десорбційних властивостей цукрів і цукрозамінників, прогнозування їхнього впливу на процеси під час зберігання кондитерських виробів* / [А. М. Дорохович, В. В. Дорохович, В. В. Бадрук, А. В. Мурзін, А. Г. Абрамова, Я. С. Єстремська] // *Обладнання та технології харчових виробництв*. — 2012. — № 28. — С. 276—284.
22. *Характеристика пігментного комплексу столового буряку та закономірності змін його кольору* / [А. А. Дубініна, Н. М. Пенкіна, Н. І. Черевична, В. С. Ольховська] // *Восточно-Европейский журн. передовых технологий*. — 2013. — № 4 (10). — С. 43—47.

Стаття надійшла до редакції 02.10.2014.

Dyakov O., Belinska S. Customer value of quick-frozen blended juices with pulp.

Background. The share of directly squeezed juice in total structure of Europe consumption accounts 17 %, in Ukraine this share barely reaches 1 % [3]. The aim of the article is to study customer value of quick-frozen juices with pulp.

Material and methods. Quick-frozen juice with pulp, which is obtained from *Amal* melon, *Khersonskyi* watermelon, *Golden Delicious* apples, *Canada* carrots, *Giant* celery and *Bordeaux* beet is an object of the research. To stabilize the color and consistency of juice reasonable amount of xanthan gum, white sugar, ascorbic acid, depending on the type of juice added [4]. Juice with no additives was control variant.

In the studied (D) and control (C) versions juice soluble solids content (SS) was defined by refractometric method in YRF-454 B2M [5, p. 2–3]; total sugar and sucrose – photolorimetric method for CPK 3-01 [6, p. 8–11]; total acidity in terms of malic acid – titration [8, p. 5–6]. Glucose and fructose were defined by spectrophotometric method at *210 Specord* [7, p. 15–16], protopectin and soluble pectin [9, p. 179–180] betalain pigments – betanin and betaine [9, p. 124, 126–128]. All figures are defined in freshly made juices, frozen (24 h) and within 12 months. Storage at minus 20 ± 2 °C at intervals of 3 months.

Results. It was established, that during freezing the amount of soluble dry substances is reducing in the experimental and control variants of juice. Changes during 12 months storage compared with juice samples are insignificant.

Test specimens of juice compared with the control ones are characterized with higher content of sugars, including sucrose, which is due to addition of white sugar to the juices. Revealed slight decrease of sugar content and increase of acids' mass fraction may be due to enzymatic degradation of sugars and reduction of sugar-acid index.

Stable content of protopectin and soluble pectin is typical for quick-frozen juices. Slight decrease of betaine and betanin content during freezing was found.

Conclusion. Results of the study of test samples of quick-frozen juices with pulp chemical compositions confirm its high consumer properties.

Keywords: customer value, quick-frozen juices with pulp, soluble dry substances, total sugar, glucose, fructose, sucrose, titrated acidity, sugar-acid index, pectin, betalain pigments.

REFERENCES

1. DSTU 4283.1:2007. Konservy. Soky ta sokovi produkty. Ch. 1. Terminy ta vyznachennja ponjat'. — [Chynnyj vid 2007–06–01]. — K. : Derzhspozhyvstandart, 2007. — 8 s.
2. *Vyrobnytvo* i spozhyvannja sokiv v Ukraïni. — Rezhym dostupu : http://www.aitico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=150%3A2013-10-14-08-37-17&catid=43%3Anews&Itemid=163&lang=uk.
3. *Rynok* sokiv v Ukraïni skorochujet'sja. — Rezhym dostupu : http://24tv.ua/home/showSingleNews.do?rinok_sokiv_v_ukrayini_skorochuyetsya&objectId=157561.
4. *Metlickij L. V.* Biohimija plodov i ovoshhej. — M. : Jekonomika, 1970. — 271 s.
5. *Marh A. T.* Biohimija konservirovanija plodov i ovoshhej. — M. : Pishhevaja promst', 1973. — 186 s.
6. *Shherbakova T. V.* Stabilizacija pryrodnogo kol'oru produktiv pererobky fruktiv i ovochiv : dys. ... kand. tehn. nauk : 05.18.15 : zahyshhena 05.11.2009 : Shherbakova Tetjana Viktorivna. — H., 2009. — 219 s.
7. *Gorjachova O. O.* Udoskonalennja spozhyvnyh vlastyvostej jabluchnyh ta kupazhovanyh sokiv i i'h zminy pry zberiganni : dys. ... kand. tehn. nauk : 05.18.15 : zahyshhena 14.02.2011 : Gorjachova Olena Oleksandrivna. — Donec'k, 2011. — 154 s.
8. *Telezhenko L. Ju.* Naukovi osnovy zberezhennja biologichno aktyvnyh rehovyn v tehnologijah pererobky fruktiv ta ovochiv : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja

- dokt. tehn. nauk : spec. 05.18.13 "Tehnologija konservovanyh produktiv" / L. Ju. Telezhenko ; Odes'ka nac. akad. harchovyh tehnologij. — O., 2005. — 38 s.
9. *Orlova N. Ja.* Tovarovednye aspekty formirovanija kachestva zamorozhennyh plodov, jagod i ovoshhej : dis. ... dokt. tehn. nauk : 05.18.15 : zashhishhena 19.11.1996 : Orlova Natalija Jazepovna. — K., 1996. — 346 s.
 10. *Dubinina A. A.* Tehnologija otrymannja napivfabrykativ iz nasinnjachkovykh i kistochkovykh plodiv : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.18.16 "Tehnologija i organizacija gromads'kogo harchuvannja" / A. A. Dubinina ; Hark. in-t gromad. harchuvannja. — H., 1993. — 19 s.
 11. *Pavljuk R. Ju.* Rozrobka tehnologii konservovanyh vitaminnyh fitodobavok i i'h vykorystannja v produktah harchuvannja profilaktychnoi' dii' : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.18.13 "Tehnologija konservovanyh i oholodzhenykh harchovyh produktiv" / R. Ju. Pavljuk ; Odes'ka derzh. akad. harchovyh tehnologij. — O., 1996. — 48 s.
 12. *Osokina N. M.* Formuvannja jakosti plodiv chornoj' smorodyny ta i'i' zberezhennja v produktah konservuvannja : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 06.01.15 "Pervynna obrobka produktiv roslynnytva" / N. M. Osokina ; Umans'kyj derzh. agrar. un-t. — Uman', 2007. — 40 s.
 13. *Pak A. V.* Formuvannja tovaroznavchykh vlastyvostej zamorozhenykh pastopodibnykh napivfabrykativ na osnovi plodovoi' syrovyny : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.18.15 "Tovaroznavstvo harchovyh produktiv" / A. V. Pak ; Hark. derzh. un-t harchuvannja ta torgivli. — H., 2010. — 18 s.
 14. *Jalpachyk V. F.* Optymizacija tehnologii zamorozhuvannja baklazhaniv : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.18.03 "Pervynna obrobka ta zberigannja produktiv roslynnytva" / V. F. Jalpachyk ; Herson. derzh. tehn. un-t. — Herson, 2004. — 22 s.
 15. *Belins'ka S. O.* Organoleptychni vlastyvoli kupazhovanykh shvydkozamorozhenykh sokiv iz m'jakottju / S. O. Belins'ka, O. V. D'jakov, R. P. Romanenko // Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". — 2012. — № 2 (14). — S. 154—164.
 16. DSTU EN 12143:2003. Soky fruktovi ta ovochevi. Vyznachennja vmistu rozchynnykh suhyh rehovyn. Refraktometrychnyj metod. — [Chynnyj vid 2004—07—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2004. — 8 s.
 17. DSTU 4954:2008. Produkty pereroblennja fruktiv ta ovochiv. Metody vyznačennja cukriv. — [Chynnyj vid 2009—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart, 2009. — 17 s.
 18. DSTU 4957:2008. Produkty pereroblennja fruktiv ta ovochiv. Metody vyznačennja tytrovanoj' kyslotnosti. — [Chynnyj vid 2009—07—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2009. — 9 s.
 19. *Biohimija* : praktikum / [N. E. Kucherenko, Ju. D. Babenjuk, A. N. Vasil'ev i dr.]. — K. : Vyshha shk. Izd-vo pri Kiev. un-te. — 1988. — 128 s.
 20. *Metody biohimicheskogo issledovanija rastenij* / [A. I. Ermakov, V. V. Arasimovich, M. I. Smirnova-Ikonnikova, N. P. Jarosh, G. A. Lukovnikova]. — L. : Kolos, 1972. — 456 s.
 21. *Doslidzhennja sorbcijnykh ta desorbciynykh vlastyvostej cukriv i cukrozaminnykh, prognovannja i'hn'ogo vplyvu na procesy pid chas zberigannja kondyters'kyh vyrobiv* / [A. M. Dorohovych, V. V. Dorohovych, V. V. Badruk, A. V. Murzin, A. G. Abramova, Ja. S. Jestrems'ka] // Obladnannja ta tehnologii harchovyh vyrobnyctv. — 2012. — № 28. — S. 276—284.
 22. *Harakterystyka pigmentnogo kompleksu stolovogo burjaku ta zonomirnosti zmin jogo kol'oru* / [A. A. Dubinina, N. M. Penkina, N. I. Cherevychna, V. S. Ol'hovs'ka] // Vostochno-Evropejskij zhurn.передovyh tehnologij. — 2013. — № 4 (10). — S. 43—47.

УДК 641.18:664.788

**Антоніна ДУБІНІНА,
Тетяна ПОПОВА,
Світлана ЛЕНЕРТ**

ВІТАМІННИЙ І МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД КРУПІВ ІЗ ГРЕЧКИ

Проведено дослідження і порівняльний аналіз вітамінного та мінерального складу крупи із різних селекційних сортів гречки. Встановлено, що найбільш збалансованою за вмістом мікронутрієнтів виявилася крупа із гречки сортів Космея, Квітник і Дюймовочка, які є перспективними та водночас біофортифікованою сировиною для виробництва продуктів функціонального призначення.

Ключові слова: гречана крупа, гречка, селекційний сорт, вітамінний склад, мінеральний склад.

Дубинина А., Попова Т., Ленерт С. Витаминный и минеральный состав круп из гречихи. Проведены исследования и сравнительный анализ витаминного и минерального состава крупы из разных селекционных сортов гречихи. Установлено, что наиболее сбалансированной по содержанию микронутриентов оказалась крупа из гречихи сортов Космея, Квитник и Дюймовочка, которые являются перспективными и одновременно биофортифицированным сырьем для производства продуктов функционального назначения.

Ключевые слова: гречневая крупа, гречиха, селекционный сорт, витаминный состав, минеральный состав.

Постановка проблеми. Глобальною соціально-економічною проблемою країни є харчування населення, якому належить важлива роль у формуванні та збереженні здоров'я нації, підвищенні працездатності людини та її активного довголіття [1]. Населення України, як і більшості країн світу, потерпає від хронічних неінфекційних захворювань – серцево-судинних, онкологічних, діабету тощо. Стан здоров'я населення можна охарактеризувати високим рівнем захворюваності, зростанням смертності, низькою середньою тривалістю життя, одним із найголовніших чинників якого є нераціональне, незбалансоване та неякісне харчування [2].

Сьогодні структура харчування населення України має суттєві відхилення від збалансованої формули – перш за все за рівнем споживання вітамінів і мінеральних речовин, що є факторами ризику для багатьох аліментарних і аліментарнозалежних захворювань. У населення багатьох регіонів виявлено дефіцит природних антиоксидантів (вітамінів С, Е, бета-каротину), есенційних елементів (Кальцію, Магнію, Фосфору, Йоду, Селену, Феруму та ін.) [3].

© Антоніна Дубініна, Тетяна Попова, Світлана Ленерт, 2014

Мікронутрієнти відносяться до незамінних речовин харчових продуктів, організм людини не синтезує їх і має одержувати щоденно з їжею. Вітаміни та мінерали є життєво необхідними для обмінних процесів в організмі людини в будь-якому віці. Недостатність мікронутрієнтів особливо небезпечна тим, що тривалий час не проявляється клінічно і призводить до різних захворювань, які обумовлено неможливістю протікання багатьох біохімічних процесів в організмі людини, зокрема, реакції обміну речовин, процесів всмоктування, секреції, кровотворення, згортання крові, виділення з організму метаболітів тощо [4; 5].

В умовах підвищеного нервово-емоційного напруження, дії шкідливих факторів виробництва і зовнішнього середовища потреба людини в мікронутрієнтах як важливого захисного чинника суттєво зростає. За визначенням експертів ФАО/ВООЗ, дефіцит мікронутрієнтів стане головною кризою в харчуванні всього світового населення в XXI столітті [6; 7]. Якщо роль вітамінів у життєдіяльності організму стала медичною парадигмою, то значення мінеральних речовин (особливо мікроелементів) і необхідність їх обов'язкового надходження до організму недооцінюються [8].

Для вирішення проблеми забезпечення населення України необхідними мікронутрієнтами важливе значення має використання біофортифікованої рослинної сировини, розробка та впровадження принципово нових технологій її переробки у продукти високої якості, які мають оздоровчий вплив на організм людини, забезпечують профілактику аліментарно-залежних станів і захворювань, сприяють усуненню дефіциту есенційних речовин [9]. Передусім, це мають бути продукти масового споживання, які регулярно використовуються в повсякденному харчуванні, доступні всім верствам населення: молоко та кисломолочні продукти, безалкогольні напої, борошно, крупи, хлібобулочні вироби, овочі, фрукти, горіхи та ін. [10].

До таких продуктів належить гречана крупа, яка користується великим попитом і має високу харчову та споживну цінність. Основна частина зародка гречки перебуває всередині ендосперму й не видаляється при лущенні – тому в крупі залишається багато вітамінів і мінеральних речовин. У XX столітті гречку почали називати "царицею круп" за її рекордний вміст вітамінів, макро- та мікроелементів, повноцінних білків, необхідних для здоров'я людини. Завдяки унікальному хімічному складу гречка вважається універсальним компонентом оздоровчого харчування, широко використовується в дитячому та лікувально-профілактичному харчуванні [11]. У майже 30 країнах світу (Україна, Китай, Росія, Індія, Японія, Корея, Німеччина, Польща, Словенія, США та ін.) проводяться дослідження цієї унікальної круп'яної культури. Проте недостатньо уваги приділяється вивченню її хімічного складу залежно від сорту. Вчені-селекціонери при створенні нових сортів і гібридів звертають увагу переважно на врожайність, стійкість до хвороб

і шкідників, адаптацію до екологічних умов, технологічні властивості тощо. Саме тому актуальним є дослідження вітамінного та мінерального складу крупи із гречки різних селекційних сортів, найбільш перспективних для вирощування у зоні Лісостепу України.

Мета роботи – дослідження та порівняльний аналіз якісного й кількісного складу мікронутрієнтів крупи із гречки шести селекційних сортів із метою відбору біофортифікованої сировини.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – сорти гречки, вирощені на полях Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України (Харків): *Українка, Ярославна, Квітник, Космея, Дюймовочка, Доцик*. Усі вони мають різне еколого-географічне походження та генетичну основу, створені за використання різного вихідного матеріалу та за допомогою різних селекційних методів. Сорти відрізняються за морфологічними ознаками (формою, величиною, забарвленням зернівки), господарсько-біологічними характеристиками (врожайністю, вегетаційним періодом, технологічними властивостями), хімічним складом (вмістом білків, жирів, вуглеводів, органічних кислот, зольних елементів). Усі вони – перспективний сортовий матеріал гречки широкого спектру використання: в промисловому товарному виробництві, для створення медоносного конвеєра, страхового використання при сільськогосподарському виробництві, сировинної бази для харчової та фармацевтичної промисловості, можливості вирощування при використанні інтенсивних і прогресивних технологій тощо.

Вміст тіаміну (B_1) та рибофлавіну (B_2) визначено флюорометричним методом [12, с. 140–143], ніотинової кислоти (ніацину, B_3) – колориметричним [12, с. 143–144], токоферолу (Е) та β -каротину – спектрофотометричним [12, с. 131–134], Кальцію – титриметричним [13], Фосфору – спектрофотометричним [14], Магнію, Феруму та Мангану – атомно-абсорбційним [15–17].

При визначенні процента забезпечення добової потреби у вітамінах і мінеральних елементах розрахунки проводилися на основі встановлених в Україні норм за середніми значеннями для дорослого населення (чоловіків і жінок) при споживанні 100 г гречаної крупи [18].

Результати досліджень. Визначено вітамінний склад крупи із гречки різних селекційних сортів, результати наведено в *табл. 1*.

Отримані результати підтверджують, що гречана крупа є джерелом вітамінів групи В та вітаміну Е. Відомо, що гречка займає перше місце серед більшості круп'яних культур за кількістю вітамінів групи В, вміст яких у 5–7 разів вище, ніж в інших крупах [19]. Вітаміни групи В беруть участь у вуглеводному, ліпідному, білковому та водно-сольовому обміні організму людини, відіграють важливу роль в процесі кровотворення, природному синтезі гормонів, функціонуванні головного мозку, роботі нервової, серцево-судинної, травної та імунної систем.

Таблиця 1

Вітамінний склад крупи із гречки різних сортів, 10⁻³% $P \geq 0.95; n = 3$

Найменування сорту гречки	Вміст				
	тіаміну	рибофлавіну	ніацину	токоферолу	β -каротину
<i>Дощик</i>	0.20	0.17	3.80	5.79	0.0061
<i>Українка</i>	0.18	0.16	4.20	5.82	0.0072
<i>Ярославна</i>	0.15	0.21	3.00	4.87	0.0058
<i>Космея</i>	0.22	0.25	3.40	5.18	0.0062
<i>Дюймовочка</i>	0.24	0.17	4.10	6.65	0.0055
<i>Квітник</i>	0.34	0.18	2.88	6.60	0.0060

Передозування вітаміном В₁ практично неможливо, а ось його дефіцит призводить до тяжких порушень. У досліджуваних зразках гречаної крупи вміст тіаміну мав значні розбіжності (різниця в 1.4–2.3 раза) залежно від сорту гречки.

Гречана крупа – лідер серед інших круп за вмістом рибофлавіну. Найбільший його вміст встановлено в гречаній крупі сортів *Космея* та *Ярославна*, інші сорти мали приблизно однакову його кількість. Вітамін В₂ широко розповсюджений у природі, до організму людини надходить здебільшого з м'ясними й молочними продуктами, але серед рослинних джерел гречана крупа займає лідируючу позицію поряд з вівсяною, а також листовими зеленими овочами, горохом, макаронними виробами, цільнозерновим хлібом.

Гречана крупа містить рекордну кількість ніотинової кислоти (майже в 4 рази більше, ніж у вівсяній). Ніацин – єдиний вітамін, який традиційна медицина вважає ліками. Деякі вчені припускають, що він ефективніше за ліки нормалізує вміст холестерину в крові [20].

Найбільший вміст вітаміну В₃ має гречана крупа сортів *Українка*, *Дюймовочка* та *Дощик*, менший у 1.3–1.5 раза – сорту *Квітник*.

Завдяки значному вмісту жиру (до 3.5 %), порівняно з іншими крупами, гречана відрізняється підвищеним вмістом жиророзчинного вітаміну Е (токоферолу). Вплив цього вітаміну на організм людини важко переоцінити. Вітамін Е – головний представник групи антиоксидантів. Саме токоферол сприяє гарному збереженню гречаної крупи й збільшує її строк придатності.

Встановлено, що вміст токоферолу в крупі із шести різних сортів гречки мав деякі розбіжності: найбільшу його кількість встановлено в крупі сорту *Дюймовочка*, найменшу – сорту *Ярославна*.

У складі гречаної крупи встановлено незначну кількість β -каротину. За його вмістом досліджувані сорти гречки не мали суттєвих відмінностей.

Одним із критеріїв біологічної цінності продуктів харчування є вміст мінеральних речовин, які входять до складу мінеральних солей,

органічних кислот, інших органічних сполук. Як пластичний матеріал вони входять до складу гормонів, вітамінів, ферментів, до опорних тканин – кісток, хрящів, зубів; беруть участь у кровотворенні; впливають на водний обмін і визначають осмотичний тиск плазми крові [21]. Недостатнє споживання мінеральних речовин викликає в організмі людини порушення обміну білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і призводить до розвитку серцево-судинних, ниркових, неврологічних захворювань, нервових розладів, м'язової слабкості, сонливості, втрати апетиту та зниження імунітету [22].

Відомо, що за вмістом мінеральних речовин гречана крупа займає лідируючу позицію серед інших видів круп. До складу гречки входять Калій, Фосфор, Магній, Натрій, Кальцій, Ферум, Мідь, Йод, Цинк, Бор, Кобальт, Нікол, що робить гречану кашу ще кориснішою для організму людини. Результати визначення мінерального складу крупи із гречки різних селекційних сортів наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

Мінеральний склад крупи із гречки різних сортів, $10^{-3}\%$ $P \geq 0.95; n = 3$

Найменування сорту гречки	Вміст				
	Кальцію	Фосфору	Магнію	Феруму	Мангану
<i>Дощик</i>	57.6	278	175	8.01	1.33
<i>Українка</i>	56.6	278	189	6.78	1.47
<i>Ярославна</i>	58.5	271	185	6.78	1.52
<i>Космея</i>	58.5	271	221	9.45	1.48
<i>Дюймовочка</i>	59.5	278	191	6.44	1.80
<i>Квітник</i>	56.6	289	214	8.56	1.67

Серед макроелементів слід відзначити велику кількість Магнію, за вмістом якого гречка перевершує овес, пшеницю, жито в середньому в 2 рази, рис – в 4 рази [23]. Магній – природний транквілізатор і антистресовий мінерал, відіграє значну роль в організмі людини. Він необхідний для нормального функціонування майже 300 ферментів. Разом із Кальцієм і Фосфором впливає на формування здорових кісток, необхідний для обміну глюкози, амінокислот, жирів, транспорту поживних речовин. Бере участь у процесі синтезу білків, передачі генетичної інформації, нервових сигналів, знижує вміст холестерину, сприяє очищенню організму від деяких токсинів. Дослідженнями встановлено коливання вмісту Магнію залежно від сорту гречки, з якого виготовлена крупа. Найбільшим вмістом Магнію вирізнялися крупи сортів *Космея* та *Квітник*, найменшим – сорту *Дощик*.

Гречана крупа лідирує за вмістом солей Фосфору, випереджаючи за цим показником інші злаки більш ніж у 5 разів [24]. Встановлено, що вміст цього мінералу в досліджуваних зразках крупи не мав суттєвих відмінностей залежно від сорту. Відомо, що Фосфор впливає

на розумову та м'язову діяльність, разом із кальцієм бере участь в утворенні кісткової тканини, служить для здійснення практично кожної хімічної реакції в організмі, для виробництва енергії, бере участь у синтезі білка.

Не було встановлено й суттєвих розбіжностей вмісту Кальцію в гречаній крупі залежно від сортової специфіки гречки. Кальцій є головним будівельним матеріалом для формування кісток і зубів, входить до складу крові, клітинних і тканинних рідин, зменшує проникність стінок судин, перешкоджаючи проникненню в клітини чужорідних алергенів і вірусів.

Незважаючи на значний вміст Фосфору та Кальцію, гречана крупа, як і інші зернові продукти, не є джерелом цих макроелементів, оскільки містить фітинову кислоту, яка утворює з ними нерозчинні сполуки, що не засвоюються організмом. Відомо, що на засвоєння Кальцію в організмі людини впливає збалансованість його за вмістом Фосфору. Оптимальним співвідношенням Кальцію та Фосфору вважається 1 : 1.5 – тоді утворюються легкорозчинні фосфорнокислі солі кальцію, які добре всмоктуються. Гречана крупа поряд із пшоном, картоплею, томатами, яблуками відноситься до продуктів, в яких ці мінерали перебувають в найменш сприятливо збалансованих співвідношеннях. Для дотримання балансу в харчуванні їх потрібно вживати разом із продуктами з високим вмістом Кальцію – наприклад, з молочними продуктами, горіхами, бобовими та ін.

Гречана крупа – джерело багатьох мікроелементів: Феруму, Міді, Марганцю, Йоду, Бору, Фтору, Кобальту, Цинку, Кремнію, Селену та ін.

Особливо слід зазначити наявність Феруму, рекордна кількість якого міститься в гречаній крупі. Він бере участь в утворенні гемоглобіну в крові, синтезі гормонів щитовидної залози, захисті організму від бактерій. Ферум необхідний для утворення імунних захисних клітин, для "роботи" вітамінів групи В. Через велику кількість Феруму гречку рекомендують при анемії, тому що її регулярне вживання сприяє підвищенню рівня гемоглобіну – основного переносника кисню. За вмістом Феруму лідируючу позицію займає крупа сортів гречки *Космея*, *Квітник* і *Дощик*. На 20–30 % був меншим вміст цього елемента в інших досліджуваних сортах.

Гречана крупа є багатим джерелом ще одного важливого елемента – Мангану, який необхідний для нормального функціонування мозку та нервової системи, впливає на жировий обмін; нормалізує вміст цукру в крові. Манган спільно з Цинком і Міддю функціонує як антиоксидант, разом із Кальцієм бере участь у розвитку кісткової тканини. Сорти *Дюймовочка* і *Квітник* містять найбільше Мангану в своєму складі, а *Дощик* – найменше.

Ураховуючи достатньо високу термостабільність вітамінів групи В, розраховано ступінь забезпечення потреби дорослої людини в мікроелементах при споживанні термічно необробленої гречаної крупы (*табл. 3*).

Забезпечення добової потреби у вітамінах і мінеральних речовинах при споживанні 100 г гречаної крупи

Мікронутрієнт	Вміст у крупі із гречки різних сортів, 10 ⁻³ %	Добова потреба, мг [18]	Забезпечення добової потреби, %
<i>Вітаміни</i>			
Тіамін	0.15–0.34	1.3–1.7	12–20
Рибофлавін	0.16–0.25	1.6–2.0	10–13
Ніацин	2.88–4.20	20	15–21
Токоферол	4.87–6.65	15	33–45
<i>Мінеральні речовини</i>			
Кальцій	56.6–59.5	1100–1200	5
Фосфор	271–289	1200	23–25
Магній	175–221	350–400	50–55
Ферум	6.44–9.45	15–17	43–56
Манган	1.33–1.80	5–10	26–53

Дані таблиці свідчать, що споживання всього 100 г гречаної крупи забезпечує від 10 до 25 % добової потреби дорослої людини в необхідних мікронутрієнтах, а по деяким із них (токоферол, Магній, Ферум, Манган) цей показник досягає 45–56 %, що дає змогу віднести гречану крупу до продуктів із високим вмістом біологічно активних речовин, вважати одним із цінних продуктів оздоровчого, дієтичного харчування та важливим компонентом дитячого харчування.

Висновки. Експериментально підтверджено, що вміст досліджуваних вітамінів і мінеральних речовин (особливо Феруму й Мангану) залежить від сорту гречки, з якої виготовлена крупа. Збалансованими за мінеральним і вітамінним складом виявилися крупи сортів гречки *Квітник*, *Космея* та *Дюймовочка*. Саме їх можна вважати найбільш перспективними та розглядати як біофортифіковану рослинну сировину для виробництва продуктів функціонального призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рудавка С. І. Економічні проблеми раціонального харчування та його роль у покращенні здоров'я населення України / С. І. Рудавка // Вісн. Вінницького нац. мед. ун-ту. — 2013. — Т. 17, № 2. — С. 475—481.
2. Гуліч М. П. Раціональне харчування та здоровий спосіб життя – основні чинники збереження здоров'я населення / М. П. Гуліч // Проблеми старення и долголетия. — 2011. — Т. 20, № 2. — С. 128—132.
3. Пересічний М. Мінеральний та вітамінний склад сирно-рослинних паст із підвищеним вмістом йоду / М. Пересічний, К. Паламарек // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2013. — № 2 (16). — С. 125—131.
4. Проблема мікроелементів у харчуванні населення України та шляхи її вирішення / В. Н. Корзун, І. П. Козярин, А. М. Парац та ін. // Проблеми харчування. — 2007. — № 1. — С. 5—11.
5. *Микронутриенты* в питании здорового и больного человека / [Тутельян В. А., Спиричев В. Б., Суханов Б. П., Кудашова В. А.]. — М. : Колос, 2002. — 424 с.

6. *Системные* продукты здоровья / [Дадали В. А., Тананова Г. В., Шаповалова Л. М. и др.]. — М. : [б. и.], 2002. — 183 с.
7. *Нанотехнології* мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів / [Сердюк А. М., Гуліч М. П., Каплуненко В. Г., Косінов М. В.] // Журн. Нац. акад. мед. наук України. — 2010. — Т. 16, № 1. — С. 107—114.
8. *Григоренко О. М.* Розробка продуктів харчування, збагачених мікроелементами, як засіб вирішення проблеми гіпер- і гіпомікроелементозів / О. М. Григоренко // Вісн. ДонНУЕТ. — 2013. — № 1 (57). — С. 33—41.
9. *Спиричев В. Б.* Обогащение пищевых продуктов микронутриентами – надежный путь оптимизации их потребления / В. Б. Спиричев, В. В. Трихина, В. М. Позняковский // Ползуновский вестн. — 2012. — № 2/2. — С. 9—15.
10. *Корзун В. Н.* Теоретичні основи створення та вживання продуктів спеціального призначення / В. Н. Корзун // Довкілля та здоров'я. — 2009. — № 1. — С. 63—68.
11. *Парахин Н. В.* Гречиха: биологические возможности и пути их реализации / Н. В. Парахин // Вестн. ОрелГАУ. — 2010. — № 4 (25). — С. 4—8.
12. *Фізіолого-біохімічні* методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / [Андрєєва Л. В., Вербицький П. І., Віщур О. І. та ін.] ; за ред. В. В. Влізло. — [3-ге вид.]. — Л. : Ін-т біології тварин УААН, 2004. — 399 с.
13. Корми для тварин. Визначення вмісту кальцію. Ч. 1. Титриметричний метод (ISO 6490-1:1985, IDT) : ДСТУ ISO 6490-1:2004. — [Чинний від 2006—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2005. — 8 с.
14. Корми для тварин. Визначення вмісту фосфору. Спектриметричний метод (ISO 6491:1998, IDT) : ДСТУ ISO 6491:2004. — [Чинний від 2006—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 10 с.
15. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания магния : ГОСТ 30502-97. — Введ. 1999—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1998. — 8 с.
16. Корма растительные. Методы определения железа: ГОСТ 27998-88. — Введ. 1990—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1989. — 10 с.
17. Корма растительные. Методы определения марганца : ГОСТ 27997-88. — Введ. 1990—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1989. — 7 с.
18. Наказ МОЗ України від 18 лист. 1999 р. № 272 "Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення в основних харчових речовинах та енергії". — Режим доступу : http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_19991118_272.html.
19. *Химический* состав пищевых продуктов. Кн. 2 : Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микро-элементов, органических кислот и углеводов ; под ред. проф., д-ра техн. наук И. М. Скурихина и проф., д-ра мед. наук М. Н. Волгарева. — [2-е изд., перераб. и доп.]. — М. : Агропромиздат, 1987. — 360 с.
20. *Витамин РР* (никотиновая кислота, ниацин, никотинамид (nicotinamidum)). — Режим доступа : <http://vitamini.by/vitamin-pp.htm>.
21. *Федорова Д.* Мінеральний склад концентратів супів-пюре для військово-службовців / Д. Федорова, О. Козачишена // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2012. — № 2 (14). — С. 165—172.

22. *Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення) :* монографія / [Погорєлов М. В., Бумейстер В. І., Ткач Г. Ф. та ін.]. — Суми : Вид-во СумДУ, 2010. — 147 с.
23. *Гречка зеленая.* РФ. — Режим доступа : <http://grechka-zelenaya.ru/ogrechke-zelenoj/grechka-zelenaja-sport-syroedenie/grechka-zelenaja.html>.
24. *Рейтинг каш по пищевой ценности.* — Режим доступа : <http://www.mir-ta.com/forum/index.php?showtopic=1464>.

Стаття надійшла до редакції 29.09.2014.

Dubinina A., Popova T., Lenert S. The vitamin and mineral content of buckwheat groats.

Background. Nowadays the structure of Ukraine people's nutrition has a significant deviation from a balanced formula for consumption level of vitamins and minerals. Biofortified plant material usage for food production, especially mass consumption, which is available to all segments of the population is important for solving this problem. Buckwheat groats is one of these products. Due to the emergence of new buckwheat varieties, it is appropriate to determine the content of some micronutrients. The aim of the study is a comparative analysis of vitamin and mineral content of buckwheat groats from buckwheat of 6 breeding varieties in order to select biofortified raw materials.

Material and methods. The objects of the research are varieties of buckwheat grown in the fields of the V. Ya. Yuriev Plant Production Institute of NAAS of Ukraine: Ukrainka, Yaroslavna, Kvitnyk, Kosmeya, Duimovochka, Doshchyk. The content of thiamine and riboflavin was determined by the fluorometric method, nicotinic acid by colorimetric, tocopherol and β -carotene – spectrophotometric, phosphorus – spectrophotometric, calcium – titrimetric, magnesium, manganese and iron – atomic-absorption [12–17].

Results. It was experimentally confirmed that the content of vitamins and minerals can vary considerably depending on the buckwheat variety the groats is made of. Significant differences were observed for vitamins B₁, B₂, B₃, E, iron and manganese. The consumption of 100 g of buckwheat provides from 10 to 25 % of the daily adult micronutrient requirement, and for some of nutrients (tocopherol, magnesium, iron, manganese), this figure reaches 45–56 %.

Conclusion. Groats of buckwheat varieties Kvitnyk, Kosmeya and Duimovochka were found to be balanced in mineral and vitamin content. They can be considered as the most promising and regarded as biofortified plant material for manufacturing products of functional purpose.

Keywords: buckwheat groats, buckwheat, selection variety, vitamin and mineral composition.

REFERENCES

1. *Rudavka S. I.* Ekonomichni problemy racional'nogo harchuvannja ta jogo rol' u pokra-shhenni zdorov'ja naselennja Ukrai'ny / S. I. Rudavka // *Visn. Vinnyc'kogo nac. med. un-tu.* — 2013. — T. 17, № 2. — S. 475—481.
2. *Gulich M. P.* Racional'ne harchuvannja ta zdorovyj sposib zhyttja osnovni chynnyky zberezhennja zdorov'ja naselennja / M. P. Gulich // *Problemy starenija y dolgoletija.* — 2011. — T. 20, № 2. — S. 128—132.
3. *Peresichnyj M.* Mineral'nyj ta vitaminnyj sklad syrno-roslynnyh past iz pidvyshhenym vmistom jodu / M. Peresichnyj, K. Palamarek // *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky"*. — 2013. — № 2 (16). — S. 125—131.
4. *Problema mikroelementiv u harchuvanni naselennja Ukrai'ny ta shljahy i'i' vyrishennja / V. N. Korzun, I. P. Kozjaryn, A. M. Parac ta in. // Problemy harchuvannja.* — 2007. — № 1. — S. 5—11.

5. *Mikronutrienty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka* / [Tutel'jan V. A., Spirichev V. B., Suhanov B. P., Kudashova V. A.]. — M. : Kolos, 2002. — 424 s.
6. *Sistemnye produkty zdorov'ja* / [Dadali V. A., Tananova G. V., Shapovalova L. M. i dr.]. — M. : [b. i.], 2002. — 183 s.
7. *Nanotehnologii' mikronutrijentiv: problemy, perspektivy ta shljahy likvidacii' deficytu makro- ta mikroelementiv* / [Serdjuk A. M., Gulich M. P., Kaplunenko V. G., Kosinov M. V.] // Zhurn. Nac. akad. med. nauk Ukrai'ny. — 2010. — T. 16, № 1. — S. 107—114.
8. *Grygorenko O. M. Rozrobka produktiv harchuvannja, zbagachenyh mikroelementamy, jak zasib vyrishennja problemy giper- i gipomikroelementoziv* / O. M. Grygorenko // Visn. DonNUET. — 2013. — № 1 (57). — S. 33—41.
9. *Spirichev V. B. Obogashhenie pishhevych produktov mikronutrientami nadezhnyj put' optimizacii ih potreblenija* / V. B. Spirichev, V. V. Trihina, V. M. Poznjakovskij // Polzunovskij vestn. — 2012. — № 2/2. — S. 9—15.
10. *Korzun V. N. Teoretychni osnovy stvorennya ta vzhyvannja produktiv special'nogo pryznachennja* / V. N. Korzun // Dovkillja ta zdorov'ja. — 2009. — № 1. — S. 63—68.
11. *Parahin N. V. Grechiha: biologicheskie vozmozhnosti i puti ih realizacii* / N. V. Parahin // Vestn. OrelGAU. — 2010. — № 4 (25). — S. 4—8.
12. *Fiziologo-biohimichni metody doslidzhen' u biologii', tvarynnyctvi ta veterynarnij medycyni : dovidnyk* / [Andrjejeva L. V., Verbyc'kyj P. I., Vishhur O. I. ta in.] ; za red. V. V. Vlizlo. — [3-tje vyd.]. — L. : In-t biologii' tvaryn UAAN, 2004. — 399 s.
13. *Kormy dlja tvaryn. Vyznachennja vmistu kal'ciju. Ch. 1. Tytrometrychnyj metod (ISO 6490-1:1985, IDT) : DSTU ISO 6490-1:2004.* — [Chynnyj vid 2006—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2005. — 8 s.
14. *Kormy dlja tvaryn. Vyznachennja vmistu fosforu. Spektrometrychnyj metod (ISO 6491:1998, IDT) : DSTU ISO 6491:2004.* — [Chynnyj vid 2006—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. — 10 s.
15. *Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Atomno-absorbcionnyj metod opredelenija sodержanija magnija : GOST 3050297.* — Vved. 1999—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1998. — 8 s.
16. *Korma rastitel'nye. Metody opredelenija zheleza: GOST 2799888.* — Vved. 1990—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1989. — 10 s.
17. *Korma rastitel'nye. Metody opredelenija marganca : GOST 2799788.* — Vved. 1990—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1989. — 7 s.
18. *Nakaz MOZ Ukrai'ny vid 18 lyst. 1999 r. № 272 "Pro zatverdzhennja Norm fiziologichnyh potreb naselennja v osnovnyh harchovyh rehovynah ta energii"*. — Rezhym dostupu : http://www.moz.gov.ua/ua/portal/dn_19991118_272.html.
19. *Himicheskij sostav pishhevych produktov. Kn. 2 : Spravochnye tablicy sodержanija aminokislot, zhirnyh kislot, vitaminov, makro- i mikrojelementov, organicheskikh kislot i uglevodov ; pod red. prof., d-ra tehn. nauk I. M. Skurichina i prof., d-ra med. nauk M. N. Volgareva.* — [2-e izd., pererab. i dop.]. — M. : Agropromizdat, 1987. — 360 s.
20. *Vitamin RR (nikotinovaja kislota, niacin, nikotinamid (nicotinamidum)).* — Rezhym dostupa : <http://vitamini.by/vitamin-pp.htm>.
21. *Fedorova D. Mineral'nyj sklad koncentrativ supiv-pjure dlja vijs'kovosluzhbovciv* / D. Fedorova, O. Kozachyshena // Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky". — 2012. — № 2 (14). — S. 165—172.
22. *Makro- ta mikroelementy (obmin, patologija ta metody vyznachennja) : monografija* / [Pogorjelov M. V., Bumejster V. I., Tkach G. F. ta in.]. — Sumy : Vyd-vo SumDU, 2010. — 147 s.
23. *Grechka zelenaja. RF.* — Rezhym dostupa : <http://grechka-zelenaya.ru/o-grechke-zelenoj/grechka-zelenaja-sport-syroedenie/grechka-zelenaja.html>.
24. *Rejting kash po pishhevoj cennosti.* — Rezhym dostupa : <http://www.mir-ta.com/forum/index.php?showtopic=1464>.

УДК 663.954.3

Діана КУНДІУС

СЕНСОРНИЙ АНАЛІЗ ФІТОЧАЇВ ІЗ ШИПШИНОЮ

Проведено порівняльний сенсорний аналіз фіточаїв із шипшиною вітчизняних і закордонних виробників, представлених на ринку України. Оцінено органолептичні властивості фіточаю під час зберігання протягом 6 та 12 місяців за 5-бальною шкалою та методом профілювання.

Ключові слова: сенсорний аналіз, фіточай, фруктовий чай, органолептична оцінка, шипшина, профілювання.

Кундіус Д. Сенсорный анализ фиточаев с шиповником. Проведен сравнительный сенсорный анализ фиточаев с шиповником отечественных и зарубежных производителей, представленных на рынке Украины. Оценены органолептические свойства фиточая в процессе хранения в течение 6 и 12 месяцев по 5-балльной шкале и методом профилирования.

Ключевые слова: сенсорный анализ, фиточай, фруктовый чай, органолептическая оценка, шиповник, профилирование.

Постановка проблеми. Сьогодні все більше людей приділяє значну увагу рослинним цілющим чаям. Фіточаї в останні роки стають помітними конкурентами фармацевтичним засобам, оскільки володіють не лише лікувальною, профілактичною, імуномодельючою дією, а й мають неповторний аромат і приємний смак. Вони стали традиційним продуктом для споживачів, яким подобаються напої з неординарним смаком, лікувальними властивостями та простим приготуванням [1; 2].

Споживання фіточаю дає змогу збагатити організм необхідними вітамінами, мінеральними та дубильними речовинами, амінокислотами, ефірними оліями, а також задовольнити смакові потреби споживача. До компонентів фіточаїв, які рекомендовано усім здоровим людям, належать плоди шипшини, ромашка, листя, квіти та плоди глоду, суниця, липовий цвіт тощо, які зумовлюють відповідний смак і колір напоїв [3].

У системі контролю якості фіточаїв поряд із фізико-хімічними, бактеріологічними, показниками безпечності одне з важливих місць належить сенсорному аналізу. Результати органолептичної оцінки часто є остаточними й вирішальними при визначенні якості продукції, особливо для тієї, яка за класифікацією відноситься до смакових товарів.

Сенсорний аналіз – це оцінка якості харчових продуктів за допомогою органів відчуття, яка дає змогу виявити комплекс властивостей продукту: запах (аромат), смак, консистенцію, колір та ін. із застосуванням аналітичних методів.

У науковій літературі до цього часу практично відсутні результати досліджень як хімічного складу фіточаїв, так і їхніх органолептичних властивостей.

© Діана Кундіус, 2014

Мета роботи – проведення порівняльного сенсорного аналізу фіточаїв із шипшиною вітчизняних і закордонних виробників, представлених на ринку України.

Матеріали та методи. Об'єкти досліджень – зразки фіточаїв із шипшиною, два з яких українського виробництва, а сім – закордонного (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика досліджуваних фіточаїв із шипшиною

Торгова марка	Склад фіточаю	Виробник
<i>Карпатський чай</i>	Плоди шипшини, яблуни, аронії, пелюстки гібіскусу, натуральний аромат	ПК "Екопродукт", Україна
<i>Flosana</i>	Плоди шипшини (48 %), глід, квітки гібіскуса, горобина, слива, ароматизатор	Tetley Polska Sp. Z.o.o, Польща
<i>Ekspres arbata</i>	Шипшина, натуральний аромат	Zaklad Produkcujni, Польща
<i>Herba</i>	Шипшина, гібіскус	Wilken Tee Gmbh, Німеччина
<i>Lipton</i>	Плоди шипшини, гібіскуса, ароматизатор малини натуральний	ТОВ "Юнілевер Русь", Росія
<i>Milford</i>	Плоди шипшини, гібіскус	Ostfriesische tee gesellschaft Laurens Sperhmann, Німеччина
<i>Принцеса Ява</i>	Гібіскус (каркаде), плоди шипшини, ароматизатор лісові ягоди, ідентичний натуральному	ТОВ "НЕП", під контролем ТОВ "Орімі трейд", Росія
<i>Домашній чай</i>	Подрібнені ягоди чорної смородини, каркаде, плоди шипшини, яблуко, цедра апельсина, ідентично натуральні ароматизатори вишня, апельсин, персик	ТОВ СП "Соломія", Україна
<i>Бесіда</i>	Шипшина, гібіскус, ароматизатор чорної смородини, ідентичний натуральному, шматочки чорної смородини	ТОВ "Юнілевер Русь", Росія

При сенсорному аналізі продукції використовують або систему переважної оцінки, або балову. Першу застосовують для споживчої оцінки продукту з метою з'ясувати подобається чи ні продукт, яке відчуття він викликає – приємне, нейтральне або неприємне [4].

Така оцінка не дає повного уявлення про органолептичні характеристики продукту, але вона допомагає вирішити питання про те, який із двох або декількох зразків є кращим за якістю. Саме тому її називають "системою переваги", а також "системою прийнятності".

Система балової оцінки передбачає використання як логічного, так і математичного аналізу. Вона уможливорює систематизувати роз-

маїття відчуттів і виразити їх у чіткій системі, де кожен показник якості має словесну характеристику. При цьому точний словесний опис якісної характеристики оцінюваного показника відповідає певному кількісному балу, що дає змогу оцінювати продукт не лише за якісними показниками, а й кількісно за інтенсивністю та бажаністю окремих характеристик продукту [4].

Оскільки фіточаї з шипшиною мають переважно багатокомпонентний склад, то досліджено також їхні сенсорні профілі.

Органолептичну оцінку зразків фіточаю проведено за 5-бальною шкалою, розробленою автором. Із метою більш об'єктивної оцінки ароматично-смакових властивостей фіточаїв методом профілювання встановлено основні дескриптори (характеристики) та визначена їхня інтенсивність.

Зразки фіточаю для дегустації готували згідно з рекомендацією виробника, вказаною на маркуванні (3 г чаю залити окропом і настоювати 5–10 хв). Дегустаційна комісія складалася з 11 фахівців. Повторюваність дослідів п'ятикратна.

Результати дослідження. У табл. 2 представлено розроблену 5-бальову шкалу оцінки якості фіточаїв із шипшиною.

Таблиця 2

**5-бальова шкала оцінки органолептичних показників якості
фіточаю з шипшиною**

Показник	Балів				
	5	4	3	2	1
Смак	Гармонійний, приємний, властивий смаку основного компонента	Властивий такому чаю, приємний із присмаком ароматичних і смакових добавок, переважає смак одного із компонентів		середньо виражений присмак ароматичних і смакових добавок	Занадто відчутний присмак ароматичних і смакових добавок зі стороннім присмаком
				змішаний, без стороннього присмаку	
Аромат	Фруктовий, типовий для такого виду чаю відповідає складу продукту			Не типовий для такого виду чаю із чітко вираженими сторонніми запахами	Наявність неприємного, непритаманного запаху для чаю з шипшини
	гармонійний, чистий, без сторонніх запахів	ледве відчутні сторонні запахи	відчутні сторонні запахи		
Настій	Прозорий	Середньо прозорий	Досить прозорий, але із фолісценцією	Середньо-мутний, неоднорідний	Мутний
Колір	Властивий такому виду чаю, зумовлений окремими компонентами чаю		Не виражений колір	Не відповідає кольорам компонентів складу чаю	Не притаманний такому виду чаю
	насичений	не досить насичений			

У табл. 3 наведена дегустаційна оцінка за 5-бальною шкалою досліджуваних зразків фіточаю безпосередньо після заварювання та настоювання.

Таблиця 3

Органолептична оцінка фіточаїв із шипшиною

Торгова марка	Оцінка, балів				
	смак	аромат	настій	колір	середня
<i>Карпатський чай</i>	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
<i>Flosana</i>	5.0	3.5	1.6	5.0	3.8
<i>Herba</i>	4.5	5.0	5.0	4.1	4.7
<i>Ekspres arbata</i>	5.0	5.0	1.4	4.0	3.9
<i>Becida</i>	4.2	4.4	5.0	2.2	3.95
<i>Lipton</i>	4.1	4.5	5.0	5.0	4.7
<i>Принцеса Ява</i>	2.3	4.2	5.0	4.0	3.9
<i>Домашній чай</i>	2.2	4.1	3.6	3.2	3.3
<i>Milford</i>	5.0	4.5	4.9	5.0	4.9

На основі середньої бальної оцінки досліджувані зразки фіточаїв поділяли за якістю на категорії: відмінно (5.0–4.4, за умови оцінки за смак і аромат не менше 4.5 бала), добре (4.3–3.8, за умови оцінки за смак і аромат не менше 4.0 бала), задовільно (3.7–2.6, за умови оцінки за смак і аромат не менше 3.0 бала), незадовільно (менше 2.6 бала). За результатами дослідження до категорії "відмінно" віднесено фіточаї ТМ *Карпатський чай*, *Herba*, *Milford*. Фіточай ТМ *Lipton* отримав середню бальову оцінку 4.7, але не може бути віднесеним до цієї категорії, оскільки за одним із вагомих показників – смаком – отримав менше 4.5 бала. До категорії "добре" потрапили фіточаї ТМ *Flosana*, *Ekspres arbata*, *Becida*. Фіточай ТМ *Принцеса Ява* отримав за занадто кислий смак негативну середню оцінку 2.3 бала й не може бути віднесений до категорії "добре", не дивлячись на середню бальову оцінку 3.9 бала. Зразок ТМ *Домашній чай* отримав середню оцінку "задовільно", однак його можна віднести лише до категорії "незадовільно", оскільки смак чаю оцінено в 2.2 бала за пустий, ледве відчутний смак та неприємний післясмак. Аналогічний висновок вимушені зробити й по зразку фіточаю ТМ *Принцеса Ява*.

Для профільної оцінки органолептичних показників якості фіточаїв розроблено номенклатуру дескрипторів для кожного органолептичного показника та гіпотетичний (ідеальний) еталон, якому надано максимальна інтенсивність в балах за кожним дескриптором [5; 6]. Еталоном у досліді обрано настій із плодів шипшини карпатської, який виготовлено за аналогічною технологією: сухі плоди шипшини подрібнювали та настоювали як фіточаї. У статті наведено результати профільного аналізу для смаку й аромату.

Для побудови профілограм сенсорної оцінки фіточаїв розроблено умовну балову шкалу інтенсивності ознак дескрипторів щодо їхнього вираження: 0 – відсутня, 1 – ледве помітна, 2 – слабка, 3 – помірна, 4 – значна, 5 – яскрава.

Для візуалізації органолептичних характеристик фіточаїв за результатами дослідження побудовано графічні профілі.

На *рис. 1* наведено фігурну профілограму смаку фіточаїв із шипшиною.

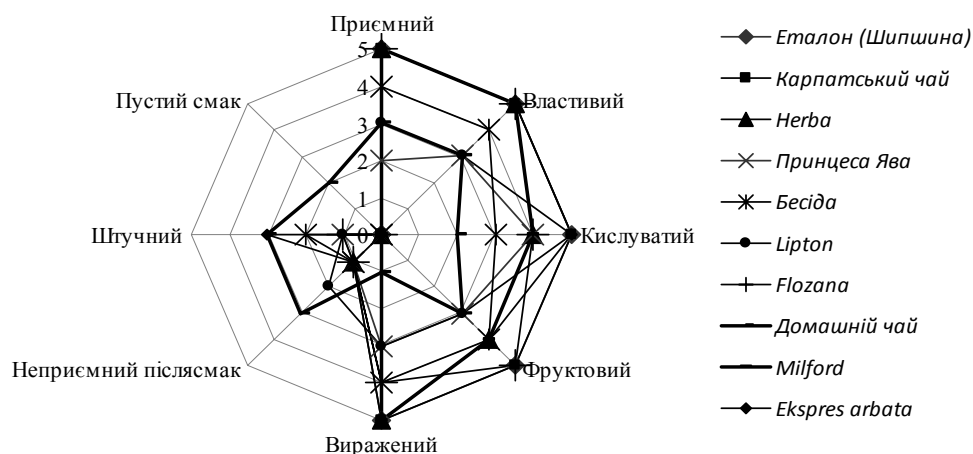


Рис. 1. Профіль смаку фіточаїв із шипшиною

При профілюванні смаку за такими характеристиками, як власний даному виду (шипшиновий), приємний та кислуватий, фіточаї ТМ *Карпатський чай* та *Milford* мали відповідно найвищу та достатньо високу інтенсивність. Ці торгові марки не мали жодної негативної характеристики. Однак, необхідно зауважити, що максимальним позитивним характеристикам еталону відповідав лише фіточай ТМ *Карпатський чай*. Фіточаї ТМ *Flozana* та *Milford* хоч і отримали оцінку 5 балів за смак, за характеристиками при профільному аналізі видно, що вони мали недостатньо виражену фруктову складову та дуже відчутний кислуватий присмак гібікуса. При профілюванні фіточаю ТМ *Flozana* виявлено штучний смак і незначний, але наявний неприємний післясмак.

Смак фіточаїв ТМ *Ekspres arbata*, *Домашній чай* та *Бесіда* мав недостатню інтенсивність позитивних характеристик, а також виявлено деякі негативні – штучний смак і неприємний післясмак, які в зразку ТМ *Ekspres arbata* мали досить високу інтенсивність.

За ароматом більшість досліджених зразків фіточаїв мали досить високу інтенсивність позитивних характеристик. Зразки ТМ *Карпатський чай*, *Herba* отримали найвищі оцінки і за складовими цього показника. Не дивлячись на те, що фіточай ТМ *Ekspres arbata* отримав високу балову оцінку за аромат, профілювання виявило, що за складовою "фруктовий" він не набрав максимальної інтенсивності. Негативні

складові аромату – сторонній запах – виявлено в зразку ТМ *Домашній чай*, різкий запах – у ТМ *Flozana* (рис. 2).

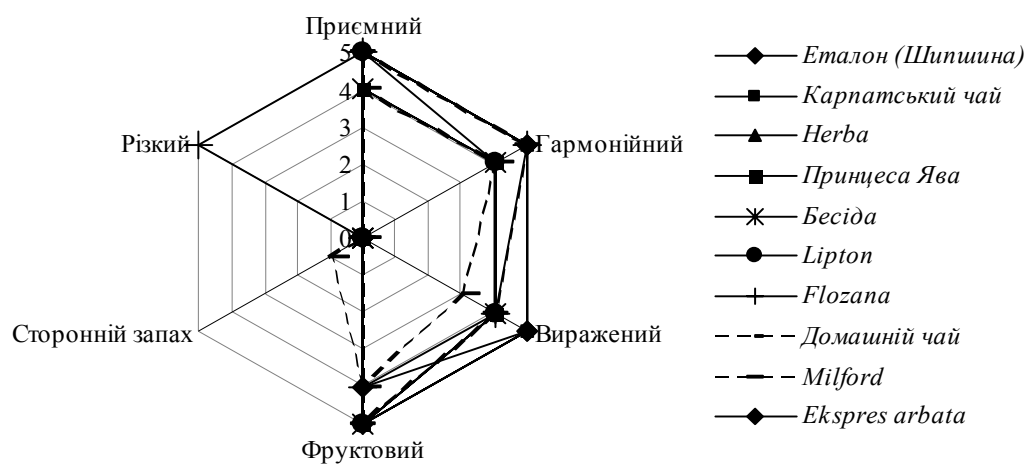


Рис. 2. Профіль аромату фіточаїв із шипшиною

Саме профільний аналіз уможливив виявити, за рахунок якої інтенсивності позитивних і наявності негативних характеристик смаку й аромату один досліджуваний зразок фіточаю відрізнявся від іншого. Отже, за допомогою профільного аналізу отримано більш об'єктивну оцінку органолептичних показників багатокomпонентних фіточаїв.

Органолептичну оцінку фіточаїв за 5-бальною шкалою проведено також після зберігання зразків протягом 6 та 12 міс., середні дані якої наведено на рис. 3.

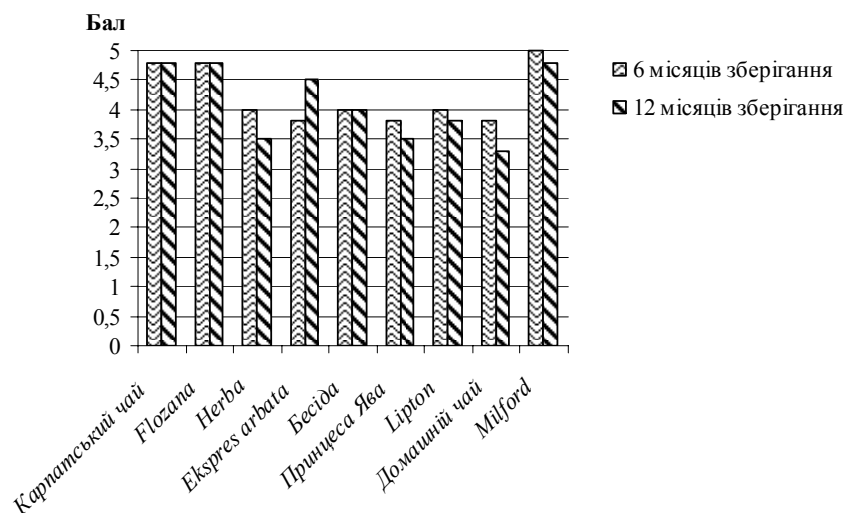


Рис. 3. Середня органолептична оцінка фіточаїв із шипшиною протягом строку зберігання, балів

За отриманими даними після зберігання фіточаїв із шипшиною різних торгових марок протягом 6 міс. просліджується тенденція до

зміни властивостей настою – він стає менш прозорим, а в деяких випадках (ТМ *Besida*) з'явився осад. Відбуваються зміни і в смаку – фіточай стає кислішим. Також спостерігається погіршення кольору в зразках ТМ *Herba* і *Домашній чай*.

Органолептичною оцінкою досліджуваних зразків фіточаїв із шипшиною після зберігання протягом 12 міс. виявлено подальші зміни смаку – він стає ще кислішим, особливо для ТМ *Herba*, *Принцеса Ява*, *Lipton*. У фіточаї ТМ *Домашній чай* відмічено, навпаки, – пустий смак, тобто він втрачає властивий фіточаю смак ще протягом зазначеного на маркуванні споживчої тари виробника терміну зберігання, що опосередковано свідчить про недостатньо якісну сировину та недотримання технології. Прозорішим, але все ж таки мутнуватим із осадом став настій фіточаю з шипшиною ТМ *Ekspres arbata*.

Порівняльна оцінка органолептичних показників фіточаїв демонструє стабільність властивостей зразка ТМ *Карпатський чай* і *Flozana* протягом двох етапів зберігання.

Висновки. Найкращим за органолептичною оцінкою визнано фіточай ТМ *Карпатський чай*, гарну якість мали фіточаї з шипшиною ТМ *Herba* та *Milford*, низьку – ТМ *Домашній чай*.

Процес зберігання дещо впливає на органолептичні властивості фіточаїв із шипшиною, але протягом дослідженого строку зберігання більшість із них залишаються приємного смаку й аромату та мають яскраве забарвлення. Отже, можна стверджувати, що фіточаї за органолептичними властивостями задовольняють потребу споживача протягом 12 міс. зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Чай* в окошке. Тесты, исследования, рейтинги // Drinks +. — 2001. — № 1. — С. 32.
2. *Кругляков Г. В.* Заготовки, хранение и переработка дикорастущих ягод и грибов / Г. В. Кругляков. — М. : Экономика, 1987. — 128 с.
3. *Полищук С.* Пособие для фиточайников / С. Полищук, А. Шереметьев, Ю. Рябошапка // Бизнес. — 2003. — № 21 (540). — С. 73.
4. *Родина Т. Г.* Сенсорный анализ продовольственных товаров / Родина Т. Г. — М. : Academia, 2004. — 209 с.
5. *Основные методы сенсорной оценки продуктов питания* / [В. М. Кантере, В. А. Матисон, М. А. Фоменко, Г. В. Крюкова] // Пищевая пром-сть. — 2003. — № 10. — С. 6—13.
6. *Матисон В. А.* Условия проведения аналитической сенсорной оценки / В. А. Матисон, М. А. Фоменко, Г. В. Крюкова // Пищевая пром-сть. — 2003. — № 10. — С. 18—24.

Стаття надійшла до редакції 09.10.2014.

Kundius D. Sensory analysis of herbal teas with rose hips.

Background. Herbal teas have become a traditional product for consumers who like a drink with extraordinary taste, medicinal properties and simple cooking. Sensory

analysis plays an important role in the system of quality control of herbal teas. The results of the organoleptic evaluation are often the final and decisive in determining product quality. There are virtually no research results in the chemical composition of herbal teas and their organoleptic properties in the scientific literature. That is why conducting sensory evaluation of teas is relevant and defines the *aim* of the work.

Material and methods. The objects of research were 2 samples of herbal teas with rose hips of Ukrainian production, and 7 of foreign production. Methods of 5 point estimation and profiling method were used in the work.

Results. Analysis of the organoleptic properties of herbal teas by the method of point estimation and profiling allowed us to establish the best brands: *Carpathian tea, Herba, Milford*. The category of "good" include TM *Flozana, Express arbata, Besida*. Sample of TM *Domashnii chai* received an average rating "satisfactory", but it can be attributed only to the category of "unsatisfactory" because the taste of tea is estimated at 2.2 points because of empty, barely perceptible taste and unpleasant aftertaste. A similar conclusion is made on herbal tea sample TM *Java Princess*.

The method of profiling identified an additional aromatic taste of herbal tea, the intensity of which, as well as the presence of negative characteristics, obtained an objective evaluation of the samples.

The changes of organoleptic properties of herbal teas after 6 and 12 months storage have been identified.

Conclusion. Herbal tea TM *Carpathian tea* was defined as top one by organoleptic evaluation, herbal teas TM *Herba* and *Milford* have a good quality, TM *Domashnii chai* – low.

The process of storing tea effects to some extent the organoleptic properties of the herbal teas with rose hips, but within the specified time storage tea has pleasant taste, smell, und bright color. Therefore, the tea on the organoleptic properties satisfy the need of the user during the whole storage time specified by the manufacturers.

Keywords: sensory analysis, herbal tea, fruit tea, organoleptic evaluation, rose hips, profiling

REFERENCES

1. *Chaj v okoshke*. Testy, issledovanija, rejtingi // Drinks +. — 2001. — № 1. — S. 32.
2. *Krugljakov G. V.* Zagotovki, hranenie i pererabotka dikorostushhij jagod i gribov / G. V. Krugljakov. — M. : Jekonomika, 1987. — 128 s.
3. *Polishhuk S.* Posobie dlja fitochajnikov / S. Polishhuk, A. Sherement'ev, Ju. Rjaboshapka // Biznes. — 2003. — № 21 (540). — S. 73.
4. *Rodina T. G.* Sensornyj analiz prodovol'stvennyh tovarov / Rodina T. G. — M. : Academia, 2004. — 209 s.
5. *Osnovnye metody sensornoj ocenki produktov pitaniya* / [V. M. Kantere, V. A. Matison, M. A. Fomenko, G. V. Krjukova] // Pishhevaja prom-st'. — 2003. — № 10. — S. 6—13.
6. *Matison V. A.* Uslovija provedenija analiticheskoj sensornoj ocenki / V. A. Matison, M. A. Fomenko, G. V. Krjukova // Pishhevaja prom-st'. — 2003. — № 10. — S. 18—24.

УДК 544.778.4:634.5

**Михайло КРАВЧЕНКО,
Тетяна ПОП**

ХІМІЧНИЙ І ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ПОРОШКУ З ЛИСТЯ ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА

Наведено результати досліджень хімічного, фракційного складу та показників безпечності порошку з листя волоського горіха. Прогнозовано перспективи використання порошку з листя волоського горіха в харчових технологіях.

Ключові слова: листя волоського горіха, порошок із листя волоського горіха, мікроелементи, макроелементи, вітаміни, амінокислоти, токсичні речовини.

Кравченко М., Поп Т. Химический и фракционный состав порошка из листьев грецкого ореха. Приведены результаты исследований химического, фракционного состава и показателей безопасности порошка из листьев грецкого ореха. Прогнозируется перспектива использования порошка из листьев грецкого ореха в пищевых технологиях.

Ключевые слова: листья грецкого ореха, порошок из листьев грецкого ореха, микроэлементы, макроэлементы, витамины, аминокислоты, токсические вещества.

Постановка проблеми. У зв'язку зі складною екологічною ситуацією останнім часом в усьому світі спостерігається підвищена зацікавленість до ефективних і безпечних сировинних ресурсів, які мають високу харчову та біологічну цінність, є перспективними для використання як рецептурні інгредієнти харчових продуктів спеціального дієтичного призначення і одночасно ще не набули широкого застосування в харчових виробництвах.

До такої сировини можна віднести продукти, отримані з листя волоського горіха *Juglans regia*, культура якого розповсюджена майже по всій території України крім Полісся та високогірних Карпат. Найбільші території горіхових насаджень на Прикарпатті, Закарпатті, Поділлі та Буковині. Здавна листя й молоді паростки з квітами горіха волоського широко використовуються в народній і офіційній медицині як в Україні, так і за кордоном. Основною лікарською сировиною є листя, його збирають на початку літа, коли воно ще не остаточно розвинене й містить значну кількість ефірних олій, азотовмісні сполуки, стероїди (в т. ч. фітостерини, флавоноїди, нафтохінони), ефірні олії, вітаміни В₁, В₂, С, РР, β-каротин. Багатий хімічний склад листя волоського горіха робить його перспективним джерелом біологічно активних речовин [1–4].

© Михайло Кравченко, Тетяна Поп, 2014

Із метою визначення можливості використання порошку з листя волоського горіха в харчових технологіях досліджено його хімічний склад.

Матеріали та методи. У дослідженнях використано листя волоського горіха, зібране в умовно чистій екологічній зоні Івано-Франківської обл. (м. Косів).

Відбір проб здійснено за ДСТУ 3355–96 [5]; вміст вологи визначено за ДСТУ ГОСТ 29144:2009 [6]; зольність – за ДСТУ ISO 2171:2009 [7]; вміст цукрів – за ДСТУ 5059:2008 [8]; клітковини – за ДСТУ ISO 6865:2004 [9]. Масову частку білків визначено за ДСТУ 7169:2010 [10]; кількісний і якісний склад амінокислот – на амінокислотному аналізаторі ААА-339М [11]; масову частку ліпідів – за ДСТУ ISO 6492:2003 [12]. Вміст Калію, Кальцію, Магнію, Феруму, Цинку, Міді, Йоду досліджено на рентгенофлуоресцентному спектрометрі *Lab Center XRF-1800*; вміст вітаміну В₁ – флюорометричним методом [13], В₆ – методом імуноферментного аналізу. Визначено вміст токсичних елементів: Плюмбуму – за ДСТУ ISO 11212-3–2004 [14]; Кадмію – за ДСТУ ISO 11212-4–2004 [15]; Меркурію – за ДСТУ ISO 11212-2–2004 [16].

Кількісне визначення флавоноїдів і дубильних речовин проведено високоефективною рідинною хроматографією.

Нафтохінони визначено екстракцією етиловим спиртом на водяній бані апаратом Сокслета. Отриманий розчин переганяли на роторному випаровувачі до утворення густого екстракту. Для додаткового очищення екстракт оброблено 10 %-ним спиртовим розчином гідроксиду калію і витримано на водяній бані 30 хв. Екстракцію розчину з доданою водою (50 см³) проведено за допомогою ділильної лійки. Отриманий з листя волоського горіха юглон є порошком помаранчевого кольору, розчинний в органічних розчинниках, у т. ч. спирті, з температурою плавлення 162 °С.

Вміст дубильних речовин визначено за галовою кислотою на хроматографічній колонці 4.6 x 250 мм *Zorbax 80 A Extend-C* 18.5 μм виробництва фірми *Agilent* (США) з розрахунком лінійного градієнта. Одним із критеріїв якості порошку є вміст екстрактивних речовин, які вилучено з сировини екстракцією етиловим спиртом (70 %). Для визначення основної групи флавоноїдів проведено ціанідну пробу, про наявність яких свідчило червоно-помаранчеве забарвлення [17].

Результати досліджень. Технологія отримання порошку з листя волоського горіха складається з декількох операцій: листя промивають під проточною холодною водою, зв'язують у пучки по 3–5 шт. за черешки. Вологість сирого листя становить 70 %. Процес висушування слід проводити швидко при температурі 25 °С, оскільки при повільному сушінні листя набуває темного кольору. Сухе листя подрібнюють і просіюють крізь сито з отворами 50 мкм. Порошок із висушеного листя має слабкий пряний аромат, гіркуватий терпкий присмак, темно-зелений колір із сирувато-коричневим відтінком.

Результати досліджень хімічного складу порошку з листя волоського горіха наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад порошку з листя волоського горіха

 $p \leq 0.05$

Показник	Масова частка, %
Вода	11.0±0.2
Білки	7.7±0.3
Ліпіди	1.1±0.05
Вуглеводи	36.2±1.5
Мінеральні речовини	8.3±0.4
Дубильні речовини	13.3±0.1
Безазотисті екстрактивні речовини	13.2±3

За результатами досліджень можна відзначити порівняно високий вміст вуглеводів і безазотистих екстрактивних речовин.

Амінокислотний склад білка порошку з листя волоського горіха представлено 10 незамінними і 8 замінними амінокислотами (табл. 2).

Таблиця 2

Амінокислотний склад білка порошку
з листя волоського горіха $p \leq 0.05$

Амінокислоти	Масова частка, %
<i>Незамінні:</i>	
лізин	4.32±0.17
треонін	6.03±0.24
цистин	3.12±0.12
валін	10.02±0.4
метіонін+цистин	2.86±0.11
ізолейцин	7.34±0.3
лейцин	11.56±0.35
фенілаланін+тирозин	6.13±0.18
триптофан	4.26±0.17
<i>Замінні:</i>	
гістидін	3.89±0.16
аргінін	23.21±1.16
аспарагінова кислота	5.93±0.3
серін	5.34±0.26
глутамінова кислота	12.76±0.5
пролін	4.56±0.18
гліцин	2.89±0.1
аланін	15.95±0.63

Відомо, що концентрація мінеральних речовин у рослинах залежить від часу збору. Літературні джерела свідчать, що вміст вітамінів і мінеральних речовин, у т. ч. йоду, в листі горіха накопичується на початку вегетації, що пов'язано з механізмом йодного обміну між рослинами та довкіллям. Значна його частка міститься в рослинах у вигляді вільних іонів, які слабо утримуються протоплазмою і клітинним соком і перебувають у зв'язаному з органічними сполуками адсорбованому стані [3; 4].

У табл. 3 наведено елементний та вітамінний склад порошку з листя волоського горіха досліджуваного зразка.

Таблиця 3

**Елементний та вітамінний склад порошку
з листя волоського горіха**

 $p \leq 0.05$

Показник	Вміст
<i>Вітаміни:</i>	<i>мг/100 г</i>
С	1287±38.6
β -каротин	287±11.4
РР	2.6±0.1
В ₁	556±16.68
В ₆	189±0.75
<i>Макроелементи:</i>	<i>мг/100 г</i>
Кальцій	1310±39.3
Фосфор	436±17.44
Натрій	827±25.65
Магній	1302±52.0
Калій	631.6±25.0
<i>Мікроелементи:</i>	<i>мг/1000 г</i>
Манган	95.6±2.55
Ферум	25.4±1.0
Мідь	1.1±0.06
Цинк	26.0±1.04
Флуор	1.2±0.048
Йод	0.48±0.01

За результатами досліджень загальний вміст дубильних речовин у сухому листі волоського горіха становить у середньому 12.5–13.5 %, хлорогенової кислоти – 0.5–1.0, нафтохінонів (юглону) – 5.0, флавоноїдів у межах 1.0 %.

Вміст токсичних речовин у порошку з листя волоського горіха нижчий за регламентовані показники. Хлорорганічні пестициди та радіонукліди не виявлено. Порошок із листя волоського горіха відповідає вимогам безпечності, що висуваються до продуктів рослинного походження (табл. 4).

Таблиця 4

Санітарно-гігієнічні та радіологічні показники безпечності порошку
з листя волоського горіха $p \leq 0.05$

Показник	Допустимі рівні, не більше	Фактично
Токсичні елементи	мг/кг	
Свинець	1.0	0.3
Кадмій	0.05	0.0095
Миш'як	1.0	0.06
Ртуть	0.02	0.012
Мідь	25.0	3.64
Цинк	50.0	38.37
Пестициди	мг/кг	
Гексахлорциклогексан, α , β (γ -ізомери)	0.2	0.005
ДДТ і його метаболіти	0.1	0.005
Мікотоксини	0.005	0.0012
Питома активність радіонуклідів	Бк/кг	
Цезій-137	150	32.8
Стронцій-90	50	14.2

Із метою використання порошку з листя волоського горіха в складі борошняних сумішей досліджено його фракційний склад (табл. 5).

Таблиця 5

Фракційний склад порошку з листя волоського горіха

 $p \leq 0.05$

Розмір фракцій, мкм	Частка фракцій, %
Понад 50	–
50–41	0.10 ± 0.02
40–31	0.42 ± 0.06
30–26	0.48 ± 0.05
25–21	3.60 ± 0.05
20–16	12.50 ± 1.0
15–10	37.40 ± 5.5
9–5	39.22 ± 6.0
Менше 5	6.28 ± 0.5

Фракційний склад порошку з листя волоського горіха представлено переважно часточками розміром від 5 до 20 мкм, що уможливило його використання в складі борошняних сумішей.

Висновки. На підставі проведених досліджень хімічного та фракційного складу порошку з листя волоського горіха припускаємо доцільність і можливість його застосування в харчових технологіях, зокрема в складі борошняних сумішей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Еникеева Р. А. К характеристике микродиагностических признаков ореха грецкого листьев / Р. А. Еникеева, Т. А. Сокольская, Т. Д. Даргаева // "Разработка исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции" : сб. науч. тр. — Пятигорск, 2007. — С. 44—46.
2. Журавская Е. И. Грецкий орех в западных областях УССР / Е. И. Журавская // Лесное хозяйство. — 1961. — Вып. 7. — С. 69.
3. Кениг А. Е. Орех грецкий в лесных культурах Могилев-Подольского Лесхозага Винницкой области / А. Е. Кениг : тез. докл. II науч. конф. аспирантов и молодых ученых УкрНИИЛХ УССР. — Винница : УкрНИИЛХ УССР, 1962. — С. 75.
4. Сокольская Т. А. Настойка матричная гомеопатическая листьев грецкого ореха в гомеопатической практике / Т. А. Сокольская, Р. А. Еникеева : тез. докл. XVI Московской междунар. гомеопатической конф. [Развитие гомеопатического метода в современной медицине], (Москва, 27—29 янв. 2007 г.). — М., 2006. — С. 118—119.
5. ДСТУ 3355–96. Продукція сільськогосподарська рослинна. Методи відбору проб у процесі карантинного огляду та експертизи. — К. : Держспоживстандарт України, 1997. — 14 с.
6. ДСТУ ГОСТ 29144:2009. Зерно і зернопродукти. Визначення вологості (базовий контрольний метод). — К. : Держспоживстандарт України, 2009. — 8 с.
7. ДСТУ ISO 2171:2009. Зернові, бобові та продукти їх помелу. Визначення загальної золи методом озолування. — К. : Держспоживстандарт України, 2011. — 14 с.
8. ДСТУ 5059:2008. Вироби кондитерські. Методи визначення цукрів. — К. : Держспоживстандарт України, 2010. — 36 с.
9. ДСТУ ISO 6865:2004. Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини методом проміжного фільтрування. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 14 с.
10. ДСТУ 7169:2010. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення вмісту азоту і сирового протеїну. — К. : Держспоживстандарт України, 2011. — 22 с.
11. ДСТУ ISO 13903:2009. Корми для тварин. Метод визначення вмісту амінокислот (ISO 1393:2005, IDT). — К. : Держспоживстандарт України, 2009. — 13 с.
12. ДСТУ ISO 6492:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту жиру. — К. : Держспоживстандарт України, 2005. — 12 с.
13. ГОСТ 29138–91. Мука, хлеб и хлебобулочные изделия пшеничные витаминизированные. Метод определения витамина В₁ (тиамина). — М. : Стандартиформ, 1993. — 7 с.
14. ДСТУ ISO 11212-3-2004. Крохмаль та похідні продукти. Вміст важких металів. Частина 3. Визначення вмісту свинцю методом атомної абсорбційної спектроскопії з електротермічною атомізацією. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 10 с.
15. ДСТУ ISO 11212-4:2004. Крохмаль та похідні продукти. Вміст важких металів. Частина 4. Визначення вмісту кадмію методом атомної абсорбційної

- спектрометрії з електротермічною атомізацією. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 10 с.
16. ДСТУ ISO 11212-2-2004. Крохмаль та похідні продукти. Вміст важких металів. Частина 2. Визначення вмісту ртуті методом атомної абсорбційної спектрометрії. — К. : Держспоживстандарт України, 2005. — 10 с.
17. Бандюкова В. А. Применение цветных реакций для обнаружения флавоноидов путем хроматографии на бумаге / В. А. Бандюкова // Растительные ресурсы. — 1965. — Т. 4. — С. 591—599.

Стаття надійшла до редакції 07.11.2014.

Kravchenko M., Pop T. Chemical and fractional composition of the powder made of the walnut leaves.

Background. These days there is an increased interest in the effective and safe raw materials that have high nutritional and biological value, promising as recipe ingredients of foods for special dietary use. Such materials include the products derived from the leaves of the walnut *Juglans regia*.

The *aim* of the research is to study chemical and fractional composition of the leaves of the walnut in order to determine the possibility of using its powder in food technologies.

Material and methods. The studies used walnut leaves harvested in conditionally clean ecological zone in Ivano-Frankivsk region (town Kosiv).

Content of water, ash, sugar, fiber, proteins and lipids was defined in the powder from the leaves of the walnut. Quantitative and qualitative composition of amino acids was identified in amino acid analyzer AAA-339M. Potassium, Calcium, Magnesium, Iron, Zinc, Copper, Iodine were investigated with Roentgen spectrometer *Lab Center XRF-1800*; vitamin B₁ – Fluor metric method, B₆ – by enzyme immunoassay one [6–12].

The content of toxic elements: Lead, Cadmium, Mercury was determined [14–16].

Naphthoquinone was determined by extraction with ethanol in a water bath at *Soxhlet* apparatus. The content of tannins was determined with gallic acid with chromatographic column.

Results. The research found that the moisture content in the powder from the leaves of the walnut is an average of 11 %; total protein content 7.7–8.0 %, lipids – within one percent, carbohydrates – 35.0–37.0 %, total mineral content – 8.0–8.7 %.

Amino acid composition of protein powder from the leaves of walnut are 10 essential and 8 nonessential amino-acids.

The total content of tannins in the dry leaves of the walnut is an average – 12.5–13.5 % chlorogenic acid – 0.5–1.0 %, naphthoquinones (juglone) – 5.0 % flavonoids, within 1.0 %.

Conclusion. Based on studies of chemical and fractional composition of the powder from the leaves of the walnut we may suggest the desirability and possibility of its application in food technology, in particular as part of the flour mixture.

Keywords: leaves of walnut, powder from the leaves of the walnut, minerals, macronutrients, vitamins, amino acids, toxic substances.

REFERENCES

1. *Enikeeva R. A.* K karakteristike mikrodiagnosticheskikh priznakov oreha greckogo list'ev / R. A. Enikeeva, T. A. Sokol'skaja, T. D. Dargaeva // "Razrabotka issledovanie i marketing novoj farmacevticheskoy produkcii" : sb. nauch. tr. — Pjatigorsk, 2007. — С. 44—46.

2. Zhuravskaja E. I. Greckij oreh v zapadnyh oblastjah USSR / E. I. Zhuravskaja // Lesnoe hozjajstvo. — 1961. — Vyp. 7. — S. 69.
3. Kenig A. E. Oreh greckij v lesnyh kul'turah Mogilev-Podol'skogo Leshozaga Vinnickoj oblasti / A. E. Kenig : tez. dokl. II nauch. konf. aspirantov i molodyh uchenyh UkrNIILH USSR. — Vinnica : UkrNIILH USSR, 1962. — S. 75.
4. Sokol'skaja T. A. Nastojka matrichnaja gomeopaticeskaja list'ev greckogo oreha v gomeopaticeskoy praktike / T. A. Sokol'skaja, R. A. Enikeeva : tez. dokl. XVI Moskovskoj mezhdunar. gomeopaticeskoy konf. [Razvitie gomeopaticeskogo metoda v sovremennoj medicine], (Moskva, 27—29 janv. 2007 g.). — M., 2006. — S. 118—119.
5. DSTU 3355–96. Produkcija sil's'kogospodars'ka roslyna. Metody vidboru prob u procesi karantynnogo ogljadu ta ekspertyzy. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 1997. — 14 s.
6. DSTU GOST 29144:2009. Zerno i zernoprodukty. Vyznachennja vologosti (bazovyj kontrol'nyj metod). — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2009. — 8 s.
7. DSTU ISO 2171:2009. Zernovi, bobovi ta produkty i'h pomelu. Vyznachennja zagal'noi' zoly metodom ozoljuvannja. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2011. — 14 s.
8. DSTU 5059:2008. Vyroby kondyters'ki. Metody vyznachennja cukriv. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2010. — 36 s.
9. DSTU ISO 6865:2004. Kormy dlja tvaryn. Vyznachennja vmistu syroi' klitkovyny metodom promizhnogo fil'truvannja. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. — 14 s.
10. DSTU 7169:2010. Kormy, kombikormy, kombikormova syrovyna. Metody vyznachennja vmistu azotu i syrogo protei'nu. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2011. — 22 s.
11. DSTU ISO 13903:2009. Kormy dlja tvaryn. Metod vyznachennja vmistu aminokyslot (ISO 1393:2005, IDT). — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2009. — 13 s.
12. DSTU ISO 6492:2003. Kormy dlja tvaryn. Vyznachennja vmistu zhyru. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2005. — 12 s.
13. GOST 29138–91. Muka, hleb i hlebobulochnye izdelija pshenichnye vitaminizirovannye. Metod opredelenija vitamina V1 (tiamina). — M. : Standartinform, 1993. — 7 s.
14. DSTU ISO 11212-3–2004. Krohmal' ta pohidni produkty. Vmist vazhkyh metaliv. Chastyna 3. Vyznachennja vmistu svyncju metodom atomnoi' absorbcijnoi' spektrometrii' z elektrotermichnoju atomizacijeu. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. — 10 s.
15. DSTU ISO 11212-4:2004. Krohmal' ta pohidni produkty. Vmist vazhkyh metaliv. Chastyna 4. Vyznachennja vmistu kadmiju metodom atomnoi' absorbcijnoi' spektrometrii' z elektrotermichnoju atomizacijeu. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. — 10 s.
16. DSTU ISO 11212-2–2004. Krohmal' ta pohidni produkty. Vmist vazhkyh metaliv. Chastyna 2. Vyznachennja vmistu rtuti metodom atomnoi' absorbcijnoi' spektrometrii'. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2005. — 10 s.
17. Bandjukova V. A. Primenenie cvetnyh reakcij dlja obnaruzhenija flavonoidov putem hromatografii na bumage / V. A. Bandjukova // Rastitel'nye resursy. — 1965. — T. 4. — S. 591—599.

УДК 001.8:663.911.1

**Микола ГОЛОВКО,
Наталія ПЕНКІНА,
Вікторія КОЛЕСНИК**

МОДЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПИРТОВИХ НАСТОЯНОК

Досліджено експериментальні зразки міцних алкогольних напоїв із додаванням рослинної сировини, яка містить антиоксиданти, на наявність у ній інгібіторів ланцюгового вільнорадикального окиснення. Наведено результати, які підтверджують присутність інгібіторів змішаного типу в досліджуваних напоях. Вміст антиоксидантів у представлених зразках перераховано на чистий токоферол.

Ключові слова: антиоксиданти, алкогольні напої, вільні радикали, інгібітори.

Головко Н., Пенкіна Н., Колесник В. Модельные исследования антиоксидантных свойств спиртовых настоек. Исследованы экспериментальные образцы крепких алкогольных напитков с добавлением растительного сырья, содержащего антиоксиданты, на содержание в них ингибиторов цепного свободнорадикального окисления. Приведены результаты, подтверждающие присутствие ингибиторов смешанного типа в исследуемых напитках. Содержание антиоксидантов в представленных образцах пересчитано на чистый токоферол.

Ключевые слова: антиоксиданты, алкогольные напитки, свободные радикалы, ингибиторы.

Постановка проблеми. У сучасних умовах при розробленні нових лікєро-горілочаних виробів детальна увага спрямована на удосконалення технології та використанні сировинних матеріалів, які знижують токсичність спирту. Існує достатня кількість добавок, які довели свою ефективність у цьому напрямі. До цієї групи входять екстракти рослинної сировини, які мають антиоксидантну активність. Удосконалення рецептур алкогольних напоїв дає змогу виготовляти горілку та лікєро-горілочані вироби з меншим вмістом токсинів, порівняно з традиційними, розширювати асортимент продукції, представленої на ринку, та підвищувати її конкурентну здатність [1–4].

За даними наукових досліджень [5], зростання активності антиоксидантів у присутності спирту пояснюється здатністю цих сполук зв'язувати вільні радикали – активні молекули з вільним хімічним зв'язком, які завдають шкоди клітинним мембранам і ДНК. До цього висновку фахівці прийшли при вивченні різних способів консервування та зберігання свіжої сировини.

© Микола Головко, Наталія Пенкіна, Вікторія Колесник, 2014

Мета роботи – розроблення рецептур спиртових настоянок на основі доступної натуральної рослинної сировини з антиоксидантними властивостями. Ці розробки мають бути підтвердженими дослідними стосовно здатності до окиснення модельного вуглеводню у присутності зразків спиртових настоянок.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – три зразки алкогольних настоянок міцністю 40 об. % із додаванням рослинної сировини (таблиця).

Вміст рослинної сировини у настоянках, кг/1000 дал

<i>Red Light</i>	<i>Orange Light</i>	<i>Green Light</i>
Корінь ехінацеї пурпурної – 8	Сушена розторопша – 10	Естрагон – 20
Корінь родіоли рожевої – 1.5	Цедра помаранча – 6	Сушена ламінарія – 6
Чорноплідна горобина – 15	Корінь імбиру – 5	Ківі (біол. стадія зрілості) – 3

Рослинну сировину підібрано таким чином, щоб вона надавала гармонійного смаку алкогольному напою та знижувала його токсичну дію на організм.

Періоди індукції визначено на волюметричній установці [6]. Як ініціатор окиснення використано азо-ізо-бутіронітрил (АІБН), як вуглеводень, що окиснюється, – ізопропілбензол (кумол). Температура реакції – 75 °С, час експерименту – 17–19 хв.

Методика встановлення величини окиснення: визначають швидкість поглинання кисню модельного вуглеводню в присутності певної кількості ініціатора та інгібітора окиснення. Кількість ініціатора задається довільно в межах від 0.1 до 0.6 см³ 0.1 Н розчину АІБН у ксилолі. Потім збільшують кількість ініціатора і знову визначають швидкість окиснення. Кількість інгібітора залишається попередньою. Таку операцію повторюють від трьох до п'яти разів для кожної концентрації ініціатора. Швидкість окиснення визначається графічно – як тангенс кута нахилу прямої залежності кількості поглиненого кисню від часу окиснення, що відповідає обраній кількості ініціатора. Після цього, знаючи швидкості ініціювання (кількість ініціатора АІБН) і відповідні їм швидкості окиснення, будують графіки їхньої залежності в координатах $V - V_i$ або $V - \sqrt{V_i}$, за якими характер реакції легко визначити. Якщо графік – пряма в координатах $V - V_i$ – це означає, що в системі присутній інгібітор, який обриває практично всі ланцюги. У такому випадку немає необхідності будувати графік в інших координатах. Якщо ж графік – крива в координатах $V - V_i$ і одночасно пряма лінія в координатах $V - \sqrt{V_i}$ – це свідчить про відсутність в системі інгібіторів окиснення.

Результати досліджень. При ланцюговому вільнорадикальному окисненні органічних речовин у присутності інгібіторів третього роду (за класифікацією Є. Т. Денисова), які обривають ланцюги з реакції активних частинок (вільних радикалів) із молекулами інгібітора, вміст інгібіторів окиснення в досліджуваних продуктах пропорційний періоду

індукції на кривій ініційованого окиснення зразка модельного вуглеводню в модельних умовах [6–10]:

$$\tau = \frac{f[InH]}{V_i}, \quad (1)$$

де τ – період індукції;

$[InH]$ – молярна концентрація інгібітора;

V_i – швидкість ініціювання вільних радикалів ініціатором.

Визначивши період індукції всіх зразків, можна стверджувати, що концентрації антиоксидантів у зразках співвідносяться між собою як періоди їхньої індукції.

Під час експерименту при зазначених вище умовах окиснення зразків протікало з невисокою, однак цілком обумовленою швидкістю. Перелому на кривій, характерній і необхідній для визначення періоду індукції, за час проведення експерименту не спостерігалось. Теоретично це може означати, що період індукції в досліджуваних зразках великий (більше часу, протягом якого можемо дозволити собі його визначати), як і те, що період індукції в цих зразках відсутній, і окиснення проходить при невисокій швидкості. Внаслідок цього вирішено відмовитися від визначення періоду індукції та визначати такий параметр досліджуваних зразків, як "окиснюваність" модельного вуглеводу (кумола) у присутності інгібіторів окиснення та без них. Відомо [6; 8; 9], що в зазначених вище умовах швидкість окиснення описується рівняннями:

$$V = \left(\frac{k_2}{\sqrt{k_6}} \right) \cdot [RH] \cdot \sqrt{V_i}; \quad (2)$$

$$V = \left(\frac{k_2 \cdot [RH]}{k_7 \cdot f \cdot [InH]} \right) \cdot V_i, \quad (3)$$

де V – швидкість окиснення (швидкість поглинання кисню кумолом);

k_2 – константа швидкості продовження ланцюгів;

k_6, k_7 – константи швидкості обриву ланцюгів;

$[InH], [RH]$ – концентрації інгібітора та речовини, яка окиснюється, відповідно;

V_i – швидкість ініціювання реакції (швидкість утворення радикалів, яка визначається кількістю ініціатора АІБН).

Рівняння (2) характеризує систему, яка не містить інгібіторів, а рівняння (3) – систему, в якій всі вільні радикали "гинуть" на молекулах інгібітора.

На *рис. 1–3* представлено графіки швидкостей окиснення та графіки V від V_i і V від $\sqrt{V_i}$ модельного вуглеводню (кумола), на *рис. 4–12* – графіки швидкостей окиснення, а також графіки V від V_i і V від $\sqrt{V_i}$ для досліджуваних зразків настоянок.

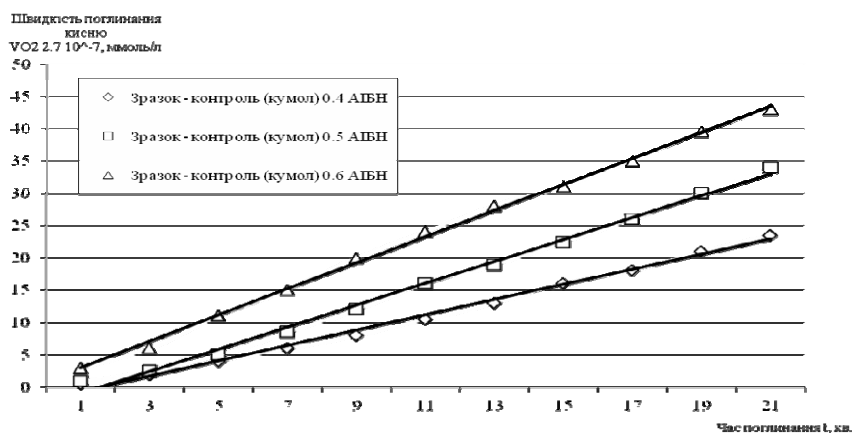


Рис. 1. Швидкість поглинання кисню зразком кумолу

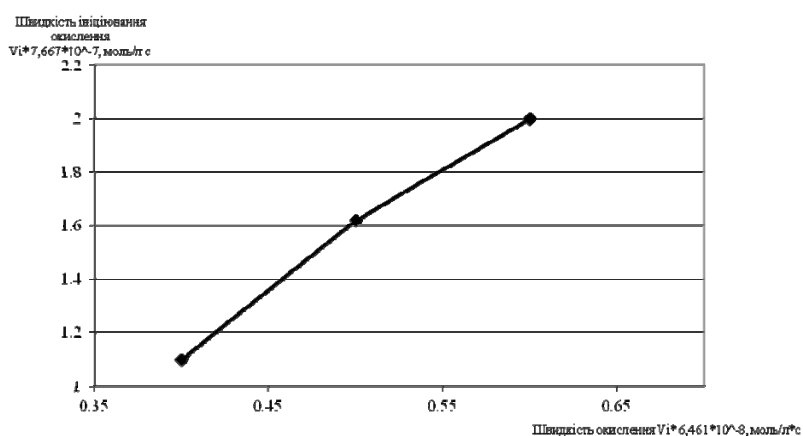


Рис. 2. Залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання модельного вуглеводню (кумолу)

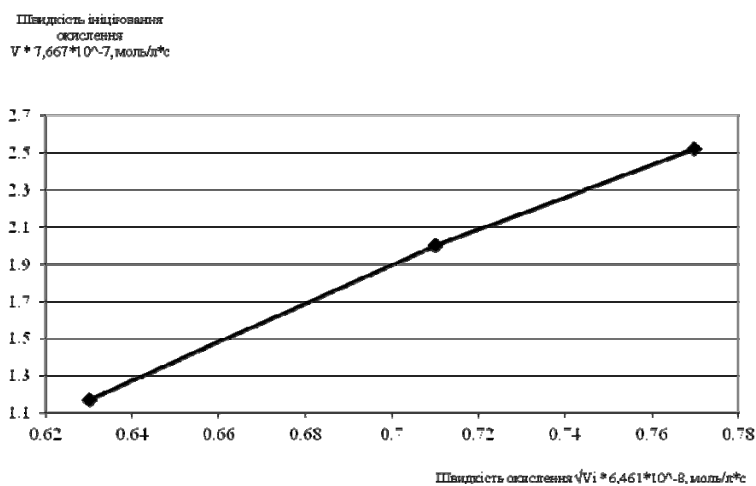


Рис. 3. Залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання модельного вуглеводню (кумолу)

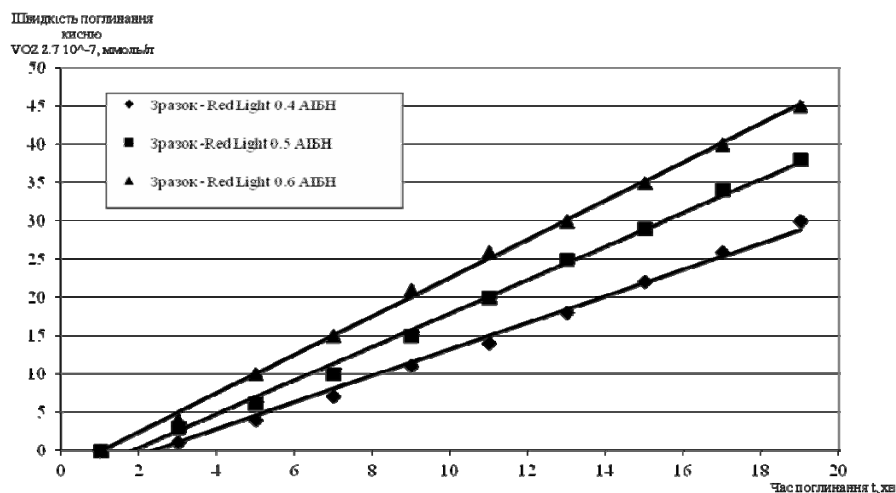


Рис. 4. Швидкість окиснення модельного вуглеводню (кумолу) з додаванням зразка Red Light

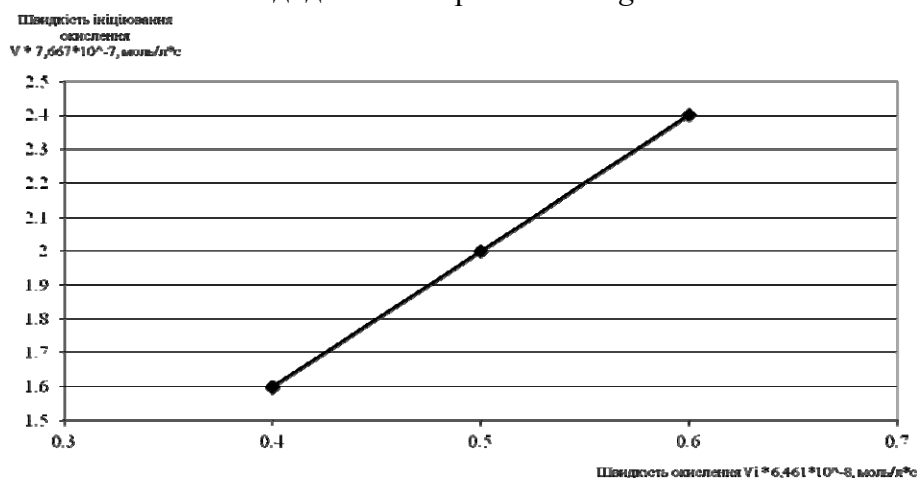


Рис. 5. Залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання зразка Red Light

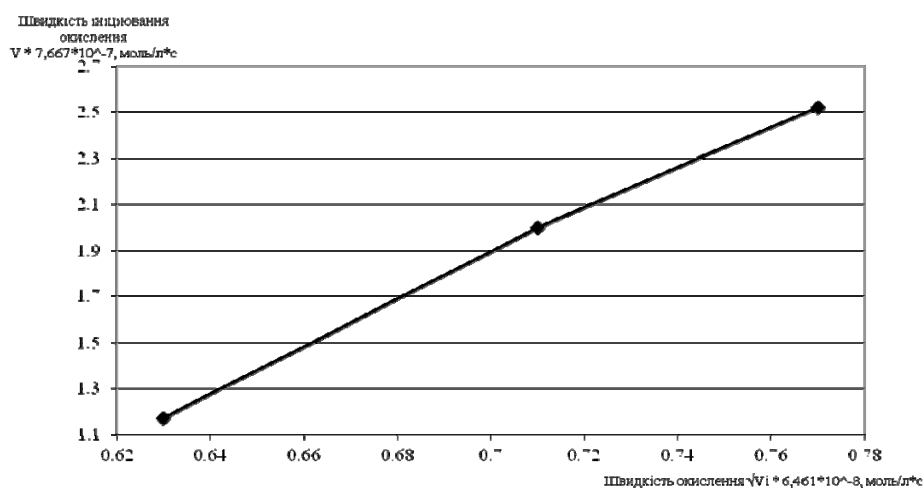


Рис. 6. Залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання зразка Red Light

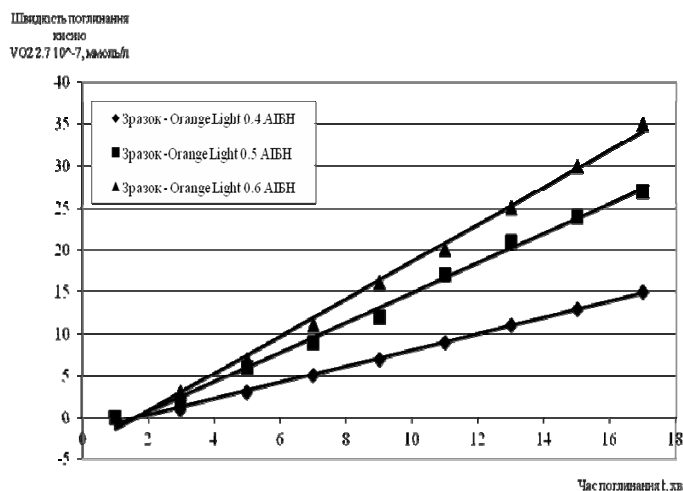


Рис. 7. Швидкість окиснення модельного вуглеводню (кумолу) з додаванням зразка *Orange Light*

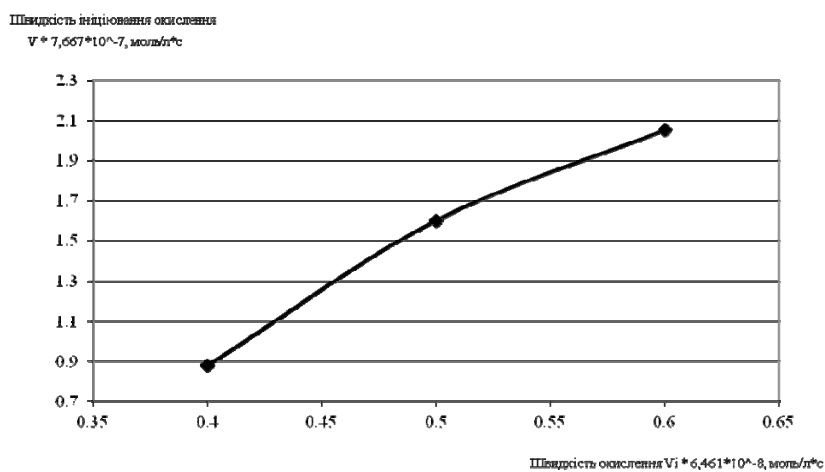


Рис. 8. Залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання зразка *Orange Light*

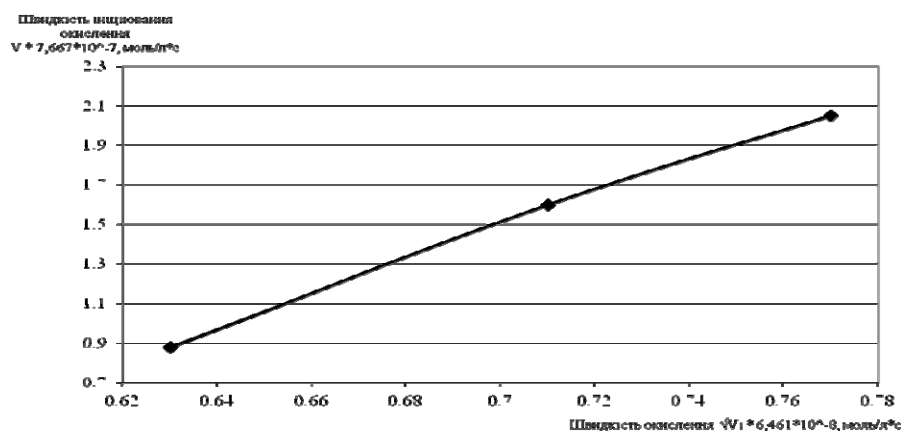


Рис. 9. Залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання зразка *Orange Light*

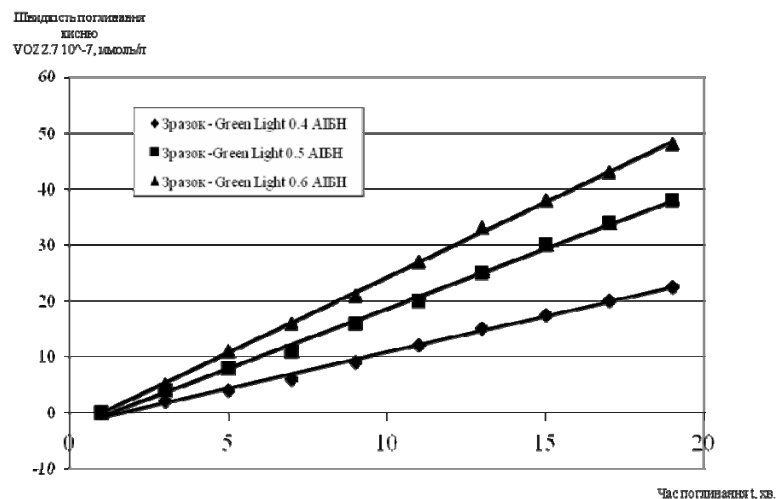


Рис. 10. Швидкість окиснення модельного вуглеводу (кумолу) з додаванням зразка *Green Light*

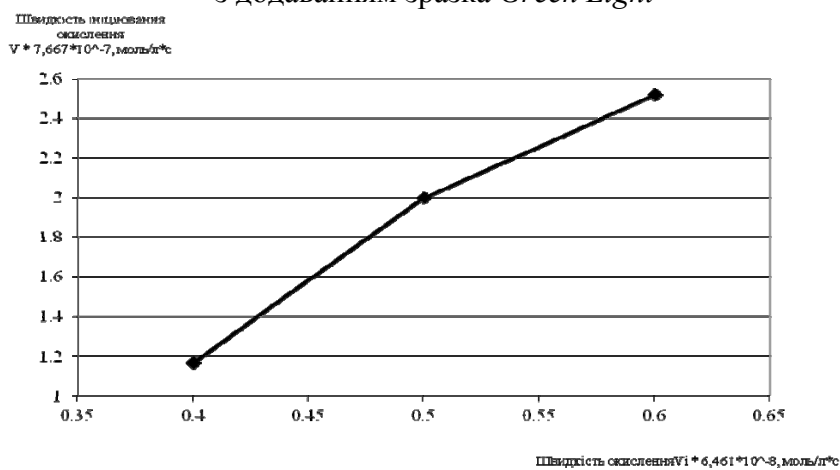


Рис. 11. Залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання зразка *Green Light*

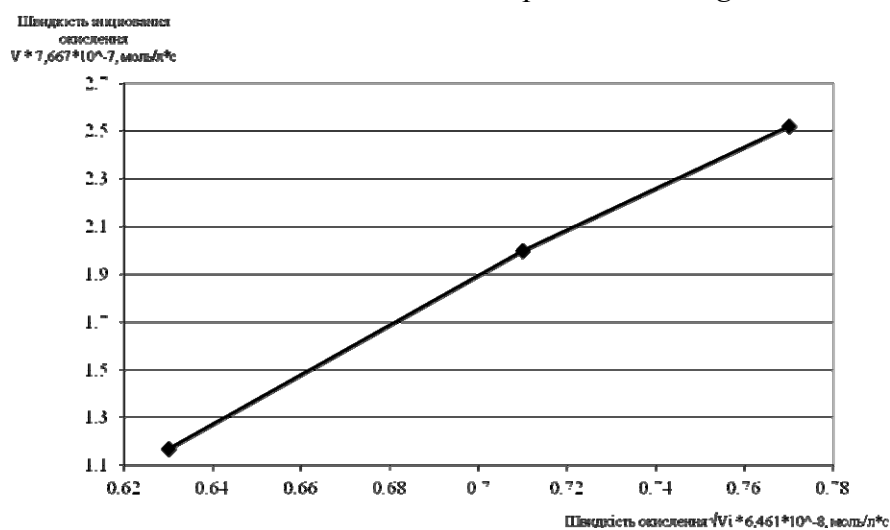


Рис. 12. Залежність швидкості окиснення від швидкості ініціювання зразка *Green Light*

Для зразка *Red Light* залежність $V - V_i$ є прямою, що свідчить про присутність інгібітора. Його окиснюваність становить 0.65. Для зразків *Orange Light* і *Green Light* залежність не є прямою як в координатах $V - V_i$, так і в координатах $V - \sqrt{V_i}$. Очевидно в цих зразках присутні інгібітори змішаного типу в незначній кількості, тому їх розрахунок вважаємо недоцільним. Настоянка *Red Light* містить майже 1 мг/1 см³ антиоксидантів у перерахунку на чистий токоферол, який є відомим антиоксидантом.

Висновки. У зразку настоянки *Red Light* присутні інгібітори ланцюгового вільнорадикального окиснення, що підтверджує антиоксидантні властивості рослинної сировини, використаної у її складі. Міцні алкогольні настоянки *Orange Light* і *Green Light* містять інгібітори змішаного типу в незначній кількості, що зумовлено особливостями хімічного складу рослинної сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головка М. П. Способи зниження токсичного ефекту алкоголю на організм / М. П. Головка, Н. М. Пенкіна, В. В. Колесник // Прогресивна техніка та технологія харчових виробництв ресторанного господарства та торгівлі. — 2012. — № 1 (15). — С. 164—170.
2. Токсико-гигиенические исследования спиртов, производимых гидролизными заводами / [Л. А. Румянцева, И. Д. Гадалина, Р. А. Рязанова, М. В. Малышева] // Гигиена и санитария. — 2000. — № 1. — С. 46—48.
3. Bensafi M. Asymmetry of pleasant vs. unpleasant odor processing during affective judgment in humans / M. Bensafi, C. Rouby // Neuroscience Letters. — 2010. — Vol. 328, Iss. 3. — 16 August. — P. 309—313.
4. Нужний В. П. Хіміко-токсикологічні дослідження міцних алкогольних напоїв домашнього виготовлення з різних регіонів / В. П. Нужний, С. А. Савчук // Наркологія. — 2002. — № 5. — С. 43—48.
5. *l*-Theanine prevents alcoholic liver injury through enhancing the antioxidant capability of hepatocytes / [Guilan Li, Yin Ye, Jingjing Kang, Xiangyang Yao, Yizhou Zhang] // Food and Chemical Toxicology. — 2012. — Vol. 50, Iss. 2. — P. 363—372.
6. Ушкалова В. Н. Стабильность липидов пищевых продуктов / В. Н. Ушкалова. — М. : Агропромиздат, 1988. — 152 с.
7. Тютюнников Б. Н. Химия жиров / Б. Н. Тютюнников. — М. : Колос, 1992. — 448 с.
8. Могилевич М. М. Окисление и окислительная полимеризация непредельных соединений / М. М. Могилевич, Е. М. Плис. — М. : Химия, 1990. — 239 с.
9. Ковалев В. С. Окисление и стабилизация реактивных топлив / В. С. Ковалев, Е. Т. Денисов. — М. : Химия, 1982. — 268 с.
10. Денисов Е. Т. Кинетика гомогенных жидкофазных реакций / Е. Т. Денисов. — М. : Химия, 1991. — 483 с.

Стаття надійшла до редакції 29.10.2014.

Golovko, M., Penkina N., Kolesnik V. Model studies of the antioxidant properties of alcoholic tincture.

Background. In modern conditions when developing new liquors special attention is directed to improving the technology and the use of raw materials that reduce the toxicity of alcohol. This group includes extracts of vegetable raw materials, which have antioxidant use.

Material and Methods. Three types of alcoholic liquors with the addition of antioxidants of plant origin have been developed: *Red Light* with the roots of *Echinacea purpurea* and *Rhodiolarosea* and chokeberry; *Orange Light* with dried milk thistle, orange zest and ginger root; *Green Light* with tarragon, dried laminaria and kiwi.

The induction period is defined on a volumetric unit. Azo-iso-butyronitrile (AIBN) was used as an oxidation initiator, isopropyl benzene (cumene) was used as hydrocarbon which is oxidized. The reaction temperature was -75°C , duration of the experiment – 17–19 minutes.

Results. A sample of *Red Light* has straight $V - Vi$ dependence, indicating the presence of the inhibitor. Its oxidation is 0.65. For samples of *Orange Light* and *Green Light* dependence $V - Vi$ is not direct, and coordinates $V - \sqrt{Vi}$, the graph is not a straight line. Obviously in these samples inhibitors of mixed type in small quantities are present, so this calculation is unsuitable. Tincture *Red Light* contains about $1 \text{ mg}/1 \text{ cm}^3$ of antioxidants in terms of pure tocopherol, which is a known antioxidant.

Conclusion. There are inhibitors of free radical oxidation chain in a sample of tincture *Red Light*, which confirms the antioxidant properties of vegetable raw materials used in its composition. Strong alcoholic liqueur *Orange Light* and *Green Light* contain mixed-type inhibitors in small amounts, due to the peculiarities of the chemical composition of vegetable raw materials.

Keywords: antioxidants, alcohol, free radicals, inhibitors.

REFERENCES

1. Golovko M. P. Sposoby znyzhennja toksychnogo efektu alkogolju na organizm / M. P. Golovko, N. M. Penkina, V. V. Kolesnyk // Progresyvnna tehnika ta tehnologija harchovyh vyrobnyctv restorannogo gospodarstva ta torgivli. — 2012. — № 1 (15). — S. 164—170.
2. Toksiko-gigienicheskie issledovaniya spirtov, proizvodimyh gidroliznymi zavodami / [L. A. Rumjanceva, I. D. Gadalina, R. A. Rjazanova, M. V. Malysheva] // Gigiena i sanitarija. — 2000. — № 1. — S. 46—48.
3. Bensafi M. Asymmetry of pleasant vs. unpleasant odor processing during affective judgment in humans / M. Bensafi, C. Rouby // Neuroscience Letters. — 2010. — Vol. 328, Iss. 3. — 16 August. — P. 309—313.
4. Nuzhnyj V. P. Himiko-toksykologichni doslidzhennja micnyh alkogol'nyh napoi'v domashn'ogo vygotovlennja z riznyh regioniv / V. P. Nuzhnyj, S. A. Savchuk // Narkologija. — 2002. — № 5. — S. 43—48.
5. *l*-Theanine prevents alcoholic liver injury through enhancing the antioxidant capability of hepatocytes / [Guilan Li, Yin Ye, Jingjing Kang, Xiangyang Yao, Yizhou Zhang] // Food and Chemical Toxicology. — 2012. — Vol. 50, Iss. 2. — P. 363—372.
6. Ushkalova V. N. Stabil'nost' lipidov pishhevyh produktov / V. N. Ushkalova. — M. : Agropromizdat, 1988. — 152 s.
7. Tjutjunnikov B. N. Himija zhirov / B. N. Tjutjunnikov. — M. : Kolos, 1992. — 448 s.
8. Mogilevich M. M. Okislenie i okislitel'naja polimerizacija nepredel'nyh soedinenij / M. M. Mogilevich, E. M. Plis. — M. : Himija, 1990. — 239 s.
9. Kovalev V. S. Okislenie i stabilizacija reaktivnyh topliv / V. S. Kovalev, E. T. Denisov. — M. : Himija, 1982. — 268 s.
10. Denisov E. T. Kinetika gomogennyh zhidkofaznyh reakcij / E. T. Denisov. — M. : Himija, 1991. — 483 s.

**Віктор ГУЦЬ,
Анастасія ІВАНЮТА,
Олена СИДОРЕНКО**

ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ З ТОВСТОЛОБИКА

Досліджено закономірності змін якості структуроутворювачів під час зберігання. На основі кінетичної теорії моделювання встановлено гарантований термін зберігання структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини з товстолобика.

Ключові слова: структуроутворювачі, прогнозування, якість, термін зберігання, кінетична теорія моделювання.

Гуць В., Иванюта А., Сидоренко Е. Прогнозирование качества структурообразователей на основе вторичного сырья из толстолобика. Исследованы закономерности изменения качества структурообразователей в процессе хранения. На основе кинетической теории моделирования установлен гарантированный срок хранения структурообразователей на основе вторичного рыбного сырья из толстолобика.

Ключевые слова: структурообразователи, прогнозирование, качество, срок хранения, кинетическая теория моделирования.

Постановка проблеми. Тривале зберігання продукції завжди супроводжується втратами її якості та кількості, зниженням харчової цінності, зміною органолептичних властивостей. Саме тому актуальним є прогнозування змін якості харчових продуктів із метою встановлення гарантованого терміну їх зберігання. Цій проблемі та питанням моделювання якості харчових продуктів присвячено наукові праці *I. Saguy, A. Martinus, Van Boekel*, В. С. Гуця та О. А. Коваль [1–4].

Для визначення термінів зберігання структуроутворювачів доцільно використовувати методи математичного моделювання [5]. Ефективним є використання кінетичної теорії моделювання якості з урахуванням критичних параметрів оптимізації, що об'єднують в систему, яка найбільш повно описує зміни стану продуктів і характеризує їхню якість.

Мета роботи – прогнозування змін якості структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини з товстолобика.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – структуроутворювачі на основі вторинної рибної сировини з товстолобика. Для їх виробництва використано голови, кістки та плавці, які піддавали термічній

обробці. Експериментально встановлено оптимальне співвідношення вторинної рибної сировини та води – 1 : 1.5, час термічної обробки – 2.5 год при температурі 85–100 °С. Із метою підвищення харчової цінності та драглеутворюючих властивостей в один із досліджуваних зразків додано сухий порошок із чорноморської водорості цистозіри. Отриманий рибний бульйон фільтрували та піддавали сублімаційній сушці.

Контролем обрано желатин харчовий фасований марки П-7, виготовлений Лисичанським желатиновим заводом.

Моделювання змін якості й прогнозування терміну зберігання структуроутворювачів виконано за методикою В. С. Гуця та О. А. Коваль [3; 4].

Для прогнозування якості структуроутворювачів під час зберігання визначено в драглях: міцність (методом встановлення максимального навантаження, необхідного для руйнування поверхні драглів [6]); температуру плавлення (встановленням температури переходу драглів у рідкий стан [6]); час розчинення (за ГОСТ 25183.3–82 [6]); прозорість (за власною запатентованою методикою на універсальному комп'ютерному приладі [7]); динамічну в'язкість (на віскозиметрі Штабінгера SVM 3000 [8]).

Усі показники визначено на початку та протягом 15 міс. зберігання з інтервалом у 3 міс.

Результати дослідження. У таблиці наведено показники якості контрольних і досліджуваних зразків драглів, виготовлених на основі сухих структуроутворювачів, та їхні оптимальні значення.

Значення показників якості структуроутворювачів у драглях

$$n = 5; p \leq 0.05$$

Показник	Оптимальні значення	Контроль	Структуроутворювачі на основі	
			вторинної рибної сировини	вторинної рибної сировини з цистозірою
Динамічна в'язкість, мПа·с	21	16±0.8	17±0.7	18±0.9
Час розчинення, хв	5	12±0.6	5±0.25	6±0.3
Міцність, Н	11	10±0.5	10±0.5	11±0.5
Прозорість, %	45	28±1.4	32±1.6	30±1.5
Температура плавлення, °С	32	27±1.3	30±1.5	31±1.5

На основі одержаних експериментальних даних розраховано їх відношення до можливих оптимальних значень.

Локальні показники якості розраховано за формулою:

$$P_1 = \frac{t_d}{t_{opt}}, \quad (1)$$

де P_1 – локальний показник якості;

t_d – величина показника досліджуваного зразка;

t_{opt} – оптимальна величина показника.

За результатами локальних показників якості за визначеними характеристиками побудовано п'ятикутник якості (рис. 1). Відношення площ багатокутників, отриманих для кожного інтервалу часу зберігання, до площі багатокутника, побудованого за показниками оптимальних значень, обрано загальною характеристикою зміни якості продукту.



Рис. 1. П'ятикутник якості структуроутворювачів

Однією із значущих характеристик якості структуроутворювачів є динамічна в'язкість драглів. Цей показник в усіх зразках продукції після приготування перебував в допустимих межах (16–18 мПа·с) [6]. Динамічна в'язкість структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини протягом року зберігання залишалась у цьому інтервалі, а в подальшому знизилася до 13,9 мПа·с, що не відповідає встановленим нормам. У зразку із цистозірою динамічна в'язкість структуроутворювача становила 16,6 мПа·с через 12 міс., а наприкінці терміну зберігання зменшилася до 14,1. В'язкість контрольного зразка була найнижчою, відповідно 14,5 і 12,8 мПа·с (рис. 2).

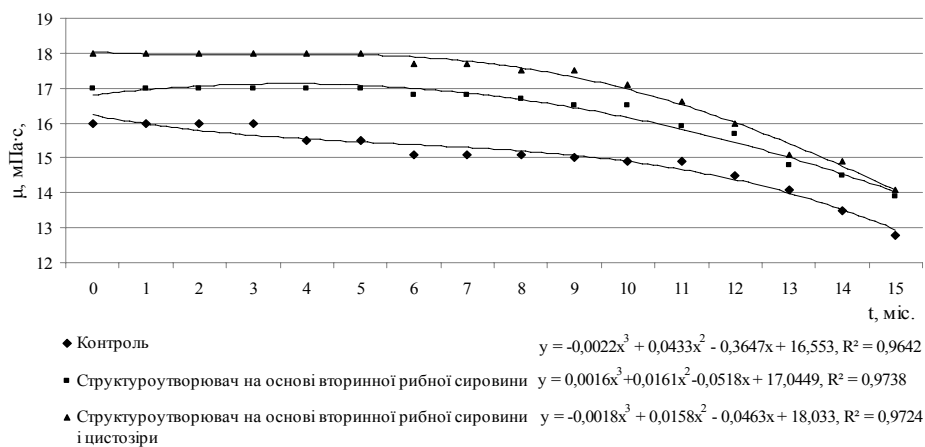


Рис. 2. Зміна динамічної в'язкості драглів із структуроутворювачів при зберіганні

Прозорість розчину структуроутворювачів характеризує ступінь їх забрудненості механічними домішками. Встановлено, що значення показника прозорості нових структуроутворювачів вище, ніж контролю. Протягом терміну зберігання прозорість всіх зразків коливалася в межах 27–30 %, що не досягає оптимальних значень (див. таблицю).

Визначено температуру плавлення контрольного зразка, яка виявилася найнижчою (27 °С), та структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини без цистозіри та з нею, які відповідно становили 30 і 31 °С. Під час зберігання відбувалося незначне зниження температури плавлення досліджуваних структуроутворювачів: на 2 °С – для нової продукції і на 5 °С – для контрольного зразка. Математичну обробку експериментальних даних проведено після 9 міс. зберігання, коли відбувалося помітне зниження значення показника (рис. 3).

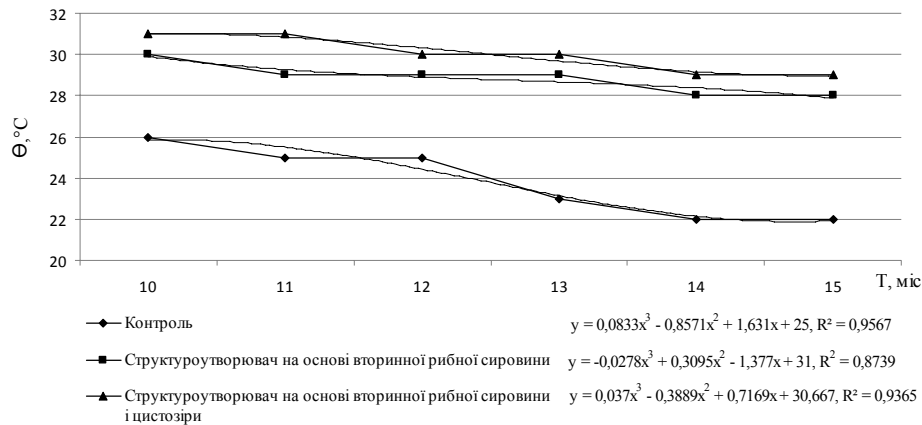


Рис. 3. Зміна температури плавлення драглів із структуроутворювачами при зберіганні

Показником якості структуроутворювачів є міцність драглів, що безпосередньо залежить від рН середовища. Найбільша міцність спостерігається в інтервалі рН 5–7. Математичну обробку експериментальних даних здійснено після 7 міс. зберігання, оскільки до цього часу міцність була незмінною (рис. 4).

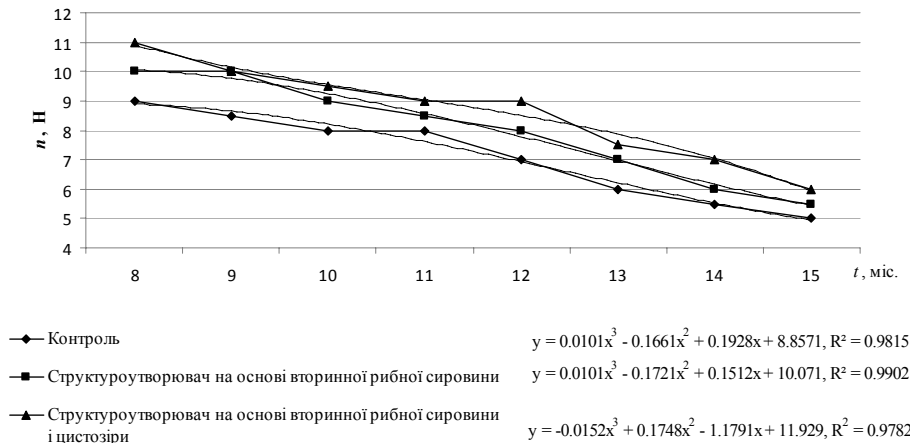


Рис. 4. Зміна міцності драглів із структуроутворювачами при зберіганні

Протягом 12 міс. зберігання міцність нових структуроутворювачів була в межах 8–11 Н, а в подальшому зменшилася до 6 і 5.5 Н відповідно у структуроутворювачах на основі вторинної рибної сировини з цистозірою та без неї. Міцність контрольного зразка становила 7 Н навіть через 12 міс., що недопустимо для використання. Подальше зниження міцності желатину спостерігалось до 5 Н після 15 міс. зберігання.

Розрахунок зміни показників якості структуроутворювачів після 15 міс. зберігання проведено за комп'ютерною програмою *Maple*, де враховуються значення: y_1 – оптимальне; y_2 – для контрольного зразка; y_3 – для структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини; y_4 – для структуроутворювачів із додаванням цистозіри. Максимальне значення локального показника якості – 1. Кількість задіяних факторів – 5 (час розчинення, динамічна в'язкість, міцність, температура плавлення, прозорість). Отримані профілографи якості показують закономірності зміни кожного показника під час зберігання (див. *рис. 1*).

На основі отриманих результатів побудовано графік залежності якості структуроутворювачів від тривалості зберігання (*рис. 5*), де показано зміну якості структуроутворювачів на кожному етапі зберігання відповідно до оптимальних значень. Проведені дослідження дають змогу встановити проміжки часу, в яких виявлено певні зміни якості та визначити швидкість процесів, які відбуваються в структуроутворювачах під час зберігання.

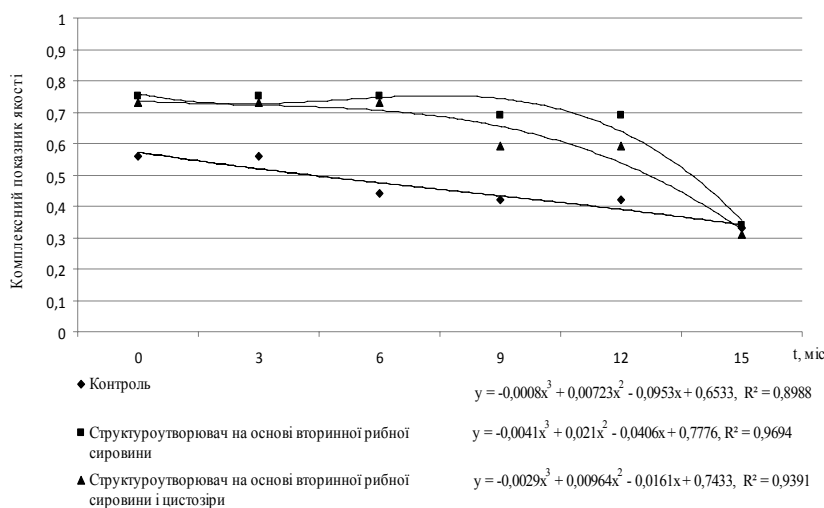


Рис. 5. Зміна КПЯ залежно від термінів зберігання

Закономірності зміни найвагоміших показників якості структуроутворювачів пов'язані переважно з процесами, які відбуваються під час гідролізу білків. Дегідратація молекул білків спричиняє порушення системи водневих зв'язків, вивільнення поверхневих ділянок макромолекул, що призводить до послаблення водневих зв'язків і відповідно сприяє зниженню в'язкості та міцності структуроутворювачів.

Висновки. Результати наукових досліджень свідчать про відсутність суттєвих змін якості структуроутворювачів на основі вторинної рибної сировини з товстолобика протягом 12 міс. зберігання при температурі 22 ± 2 °С.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Saguy I.* Modeling of quality deterioration during food processing and storage / I. Saguy, M. Karel // *Food Technology*. — 1980. — N 2. — P. 34.
2. *Martinus A.* Kinetic Modeling of Food Quality: A Critical Review / A. Martinus, Van Boekel // *Food Science and Food Safety*. — 2008. — N 7. — P. 144—158.
3. *Гуць В. С.* Моделирование показателей качества пищевых продуктов и прогнозирование срока их годности / В. С. Гуць // *Упаковка*. — 2009. — № 3. — С. 30—34.
4. *Коваль О. А.* Кінетична теорія моделювання якості й прогнозування терміну придатності харчових продуктів / О. А. Коваль, В. С. Гуць // *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. — 2008. — № 2. — С. 67—74.
5. *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; затв. 12.05.2010 / Сидоренко Олена Володимирівна. — К., 2009. — 327 с.
6. ГОСТ 11293–89. Желатин. Технические условия. — Введ. 1991—01—07. — М. : Изд-во стандартов, 2005. — С. 16—18.
7. Пат. 73282 Україна, МПК G01N 33/02. Спосіб визначення прозорості (каламутності) желейної продукції / Сидоренко О. В., Романенко Р. П., Туніцька А. О., Романенко О. В. ; заявник і патентовласник Київ. нац. торг.-екон. ун-т. — № u 2011 131150 ; заявл. 08.11.11 ; опубл. 25.09.12, Бюл. № 18. — 4 с.
8. Вискозиметр Штабингера SVM 3000. Инструкция по эксплуатации. Руководство № М/08-54. — М., 2011. — 124 с.

Стаття надійшла до редакції 05.06.2014.

Guts V., Ivanyuta A., Sydorenko O. Forecasting quality of structure forming substances based on secondary raw material of silver carp.

Background. Long-term storage of products is accompanied by loss of quality and quantity, reduced nutritional value, change in the organoleptic properties. It is important to predict changes in the quality of products in order to establish a guaranteed shelf life.

Effective is the use of the kinetic theory of modeling that takes into account critical parameters of optimization that are combined into a system that most fully describes the state changes and product quality.

The *aim* of the research is to predict changes in quality of structure forming substances based on silver carp secondary raw fish materials.

Material and methods. Objects of the research are structure forming substances based on silver carp secondary raw fish materials. Head, bones and fins were used for the production. Ratio of raw materials and water is 1 : 1.5, the heat treatment time is 2.5 hours with a temperature of 85–100 °С. Dry powder with Seaweed *Cystoseira Black Sea* was added to one of the samples. The fish broth was filtered and subjected to freeze drying.

Packed food gelatin T-7 made by Lysychanskyi gelatinous factory was selected as a control specimen.

Quality change modeling and shelf life prediction of structure forming substances were done by method of V. S. Guts and O. A. Koval [3; 4], using a computer program *Maple*.

To predict the quality of structure forming substances during storage in jelly the following points were defined: strength – by setting maximum load required to fracture surfaces of jelly [6]; melting point – setting the temperature at which jelly becomes liquid [6]; transparency – by own patented method with universal computer device [7]; dynamic viscosity – with the viscometer Stabinger SVM 3000 [8]; a dissolution time – according to GOST 25183.3-82 [6].

Results. Patterns of change of structure forming substances based on secondary raw fish were identified, the most important values of local parameters were calculated. A graph of the structure forming substances depending on the duration of storage was developed based on the results. Using computer software *Maple*, the changes in the structure forming substances quality indicators at every stage of storage to the optimal values are shown. The studies allowed set time intervals, which revealed some changes in the quality and determined the speed of the processes taking place in the structure forming substances during storage.

Conclusion. Thus, we have proved scientifically duration of shelf life of structure forming substances based on raw material of silver carp by the kinetic theory of quality modeling. Guaranteed shelf life of structure forming substances with temperature of 22 ± 2 °C is 12 months from manufacturing date.

Keywords: structure forming substances, forecasting, quality, storage life, kinetic theory of modeling.

REFERENCES

1. *Saguy I.* Modeling of quality deterioration during food processing and storage / I. Saguy, M. Karel // *Food Technology*. — 1980. — N 2. — R. 34.
2. *Martinus A.* Kinetic Modeling of Food Quality: A Critical Review / A. Martinus, Van Boekel // *Food Science and Food Safety*. — 2008. — N 7. — R. 144—158.
3. *Guc' V. S.* Modelirovanie pokazatelej kachestva pishhevyyh produktov i prognozirovanie sroka ih godnosti / V. S. Guc' // *Upakovka*. — 2009. — № 3. — S. 30—34.
4. *Koval' O. A.* Kinetychna teorija modeljuvannja jakosti j prognozuvannja terminu prydatnosti harchovyh produktiv / O. A. Koval', V. S. Guc' // *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky"*. — 2008. — № 2. — S. 67—74.
5. *Sydorenko O. V.* Naukove obg'runtuvannja i formuvannja spozhyvnyh vlastyvostej produktiv z prysnovodnoi' ryby ta roslynnoi' syrovyny : dys. ... dokt. tehn. nauk : 05.18.15 / zahyshhena 04.12.2009; zatv. 12.05.2010 / Sydorenko Olena Volodymyrivna. — K., 2009. — 327 s.
6. GOST 11293–89. Zhelatin. Tehnicheskie uslovija. — Vved. 1991—01—07. — M. : Izd-vo standartov, 2005. — S. 16—18.
7. Pat. 73282 Ukrai'na, MPK G01N 33/02. Sposib vyznachennja prozorsti (kalamutnosti) zhelejnoi' produkcii' / Sydorenko O. V., Romanenko R. P., Tunic'ka A. O., Romanenko O. V. ; zajavnyk i patentovlasnyk Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t. — № u 2011 131150 ; zajavl. 08.11.11 ; opubl. 25.09.12, Bjul. № 18. — 4 s.
8. *Viskozimetr Shtabingera SVM 3000.* Instrukcija po jekspluatacii. Rukovodstvo № M/08-54. — M., 2011. — 124 s.

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

УДК 667.6

**Ніна МЕРЕЖКО,
Ольга ШУЛЬГА**

АДСОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КАОЛІНІВ УКРАЇНСЬКИХ РОДОВИЩ

Наведено результати досліджень рівня адсорбції стирол-акрилового полімеру каолінами. Встановлено вплив таких властивостей каолінів, як питома поверхня, коефіцієнт фільтрації, тангенс кута діелектричних втрат та кут змочування наповнювача водою на ступінь його контакту з плівкоутворювачем. Досліджено вплив модифікації каолінів на протікання процесів взаємодії в системі мінеральний наповнювач – плівкоутворювач.

Ключові слова: каолін, властивості поверхні наповнювача, адсорбція полімеру, модифікування, поверхнево-активні речовини.

Мережко Н., Шульга О. Адсорбционные свойства каолинов украинских месторождений. Приведены результаты исследований уровня адсорбции стирол-акрилового полимера каолинами. Установлено влияние таких свойств каолинов как удельная поверхность, коэффициент фильтрации, тангенс угла диэлектрических потерь и угол смачивания наполнителя водой на степень его контакта с пленкообразователем. Исследовано влияние модификации каолинов на протекание процессов взаимодействия в системе минеральный наполнитель – пленкообразователь.

Ключевые слова: каолин, свойства поверхности наполнителя, адсорбция полимера, модифицирование, поверхностно-активные вещества.

Постановка проблеми. У формуванні властивостей водно-дисперсійних фарб важливу роль відіграє механізм взаємодії плівкоутворювача з наповнювачем. Адсорбційна взаємодія на межі поділу фаз полімер – наповнювач поряд із фізико-хімічними властивостями самих наповнювачів є одним із найважливіших факторів, що визначають властивості лакофарбових матеріалів і впливають на структуру їх покриттів [1; 2].

© Ніна Мережко, Ольга Шульга, 2014

Адсорбційна взаємодія водорозчинних полімерів із дисперсними частинками залежить від концентрації полімеру й мінеральної суспензії, присутності електролітів, температури тощо, але головним чином визначається хімічною природою полімеру та наповнювача, а також характером поверхні останнього [3].

Хімічна активність наповнювачів проявляється в хемосорбції полімерних молекул із утворенням іонних ван-дер-ваальсових зв'язків. До хімічних ефектів у наповнених полімерних композиціях належать реакції поверхневих груп, які містяться в наповнювачах, з полімерами або модифікуючими добавками. Полімери зазвичай також містять хімічно активні групи, які здатні реагувати між собою або з активними групами поверхні наповнювачів [4].

Сумісність наповнювача з полімером – основний чинник, який впливає на властивості композиційного матеріалу. У зв'язку з цим особливого значення набувають дослідження рівня адсорбції полімерів наповнювачами та пошук шляхів його оптимізації. Питанням адсорбції полімерів мінеральними наповнювачами присвячено праці іноземних науковців, зокрема *L. Besra, D. K. Sengupta, S. K. Roy, P. Au, J. Moczko, E. Fekete, B. Pukanszky, E. Papirer* [5–7].

У той же час адсорбційні властивості українських мінеральних наповнювачів вивчені недостатньо. У роботах В. А. Свідерського, А. В. Миронюка, Т. А. Караваєва досліджено окремі показники фарб і покриттів, з яких можна зробити висновки про адсорбцію полімерів із їх водних розчинів на поверхні мінеральних наповнювачів, однак конкретних числових даних не наведено [8–11]. Саме тому актуальним є дослідження властивостей дисперсій на основі вітчизняних сировинних матеріалів для лакофарбової продукції, а саме – каолінів і водних дисперсій полімерів. Особливого значення набуває встановлення рівня адсорбції полімеру наповнювачами.

Мета роботи – встановлення взаємозв'язку між адсорбцією полімеру та властивостями поверхні каолінів, зміна рівня адсорбції полімеру модифікацією каолінів.

Матеріали та методи. Як наповнювачі обрано збагачені й незбагачені каоліни українських родовищ від виробників: Глуховецького (ТОВ "АКВ Українське каолінове товариство", м. Глухівці Вінницької обл.), Присянівського (ТОВ "Проско Ресурси", м. Присяна Дніпропетровської обл.), Катеринівського (ТОВ "УкрРосКаолін", м. Донецьк), Обознівського (ВАТ "Кіровоградське рудоуправління", с. Катеринівка Кіровоградської обл.), Богородицького родовища "Біла Балка" ("Науково-виробниче підприємство "Донбаснерудпром", м. Донецьк). Досліджено каоліни марок: глуховецький КС-1, присянівський КС-1, богородицький КНВ-1; обознівський КО-1 та катеринівський Е-2013.

Як плівкоутворювач використано водну дисперсію стирол-акрилового полімеру *Osakryl OSA S20* виробництва *Synthos Spółka Akcyjna* (Польща). Як поверхнево-активні модифікатори обрано кремнійоргані-

нічну речовину – водний розчин метилсиліконату калію (ГКЖ-11К) та аніонактивну ПАР – лаурилсульфат натрію (*SLES*).

Методом фронтальної рідинної хроматографії витіснення досліджено адсорбційну взаємодію між макромолекулами стирол-акрилового полімеру (водні розчини) та активними центрами на поверхні мінеральних наповнювачів, а саме – каолінів українських родовищ [11].

Коефіцієнт фільтрації, умовний тангенс кута діелектричних втрат і кут змочування водою встановлено методом визначення висоти рідини в шарі порошку, що базується на термодинамічній теорії капілярного просочування [12].

Результати дослідження. Із досліджуваних каолінів найбільшу активність по відношенню до полімеру проявив просянівський каолін КС-1. Отриманий результат можна пояснити тим, що стирол-акриловий полімер є полярним плівкоутворювачем, карбоксильні групи якого можуть взаємодіяти з гідроксильними групами каолінів через водневі зв'язки. Тобто адсорбційну взаємодію молекул полімеру з поверхнею наповнювачів можна розглядати як процес, що приводить до перерозподілу міжмолекулярних зв'язків у системі й утворення додаткових вузлів структурної сітки внаслідок взаємодії сегментів із поверхнею [13]. Саме тому найбільша активність по відношенню до стирол-акрилового полімеру характерна для каолінів, які на своїй поверхні містять найбільше гідроксильних груп. Кількість таких груп на поверхні каолінів визначається значенням питомої поверхні наповнювачів, підтверджується значенням тангенса кута діелектричних втрат, яке для просянівського каоліну КС-1 є найбільшим. Разом з тим значення питомої поверхні каолінів не є вирішальним фактором впливу на значення адсорбції полімеру. Наприклад, для обознівського каоліну, який має найбільшу питому поверхню ($15.31 \text{ м}^2/\text{г}$), значення адсорбції полімеру є меншим, ніж у просянівського (питома поверхня – $12.48 \text{ м}^2/\text{г}$). Це пояснюється тим, що останній має більше значення коефіцієнта фільтрації та утворює більш проникну структуру, що сприяє рівномірному змочуванню поверхні [14].

Істотним фактором, який впливає на адсорбційні властивості каолінів, є коефіцієнт фільтрації. Відповідно – чим вище значення коефіцієнта фільтрації каоліну, тим більшою є питома адсорбція полімеру. Просянівський каолін із найбільшим значенням коефіцієнта фільтрації ($4.39 \cdot 10^{-6}$) характеризується високою адсорбційною здатністю (193 мг/г). Зі зменшенням значень коефіцієнта фільтрації досліджуваних каолінів (від $2.06 \cdot 10^{-6}$ у обознівського до $1.03 \cdot 10^{-6}$ у глуховецького) відмічено зменшення адсорбційної здатності їх поверхні (табл. 1).

Залежність рівня адсорбції полімеру від властивостей поверхні каолінів дає змогу регулювати перебіг взаємодії плівкоутворювача з наповнювачем модифікуванням останніх. Із цією метою як модифікатори використано метилсиліконат натрію (0.3 мас. %) та лаурилсульфат натрію (0.25 мас. %). Зазначені концентрації модифікаторів є оптимальними для досліджуваних каолінів [15].

Таблиця 1

Вплив властивостей поверхні каолінів на їх адсорбційну взаємодію з водним розчином стирол-акрилового полімеру

Каолін	Коефіцієнт фільтрації по бензолу, $10^6 \text{ см}^3 \cdot \text{с/г}$	Умовний тангенс кута діелектричних втрат	Питома масова адсорбція полімеру, мг/г
Глуховецький КС-1	1.03	0.114	162
Присянівський КС-1	4.39	0.193	193
Обознівський КО-1	2.06	0.114	187
Катеринівський Е-2013	1.69	0.116	175
Богородицький КНВ-1	1.97	0.119	183

При виборі модифікаторів для наповнювачів враховано поверхневу активність і тип полярних груп плівкоутворювача, оскільки отримання стійких високодисперсних суспензій наповнювачів у розчинах полімерів потребує, щоб вуглеводневі ланцюги модифікатора були достатньо великими й містили близькі до оточуючого середовища полярні групи. Для забезпечення стабільного ефекту модифікування обрано модифікатори з хімічно активними функціональними групами, здатними взаємодіяти із гідроксильними та іншими групами поверхні каолінів, утворюючи при цьому стійкі зв'язки.

Встановлено, що під час модифікації змінено ліофільно-ліофобний баланс каолінів, про що свідчить збільшення значень крайового кута змочування матеріалів водою (табл. 2).

Таблиця 2

Крайовий кут змочування водою поверхні каолінів, град.

Каолін	Необроблений	Модифікований ГКЖ-11К	Модифікований SLES
Глуховецький КС-1	47	57	59
Присянівський КС-1	43	52	54
Обознівський КО-1	63	76	78
Катеринівський Е-2013	78	88	90
Богородицький КНВ-1	59	64	68

Кут змочування каолінів підвищився на 10–13 градусів за рахунок їхнього модифікування при оптимальній концентрації ПАР. При подальшому збільшенні концентрації модифікаторів значення цього показника зменшувалося.

Реакційноздатна функціональна група модифікатора взаємодіє з поверхневими гідроксильними групами каоліну, блокуючи їх по відношенню до молекул води. Блокування активних груп поверхні каоліну взаємодією з активними групами гідрофобізатора є найбільш ефективним, оскільки під час модифікації до поверхні мінералу приєднуються

гідрофобні радикали, які в подальшому утримуються силами хімічного ковалентного зв'язку. Модифікатор екранує адсорбційні центри на поверхні матеріалу, внаслідок чого вона не може значною мірою взаємодіяти з водою. Екранування проходить частково, і частина поверхні каолінів все ще здатна взаємодіяти із молекулами води, хоча загалом обробка поверхні наповнювачів модифікаторами надає їй гідрофобних властивостей. Водночас змін зазнав енергетичний стан поверхні каолінів. Відбулося зменшення значень тангенса кута діелектричних втрат і збільшення значень коефіцієнта фільтрації. Порівнявши дані *табл. 1* і *табл. 3*, можна зробити висновок, що це поліпшило сумісність наповнювача з неполярним стирол-акриловим полімером, підвищило його адсорбцію каолінами.

Таблиця 3

Властивості поверхні та адсорбційна взаємодія модифікованих каолінів із стирол-акриловим полімером

Каолін	Коефіцієнт фільтрації по бензолу, $10^6 \text{ см}^3 \cdot \text{с} / \text{г}$	Умовний тангенс кута діелектричних втрат	Питома масова адсорбція полімеру, мг/г
Модифікатор ГКЖ-11К			
Глуховецький КС-1	1.23	0.098	194
Просянівський КС-1	4.57	0.132	216
Обознівський КО-1	2.28	0.085	203
Катеринівський Е-2013	1.90	0.093	196
Богородицький КНВ-1	2.13	0.079	198
Модифікатор SLES			
Глуховецький КС-1	2.11	0.094	213
Просянівський КС-1	4.63	0.129	228
Обознівський КО-1	2.34	0.083	219
Катеринівський Е-2013	1.91	0.089	209
Богородицький КНВ-1	2.16	0.075	215

Модифікація каолінів дає можливість регулювати енергетичний стан поверхні наповнювачів, перешкоджає утворенню агрегатів, які ускладнюють їх диспергування в матриці полімеру та призводять до погіршення фізико-механічних властивостей. Наданням каолінам гідрофобних властивостей підвищується сумісність наповнювача з неполярним полімером, що істотно підвищує його адсорбцію [16].

Висновки. Визначальним фактором взаємодії в системі полімер – наповнювач є фільтраційні властивості останнього. Саме каоліни з вищою фільтраційною здатністю і відповідно меншою щільністю упаковки більш інтенсивно взаємодіють із полімером. Також важливу роль відіграє ступінь гідрофільності поверхні каолінів, зміна якого під час модифікування збільшує кількість полімеру, що зв'язується в міжфазному шарі на поверхні наповнювача.

Модифікування поверхні каолінів є засобом керованого впливу на протікання процесів взаємодії в системі мінеральний наповнювач – плівкоутворювач у лакофарбових композиціях. Це один із основних методів цільового регулювання молекулярних властивостей їхньої поверхні, що обумовлює максимальну сумісність наповнювача з полімерним середовищем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Лунатов Ю. С.* Межфазные явления в полимерах. — К. : Наук. думка, 1980. — 260 с.
2. *Водорастворимые полимеры и их взаимодействие с дисперсными системами* / [К. С. Ахмедов, Э. А. Арипов, Г. М. Вирская и др.]. — Ташкент : ФАН, 1969. — 251 с.
3. *Sviderskyi V.* Scientific ground of usage of Ukrainian kaolins in the production of water-dispersion paints / V. Sviderskyi, T. Karavayev // Proceedings of the 17th IGWT Symposium [Facing the Challenges of the Future: Excellence in Business and in Commodity Science], (Bucharest, 21–25 Sept. 2010) / Bucharest Academy of Economic Studies. — Bucharest. — Vol. II, Part VII "Researching activities within theoretical studies", 2010. — P. 1004—1010.
4. *Мережко Н. В.* Властивості та структура наповнених кремнійорганічних покриттів. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2000. — 257 с.
5. *Influence of polymer adsorption and conformation on flocculation and dewatering of kaolin suspension* / [L. Besra, D. K. Sengupta, S. K. Roy, P. Ay] // Int J Miner Process. — 2002. — Vol. 66, N 1. — P. 183—202.
6. *Moczó J.* Adsorption of surfactants on CaCO₃ and its effect on surface free energy / J. Moczó, E. Fekete, B. Pukanszky // Progress in Colloid and Polymer Science. — 2004. — N 125. — P. 134—141.
7. *Papirer E.* Adsorption on Silica Surfaces / E. Papirer. — New York : CRC Press, 2000. — P. 774.
8. *Свідерський В. А.* Дослідження впливу щільності упаковки наповнювачів на сорбційні характеристики та проникність полімерного композиційного покриття / В. А. Свідерський, О. В. Миронюк // Сх.-Євр. журн. передових технологій. — 2009. — № 1/4, Т. 37. — С. 7—10.
9. *Караваєв Т. А.* Визначення критичної об'ємної концентрації наповнювача у водно-дисперсійних фарбах / Т. А. Караваєв, В. А. Свідерський // Вісн. Черкас. держ. технол. ун-ту. — 2013. — № 4. — С. 141—149. — (Серія "Технічні науки").
10. *Караваєв Т. А.* Гідрофобність покриттів з водно-дисперсійних фарб та способи її підвищення / Т. А. Караваєв // Вісн. Черкас. держ. технол. ун-ту. — 2014. — № 2. — С. 106—112. — (Серія "Технічні науки").
11. *Свідерський В. А.* Визначення ступеня контакту між плівкоутворювачем і наповнювачем в композиційних покриттях методом хроматографії / В. А. Свідерський, О. В. Миронюк // Вісник НТУУ "ХПІ". — 2008. — № 39. — С. 9—17.
12. *Гидрофобный вспученный перлит* / [А. А. Пашенко, М. Г. Воронков, А. А. Крупа, В. А. Свидерский]. — К. : Наук. думка, 1977. — 202 с.

13. Мережко Н. В. Исследование процессов взаимодействия в системе наполнитель – эпоксидно-акриловый пленкообразователь / Н. В. Мережко, Р. Г. Домниченко // Технол. аудит и резервы производства. — 2013. — № 5/1. — С. 7—9.
14. Липатов Ю. С. Физическая химия наполненных полимеров. — М. : Химия, 1977. — 304 с.
15. Мережко Н. Реологічні властивості водних дисперсій модифікованого каоліну / Н. Мережко, О. Шульга // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2014. — № 1 (17). — С. 110—117.
16. Свидерский В. А. Влияние поверхностно-активных добавок на реологическое поведение водных суспензий волластонита / В. А. Свидерский, А. А. Сикорский, А. В. Миронюк // Вост.-Европ. журн. передовых технологий. — 2013. — № 2/6 (62). — С. 55—58.

Стаття надійшла до редакції 24.09.2014.

Merezhko N., Shulga O. Adsorption properties of kaolin from Ukrainian deposits.

Background. The use of kaolin as a functional filler for paints will reduce its cost without its properties getting worse. Compatibility of the filler with the polymer is the main factor that affects the properties of the composite material. That's why study of adsorption of polymers on domestic fillers and finding ways to improve its absorption are relevant.

The *aim* of the article is to establish the influence of kaolin surface energy on polymer adsorption and change of polymer adsorption by modifying kaolin.

Material and methods. Object of study is kaolin from Ukrainian deposits. Acrylic-styrene polymer was used as a binder. Aqueous potassium methyl silicate solution and sodium lauryl sulphate were chosen as the surfactant modifiers. Adsorption interaction between macromolecules of acrylic-styrene polymer and active centers on the surface of kaolin was investigated by liquid chromatography.

Results. It was established that a significant factor which influences the adsorption properties of kaolin is the filtration coefficient.

Dependence of polymer adsorption on surface properties of kaolin makes it possible to regulate the course of interaction between binder and filler by modification of last.

Modified kaolin is less able to form aggregates that complicate their dispersion in the polymer matrix and lead to poor physical and mechanical properties of paints, and they are more compatible with non-polar polymer.

Conclusion. Surface modification of kaolin fillers is considered as a means of controlled influence on processes of interaction in the system of mineral filler – binder in paint formulations. This is one of the main methods of molecular regulation of surface properties, which makes fillers more compatible to polymer.

Keywords: kaolin, the surface properties of the filler, polymer adsorption, modification, surfactants

REFERENCES

1. Lipatov Ju. S. Mezhfaznye javlenija v polimerah. — K. : Nauk. dumka, 1980. — 260 s.
2. Vodorastvorimye polimery i ih vzaimodejstvie s dispersnymi sistemami / [K. S. Ahmedov, Je. A. Aripov, G. M. Virskaja i dr.]. — Tashkent : FAN, 1969. — 251 s.
3. Sviderskiyi V. Scientific ground of usage of Ukrainian kaolins in the production of water-dispersion paints / V. Sviderskiyi, T. Karavayev // Proceedings of the 17th

- IGWT Symposium [Facing the Challenges of the Future: Excellence in Business and in Commodity Science], (Bucharest, 21–25 Sept. 2010) / Bucharest Academy of Economic Studies. — Bucharest. — Vol. II, Part VII "Researching activities within theoretical studies", 2010. — P. 1004—1010.
4. *Merezhko N. V.* Vlastyvoli ta struktura napovnenyh kremnijorganichnyh pokryttiv. — K. : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2000. — 257 s.
 5. *Influence of polymer adsorption and conformation on flocculation and dewatering of kaolin suspension* / [L. Besra, D. K. Sengupta, S. K. Roy, P. Ay] // *Int J Miner Process.* — 2002. — Vol. 66, N 1. — P. 183—202.
 6. *Moczo J.* Adsorbition of surfactans on CaCO₃ and its effect on surface free energy / J. Moczo, E. Fekete, B. Pukanszky // *Progress in Colloid and Polymer Science.* — 2004. — N 125. — P. 134—141.
 7. *Papirer E.* Adsorption on Silica Surfaces / E. Papirer. — New York : CRC Press, 2000. — R. 774.
 8. *Sviders'kyj V. A.* Doslidzhennja vplyvu shhil'nosti upakovky napovnjuvachiv na sorbcijni harakterystyky ta pronyknist' polimernogo kompozycijnogo pokryttja / V. A. Sviders'kyj, O. V. Myronjuk // *Sh.-Jevr. zhurn. peredovyh tehnologij.* — 2009. — № 1/4, T. 37. — S. 7—10.
 9. *Karavajev T. A.* Vyznachennja krytychnoi' ob'jemnoi' koncentracii' napovnjuvacha u vodno-dypersijnyh farbah / T. A. Karavajev, V. A. Sviders'kyj // *Visn. Cherkas. derzh. tehnol. un-tu.* — 2013. — № 4. — S. 141—149. — (Serija "Tehnichni nauky").
 10. *Karavajev T. A.* Hidrofobnist' pokryttiv z vodno-dypersijnyh farb ta sposoby i'i pidvyshhennja / T. A. Karavajev // *Visn. Cherkas. derzh. tehnol. un-tu.* — 2014. — № 2. — S. 106—112. — (Serija "Tehnichni nauky").
 11. *Sviders'kyj V. A.* Vyznachennja stupenja kontaktu mizh plivkoutvorjuvachem i napovnjuvachem v kompozycijnyh pokryttjah metodom hromatografii' / V. A. Sviders'kyj, O. V. Myronjuk // *Visnyk NTUU "HPI".* — 2008. — № 39. — S. 9—17.
 12. *Gidrofobnyj vspuchennyj perlit* / [A. A. Pashhenko, M. G. Voronkov, A. A. Krupa, V. A. Sviderskij]. — K. : Nauk. dumka, 1977. — 202 s.
 13. *Merezhko N. V.* Issledovanie processov vzaimodejstvija v sisteme napolnitel' – jepoksidno-akrilovyj plenkoobrazovatel' / N. V. Merezhko, R. G. Domnichenko // *Tehnol. audit i rezervy proizvodstva.* — 2013. — № 5/1. — S. 7—9.
 14. *Lipatov Ju. S.* Fizicheskaja himija napolnennyh polimerov. — M. : Himija, 1977. — 304 s.
 15. *Merezhko N.* Reologichni vlastyvoli vodnyh dypersij modyfikovanogo kaolinu / N. Merezhko, O. Shul'ga // *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky".* — 2014. — № 1 (17). — S. 110—117.
 16. *Sviderskij V. A.* Vlijanie poverhnostno-aktivnyh dobavok na reologicheskoe povedenie vodnyh suspenzij vollastonita / V. A. Sviderskij, A. A. Sikorskij, A. V. Mironjuk // *Vost.-Evrop. zhurn. peredovyh tehnologij.* — 2013. — № 2/6 (62). — S. 55—58.

УДК 667.6

**Володимир КОМАХА,
Валентин СВИДЕРСЬКИЙ**

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МОДИФІКОВАНИХ АКРИЛОВИХ ДИСПЕРСІЙ

Наведено результати досліджень реологічної поведінки систем карбонат – водна акрилова дисперсія при різних швидкостях зсуву потоку. Показано, що карбонати українських родовищ є активними наповнювачами по відношенню до водних дисперсій полімерного зв'язуючого в складі композицій водно-дисперсійних фарб.

Ключові слова: реологічна поведінка, енергетичний стан поверхні, межа текучості, водні суспензії карбонатів, наповнені акрилові дисперсії.

Комаха В., Свидерский В. Реологические свойства модифицированных акриловых дисперсий. Приведены результаты исследований реологического поведения систем карбонат – водная акриловая дисперсия при разных скоростях сдвига потока. Показано, что карбонаты украинских месторождений являются активными наполнителями по отношению к водным дисперсиям полимерного связующего в составе композиций водно-дисперсионных красок.

Ключевые слова: реологическое поведение, энергетическое состояние поверхности, предел текучести, водные суспензии карбонатов, наполненные акриловые дисперсии.

Постановка проблеми. Управління хімічними реакціями, створення композиційних матеріалів із наперед заданими властивостями тісно пов'язані з розкриттям закономірностей між реологічною поведінкою дисперсного матеріалу в полімерних середовищах, властивостями матеріалу диспергованих частинок і поведінкою елементів мікроструктури при течії дисперсної системи, про що висвітлено у фундаментальній роботі Ю. С. Ліпатова [1].

Дослідженнями *R. G. Egres, N. J. Wagner, В. А. Свідерського, Т. А. Караваєва* зі співавторами [2–4] доведено, що існує взаємозв'язок між властивостями поверхні, гранулометричним складом різновидів карбонату кальцію та характером течії їх водних суспензій різної концентрації. Під керівництвом *Н. В. Мережко* авторами досліджено можливість цілеспрямованого регулювання властивостей лакофарбових матеріалів введенням до їхнього складу модифікованих наповнювачів [4; 5]. Саме карбонатні наповнювачі є найбільш перспективними в лакофарбовій промисловості. Вивчення дисперсних систем сприяє кращому розумінню процесів взаємодії, удосконаленню та розробці композицій із новими властивостями.

© Володимир Комаха, Валентин Свідерський, 2014

Мета роботи – встановлення структурно-механічних залежностей у наповнених карбонатами акрилових дисперсій від властивостей наповнювача.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – крейди українських родовищ ММС-1 (ПрАТ "Н.-Сіверський ЗБМ") та МТД-2 (ВАТ "Сумиагропромбуд"), а також типовий карбонатний наповнювач *Normcal-20* (Туреччина), що входить до складу більшості базових рецептур водно-дисперсійних фарб.

Як плівкоутворювач обрано водну дисперсію акрилового полімеру *Osakryl AB-20* виробництва *Synthos S. A.* (вміст нелетких сполук – 50 мас. %, рН 7.5–8.5, середній розмір частинок 90–130 нм, в'язкість за Брукфільдом 50–500 мПа*с).

Властивості поверхні карбонатів (змочуваність при натіканні та коефіцієнт фільтрації за полярною та неполярною рідинами, водою та бензолом, коефіцієнт ліофільності, питома ефективна поверхня) досліджуваних дисперсних матеріалів визначено за Б. В. Дерягіним [6]. Вимірювання ефективної в'язкості проведено в умовах зсувної деформації в діапазоні швидкостей деформації від 0.0167 до 145.8 с⁻¹ при кімнатній температурі ротаційним віскозиметром *Rheotest II*.

Результати дослідження. Мінеральні наповнювачі суттєво впливають на властивості наповнених полімерних композицій. Ступінь впливу карбонатів на властивості полімерних композицій залежить від хімічного складу, дисперсності й форми частинок, стану поверхні, відсоткового вмісту наповнювача в композиції [7].

Введення наповнювачів до полімерів приводить до появи широкого спектра взаємодій (від слабких фізичних до більш міцних хімічних), що виникають на межі розділу полімер – наповнювач. Природа цих взаємодій значною мірою залежить від хімічного складу наповнювачів.

Для карбонатних наповнювачів важливою характеристикою хімічного складу є співвідношення вмісту карбонату кальцію (CaCO₃), оксиду феруму (Fe₂O₃), оксиду сіліціюму (SiO₂) та інших домішок [8].

За хімічним складом вітчизняні крейди суттєво відрізняються від імпортованих мікрокальцитів (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад тонкодисперсних карбонатних наповнювачів

Наповнювач	Елементний склад, мас. %					
	Ca	Fe	Si	Mn	S	Sr
ММС-1	97.9	0.4	1.2	0.1	0.1	0.4
МТД-2	98.2	0.5	1.0	–	0.1	0.3
<i>Normcal-20</i>	99.1	–	0.8	–	0.1	–

Головним показником якості для карбонатних наповнювачів є високий вміст карбонату кальцію та низький вміст домішок оксидів феруму. Саме це і є характерним для *Normcal-20*, а також найнижчий вміст оксиду сіліцію та повна відсутність інших небажаних оксидів.

На реологічну поведінку карбонатів у водних суспензіях та дисперсіях полімерів визначальний вплив мають фізико-хімічні властивості наповнювача [9]. Найбільший середній розмір частинок, а отже й найменшу схильність до утворення агрегатів має *Normcal-20*. Українські крейди більш здатні до агрегації, оскільки мають менший розмір частинок і порівняно невелику питому поверхню за БЕТ. Крайовий кут змочування залежить від розподілу активних до взаємодії з водою центрів на поверхні наповнювача, хімічного складу та способу отримання. Найбільш гідрофільною є поверхня карбонату кальцію МТД-2. Значення крайового кута змочування водою для мікрокальциту *Normcal-20* та ММС-1, незважаючи на різну кристалохімічну будову, доволі близькі (табл. 2).

Таблиця 2

Фізичні властивості тонкодисперсних карбонатних наповнювачів

Наповнювач	Середній розмір частинок, мкм	Питома поверхня за БЕТ, м ² /г	Крайовий кут змочування водою, град	Маслоємність, г/100 г	Умовний тангенс кута діелектричних втрат, tg δ
ММС-1	3.20	3.28	31	22.7	0.040
МТД-2	2.78	2.78	21	24.0	0.062
<i>Normcal-20</i>	4.49	1.40	30	19.0	0.060

Рівень розвиненості поверхні досліджуваних карбонатних наповнювачів можна подати в порядку зменшення: МТД-2 > ММС-1 > *Normcal-20*. Крейда МТД-2 має найбільшу, а мікрокальцит *Normcal-20* – найменшу схильність до агрегації та утворення агломератів у технологічному процесі виготовлення водно-дисперсійних фарб. Цим пояснюється високе поширення у лакофарбовому виробництві імпортованих наповнювачів.

Вітчизняні карбонати завдяки своїй кристалохімічній будові та складу характеризуються високим рівнем розвиненості поверхні (табл. 3).

Таблиця 3

Властивості поверхні карбонатних наповнювачів

Наповнювач	Змочуваність при натіканні		Коефіцієнт фільтрації, 10 ⁻⁶ см ³ ·с/г		Коефіцієнт ліофільності, β	Питома ефективна поверхня, м ² /г	
	вода	бензол	вода	бензол		вода	бензол
ММС-1	0.0167	0.0200	0.213	0.541	0.83	2.0	1.43
МТД-2	0.0107	0.0119	0.231	0.454	0.90	1.8	1.48
<i>Normcal-20</i>	0.0091	0.0118	0.052	0.224	0.85	1.31	1.12

Показник змочуваності водою у вітчизняних осадових крейд марок ММС-1 та МТД-2 значно вищий, ніж у мікрокальциту *Normcal-20*. Неполлярними рідинами, зокрема бензолом, карбонати змочуються дещо краще, ніж полярними (в 1.19 і 1.11 рази відповідно для крейди марок ММС-1 і МТД-2 порівняно зі змочуваністю водою та в 1.29 рази – для імпортованих матеріалів).

На процесі змочування тонкодисперсних мінеральних наповнювачів, окрім їх хімічного, мінералогічного складу та енергетичного стану поверхні, суттєво впливають і мікроструктура частинок (форма, розміри та ступінь контактування останніх). Оцінити вплив цих факторів можливо за допомогою коефіцієнта фільтрації дисперсних систем. Значення останнього, на відміну від змочуваності, для осадових крейд марок ММС-1 і МТД-2 змінюються в ширшому діапазоні. Для мікрокальциту *Normcal-20* значення коефіцієнта фільтрації набагато нижчі й становлять 0.052 і $0.224 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3 \text{ с/г}$ для полярних і неполярних рідин відповідно.

Зміну абсолютних показників ефективної питомої поверхні за водою демонструє наступний ряд: ММС-1 > МТД-2 > *Normcal-20*, за бензолом – МТД-2 > ММС-1 > *Normcal-20*.

Із метою оцінки структурно-механічних властивостей проведено порівняльний аналіз водних суспензій досліджуваних карбонатів. Вирішальну роль у поведінці дисперсій такого типу відіграє кількість води. Проявляється це зміною характеру плинності течії. Кількість води в усіх системах була підібрана за умови формування в'язко-пластичної структури й становила 40 мас. %.

Аналіз кривих залежності швидкості зсуву від напруги водних суспензій карбонатних наповнювачів виявив значні відмінності в характері взаємодії в системах із крейдою та мікрокальцитом (рис. 1). Плинність водної суспензії *Normcal-20* в інтервалі швидкості зсуву $0.33\text{--}9 \text{ с}^{-1}$ поступово зростає до $145 \cdot 10^{-1} \text{ Па}$. Водні суспензії крейд МТД-2 та ММС-1 близькі за динамікою збільшення напруги зсуву. Останні стрімко зростають в інтервалі швидкості до 0.33 с^{-1} . Встановлено, що карбонатні суспензії на основі мікрокальциту починають деформуватися в діапазоні напруг $3.6\text{--}4.2 \text{ Па}$, тоді як суспензії на основі крейди – в діапазоні $10.6\text{--}10.8 \text{ Па}$. Така реологічна поведінка суспензії *Normcal-20* безумовно пов'язана з фізико-хімічними властивостями та енергетичним станом поверхні наповнювача. Найнижча мінімальна межа початку течії суспензії мікрокальциту досягається за рахунок малорозвиненої питомої поверхні та відносно низького змочування водою.

Із урахуванням структурно-механічних особливостей водних суспензій досліджено реологічну поведінку карбонатних наповнювачів у водній дисперсії акрилового плівкоутворювача. Для відстеження процесів взаємодії концентрацію полімеру підібрано за умови незмінної кількості води в системі.

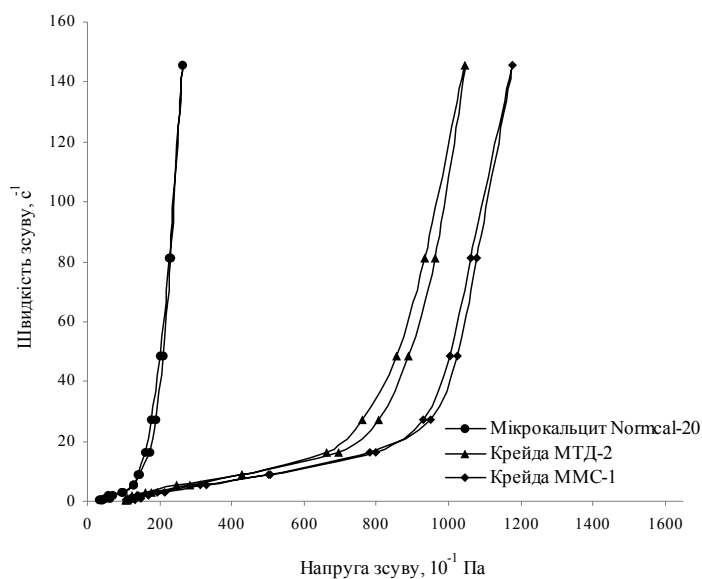


Рис. 1. Криві залежності напруги зсуву від швидкості зсуву водних суспензій карбонатних наповнювачів

Реологічні криві наповнених водних дисперсій плівкоутворювача наведено на рис. 2.

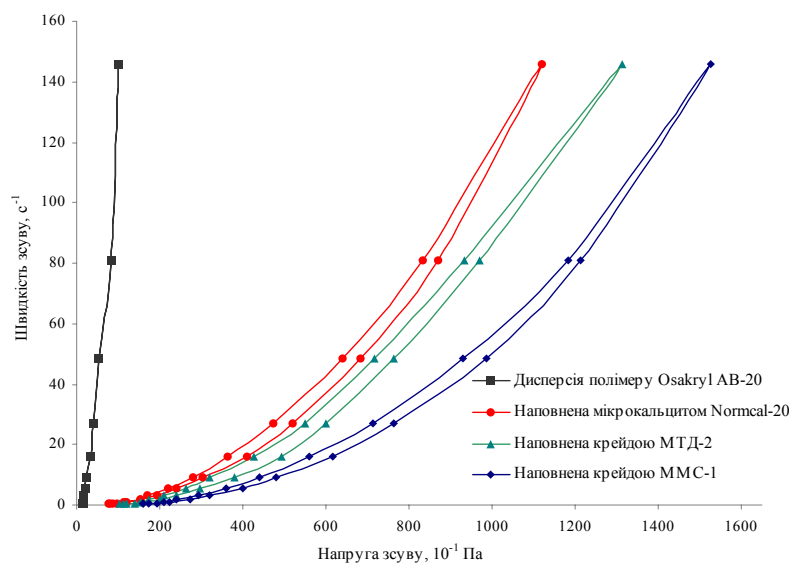


Рис. 2. Криві залежності напруги зсуву від швидкості зсуву наповненої карбонатами водної дисперсії акрилового полімеру

Наповнення водної дисперсії акрилового плівкоутворювача карбонатами супроводжується значним підвищенням статичної межі початку течії: для дисперсії з *Normcal-20* з 33 до 93.3 Па, крейди МТД-2 та ММС-1 з 103 до 107 та з 111.8 до 153 Па, відповідно (табл. 4). Найпластичнішу структуру утворює крейда марки ММС-1, що пояснюється високою розвиненістю поверхні та зміщенням у сторону ліофільності енергетичним станом по відношенню до інших наповнювачів.

**Реологічна характеристика суспензій
на основі карбонатних наповнювачів**

Система	Статична межа плинності Pk_1 , Па	Статична в'язкість n^0 , Па·с	Динамічна межа плинності Pk_2 , Па	Динамічна в'язкість n^* , Па·с
Водна суспензія: мікрокальциту <i>Normcal-20</i>	33.01	19.04	173.09	0.654
крейди МТД-2	103.05	39.53	795.44	1.77
крейди ММС-1	111.8	42.8	928.12	1.71
Водна дисперсія: <i>Synthos S. A.</i> з АВ-20	14.66	1.1	48.59	0.364
АВ 20 з <i>Normcal-20</i>	93.37	35.7	480.39	4.51
АВ 20 з крейдою МТД-2	107.74	27.38	493.94	5.77
АВ 20 з крейдою ММС-1	153.01	33.67	726.78	5.44

Максимальні значення бінгамівської межі текучості та в'язкості (при вмісті води 40 мас. %) серед збагачених карбонатів у водних суспензіях зафіксовано в крейди ММС-1, мінімальні – в мікрокальциту *Normcal-20*. При цьому слід відмітити суттєву різницю для межі текучості мікрокальциту та вітчизняних осадових крейд (відповідно 33.01–173.09 та 103.05–928.12 Па). Така тенденція прослідковується для в'язкості й пластичності в наповнених водних дисперсіях полімеру. Найвищі показники динамічної межі текучості та динамічної в'язкості зафіксовані для крейди ММС-1, а мінімальні для мікрокальциту *Normcal-20*.

Висновки. Встановлено вплив структуроутворюючих факторів на процеси взаємодії у відповідних системах. На характер структурно-механічної взаємодії визначальний вплив мають дисперсність тонко-молотого матеріалу та енергетичний стан поверхні наповнювача. Введення наповнювача до водної дисперсії полімеру впливає на кінетику міжмолекулярної взаємодії та обмежує гнучкість макромолекулярних ланцюгів. Вітчизняні тонкодисперсні крейди ММС-1 та МТД-2 мають вищу активність по відношенню до водних дисперсій акрилових плівкоутворювачів, оскільки здатні утворювати більшу кількість зв'язків, що підтверджується значно вищими структурно-механічними показниками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Ліпатов Ю. С.* Фізична хімія наповнених полімерів / Ю. С. Ліпатов. — М. : Хімія, 1977. — 304 с.
2. *Egres R. G.* The rheology and microstructure of acicular precipitated calcium carbonate colloidal suspensions through the shear thickening transition / R. G. Egres, N. J. Wagner // Society of rheology : Journal of rheology. — 2005. — N 49, Iss. 3. — P. 719—746.

3. *Реологія* суспензій на основі карбонату кальцію / [В. А. Свідерський, Р. В. Мілоцький, О. В. Миронюк, І. В. Земляной, Т. А. Караваєв] // Вост.-Европ. журн. передових технологій. — 2012. — № 1/6 (55). — С. 20—23.
4. *Мережко Н. В.* Модифікування поверхні мінеральних наповнювачів як метод регулювання властивостей лакофарбових матеріалів / Н. В. Мережко, О. С. Шульга : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. [Товарознавство і торговельне підприємництво: стан, проблеми, перспективи], (Київ, 18—19 квіт. 2013 р.). — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. — С. 187—190.
5. *Мережко Н. В.* Исследование процессов взаимодействия в системе наполнитель – эпоксидно-акриловый пленкообразователь / Н. В. Мережко, Р. Г. Домниченко // Технологический аудит и резервы производства. — 2013. — № 5/1 — С. 7—9.
6. *Дерягин Б. В.* Прибор для определения коэффициента фильтрации и капиллярной пропитки пористых и дисперсных тел / Б. В. Дерягин, Н. Н. Захаева, М. В. Талаев. — М. : Изд-во АН СССР, 1955. — 11 с.
7. *Мережко Н. В.* Властивості та структура наповнених кремнійорганічних покриттів : монографія / Н. В. Мережко. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2000. — 257 с.
8. *Караваєв Т. А.* Особливості хімічного складу та структури вітчизняних і закордонних карбонатних наповнювачів / Т. А. Караваєв, В. А. Свідерський // Вісн. Нац. техн. ун-ту "ХПІ". — 2012. — № 32. — С. 116—124. — (Серія "Хімія, хімічні технології та екологія").
9. *Караваєв Т. А.* Властивості поверхні карбонатних наповнювачів / Т. А. Караваєв, В. А. Свідерський, І. В. Земляной // Вісн. Черкас. держ. технол. ун-ту. — 2012. — № 4. — С. 95—100. — (Серія "Технічні науки").

Стаття надійшла до редакції 24.09.2014.

Komakha V., Sviderskyi V. Rheological properties of modified acrylic dispersions.

Background. The article studies the rheological properties of aqueous acrylic polymer dispersions filled with carbonates, analyzes dependence of the structural and mechanical properties of acrylic dispersions filled with carbonate from fillers' properties. Relevance of the topic is due to perspective of using carbonates, including Ukrainian chalk deposits, as functional fillers in water-dispersion paint formulations.

The aim of the study is to determine structural and mechanical dependence of aqueous acrylic polymer dispersions filled with carbonates

Material and methods. Objects of study are chalks from Ukrainian deposits MMC-1 ('N.-Siverskyi') and MTD-2 (Sumyagroprombud) and typical carbonate filler *Normcal-20 (Turkey)*. Acrylic polymer was used as film-former. Surface properties of carbonates (wetting and filtration coefficient for polar and nonpolar liquids, liophilic coefficient, effective specific surface) were determined by the B. Deryagin method. Rheological properties were investigated using viscometer Rheotest II.

Results. It was established that the physicochemical properties of fillers have a decisive influence on the processes of interaction and rheological behavior of carbonates in aqueous suspensions and dispersions. Thus, the mineralogical composition, dispersion, energy and filtration properties of the surface are the structure-factors in such compositions. Using of the filler in the aqueous polymer dispersion affects the kinetics of molecular interaction and limits the flexibility of macromolecular chains.

Conclusion. Domestic finely dispersed chalks MMC-1 and MTD-2 are more active towards aqueous acrylic dispersions of film-formers as they can form more bonds, this is proved by significantly higher structural and mechanical indicators.

Keywords: rheological behavior, surface energy state, limit of fluidity, aqueous suspensions of carbonates, filled acrylic dispersions.

REFERENCES

1. *Lipatov Ju. S.* Fizychna himija napovnenyh polimeriv / Ju. S. Lipatov. — M. : Himija, 1977. — 304 s.
2. *Egres R. G.* The rheology and microstructure of acicular precipitated calcium carbonate colloidal suspensions through the shear thickening transition / R. G. Egres, N. J. Wagner // Society of rheology : Journal of rheology. — 2005. — N 49, Iss. 3. — P. 719—746.
3. *Reologija suspenzij na osnovi karbonatu kal'ciju* / [V. A. Sviders'kyj, R. V. Miloc'kyj, O. V. Myronjuk, I. V. Zemljanoj, T. A. Karavajev] // Vost.-Evrop. zhurn.передовыh tehnologyj. — 2012. — № 1/6 (55). — S. 20—23.
4. *Merezhko N. V.* Modyfikuvannja poverhni mineral'nyh napovnjuvachiv jak metod reguljuvannja vlastyivostej lakofarbovyh materialiv / N. V. Merezhko, O. S. Shul'ga : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Tovaroznavstvo i torgovel'ne pidpryjemnyctvo: stan, problemy, perspektyvy], (Kyj'v, 18—19 kvit. 2013 r.). — K. : Kyj'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2013. — С. 187—190.
5. *Merezhko N. V.* Issledovanie processov vzaimodejstvija v sisteme napolnitel' – jepoksidno-akrilovyj plenkoobrazovatel' / N. V. Merezhko, R. G. Domnichenko // Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva. — 2013. — № 5/1 — S. 7—9.
6. *Derjagin B. V.* Pribor dlja opredelenija koeficienta fil'tracii i kapilljarnoj propitki poristyh i dispersnyh tel / B. V. Derjagin, N. N. Za-haeva, M. V. Talaev. — M. : Izd-vo AN SSSR, 1955. — 11 s.
7. *Merezhko N. V.* Vlastyivosti ta struktura napovnenyh kremnijorganichnyh pokryttiv : monografija / N. V. Merezhko. — K. : Kyj'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2000. — 257 s.
8. *Karavajev T. A.* Osoblyvosti himichnogo skladu ta struktury vitczyznjanyh i zakordonnyh karbonatnyh napovnjuvachiv / T. A. Karavajev, V. A. Sviders'kyj // Visn. Nac. tehn. un-tu "HPI". — 2012. — № 32. — S. 116—124. — (Serija "Himija, himichni tehnologii' ta ekologija").
9. *Karavajev T. A.* Vlastyivosti poverhni karbonatnyh napovnjuvachiv / T. A. Karavajev, V. A. Sviders'kyj, I. V. Zemljanoj // Visn. Cherkas. derzh. tehnol. un tu. — 2012. — № 4. — S. 95—100. — (Serija "Tehnichni nauky").

ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ТОВАРІВ

УДК 664.844

**Юлія ДЬЯКОВА,
Наталія ОРЛОВА**

ЗМІНА ВМІСТУ КАРОТИНОЇДІВ У БАКЛАЖАНОВИХ СНЕКАХ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Науково обґрунтовано способи збереження та підвищення вмісту каротиноїдів у сушеній овочевій продукції. Досліджено вміст каротиноїдів у сушених баклажанових снеках протягом тривалого зберігання залежно від виду пакування. Статистично обраховано базисні темпи приросту вмісту каротиноїдів протягом зберігання, а також збагачення β -каротином сушених баклажанових снеків.

Ключові слова: конвективне сушіння, каротиноїди, β -каротин, сушені баклажанові снеки, стабілізація.

Дьякова Ю., Орлова Н. Изменение содержания каротиноидов в баклажановых снеках при хранении. Научно обоснованы способы сохранения и повышения содержания каротиноидов в сушеной овощной продукции. Исследовано содержание каротиноидов в сушеных баклажановых снеках при длительном хранении в зависимости от вида упаковки. Статистически рассчитаны базисные темпы прироста содержания каротиноидов при хранении, а также обогащение β -каротином сушеных баклажановых снеков.

Ключевые слова: конвективная сушка, каротиноиды, β -каротин, сушеные баклажановые снеки, стабилизация.

Постановка проблеми. Каротиноїди є найбільш розповсюдженою та важливою групою природних пігментів. Організм людини не здатен до їх синтезу, а тому має регулярно отримувати з їжею [1], оскільки вони виконують низку життєво важливих функцій. Зокрема, каротиноїдам притаманні протизапальні та ранозагоювальні властивості [2], вони регулюють процеси обміну речовин, діють як фотопротектори й антиоксиданти, 10 % із них мають про-А-вітамінну активність [3].

© Юлія Дьякова, Наталія Орлова, 2014

Каротиноїди підвищують резистентність організму до мутагенів і канцерогенів [4; 5], знижують вікові дегенеративні зміни в тканинах [6], інгібують проліферацію злоякісних клітин [7], беруть участь у регуляції транскрипції генів [8]. Епідеміологічні дослідження показали, що зменшення споживання або засвоєння каротиноїдів підвищує ризик виникнення раку, катаракти, серцево-судинних та інших захворювань [9; 10].

Значним джерелом каротиноїдів є плоди та овочі – морква, гарбуз, солодкий перець, томати, зелень петрушки та кропу, обліпиха, шипшина, горобина тощо. Внаслідок сезонності та низької лежкоздатності свіжої плодоовочевої продукції важливу роль у цілорічному забезпеченні населення рослинною сировиною відіграє переробна промисловість.

Сушіння – спосіб консервування, який характеризується технологічністю, економічністю та екологічністю виробництва. Проте на сьогодні ринок сушеної плодоовочевої продукції в Україні на 95 % представлений закордонними марками. Більшість асортиментних позицій займають сухофрукти. Сушені овочі використовуються переважно як напівфабрикат для виробництва продуктів швидкого приготування (супів, каш, бульйонних кубиків), кетчупів, майонезів, ковбасних виробів тощо [11]. В асортименті сушених овочів практично відсутні готові до споживання продукти.

Ураховуючи переваги сушіння як способу консервування та достатні обсяги сировини вітчизняного походження, вважаємо доцільним розширення переліку овочевих культур для сушіння та асортименту сушеної плодоовочевої продукції, готової до споживання. Як альтернативи снекам із високим вмістом жирів і смакових добавок можна рекомендувати біологічно цінні сушені овочеві снеки (зокрема, баклажанові).

Під час підготовки рослинної сировини, суто сушіння та зберігання готової продукції відбуваються значні зміни хімічного складу. Найбільших змін зазнають вітаміни, поліфеноли, органічні кислоти. Каротиноїди в рослинній сировині можуть перебувати в різних станах: вільному, у вигляді ефірів жирних кислот і глікозидів, каротинопротеїнових комплексах. Входячи до складу останніх, вони проявляють значну стабільність. Проте у вільному стані, в силу своєї хімічної природи (довгий вуглеводневий ланцюг і наявність ненасичених зв'язків), каротиноїди характеризуються високою лабільністю: чутливі до дії сонячного світла, кисню повітря, нагрівання, дії кислот і лугів. Під впливом цих факторів вони окиснюються та руйнуються [1].

Саме тому дослідження змін вмісту каротиноїдів протягом тривалого зберігання сушеної овочевої продукції залежно від різних факторів є актуальним.

Проблемі формування споживних властивостей сушеної продукції залежно від технології присвячено праці таких вчених, як М. І. Погожих [12], Ю. Ф. Снежкін, Л. А. Боряк, Р. О. Шапар [13], І. Ф. Малє-

жик [14], І. В. Жданов [15], Е. В. Мусіфулліна [16] та ін. Пошуку технологічних прийомів, що уможливають стабілізацію натуральних каротиноїдів при виготовленні та зберіганні сушеної рослинної сировини, присвячено роботи Я. В. Євчук [17]. Теми стабілізації якості та збагачення сушеної плодоовочевої продукції за різних способів попередньої обробки розкриті в обмеженій кількості праць [18–20].

Мета роботи – дослідження вмісту каротиноїдів у сушених баклажанових снеках протягом тривалого зберігання залежно від виду пакування.

Матеріали та методи. Об'єкти досліджень – сушені баклажанові снеки, свіжовиготовлені (контроль) та після зберігання протягом 3, 6, 9 і 12 міс. у різних видах пакування: негерметичних поліетиленових пакетах, герметичних пакетах із термозварювальних плівок на основі поліпропілену з металізованим напиленням, скляних банках із кришкою твіст-офф, що також є герметичними. Маса нетто снєків у споживчій тарі 50 г.

Попередню підготовку баклажанів до сушіння проведено за апробованою технологією [21]. Сировину витримано в купажованому соку прямого віджиму двох варіантів із додаванням часнику, солі й цукру: 1 – сік перцю солодкого, селери коренеплідної та зелені (кропу та петрушки листової) у співвідношенні 0.70 : 0.25 : 0.05; 2 – томатний сік, сік перцю солодкого, селери коренеплідної та зелені в об'ємному співвідношенні 0.50 : 0.30 : 0.15 : 0.05. Висушування проведено в конвективній сушарці спочатку при температурі 70 °С протягом 10 хв, надалі при температурі 55 °С протягом 5 год.

Сировиною для виготовлення баклажанових снєків обрано районовані в Україні сорти: баклажанів – *Алмаз*, перцю солодкого – *Самоцвіт*, селери коренеплідної – *Неон*, помідорів – *Перфектпил*, петрушки листової – *Ароматна*, кропу пахучого – *Кронос*, часнику – *Добродій* [22].

Вміст каротиноїдів досліджено фотометричним методом [23] у п'ятиразовій повторюваності.

Результати дослідження. Отримані результати вмісту β -каротину та суми каротиноїдів у сушених баклажанових снеках із урахуванням варіації [24] наведено в *табл. 1*.

За результатами досліджень встановлено, що вміст β -каротину в сушених баклажанових снеках двох варіантів значно різниться. Це обумовлено рецептурним складом купажованих соків для попереднього витримання баклажанів перед висушуванням. Зокрема, до складу першого купажу входить 70 % соку перцю солодкого, який містить більше β -каротину, ніж томатний сік, що становить половину другого купажу.

Овочева сировина для виготовлення обох варіантів купажованих соків багата каротиноїдами. Солодкий перець, зелень кропу та петрушки містять зеаксантин і лютеїн, томати – лікопін, лютеїн, β -криптоксантин.

Проте вміст каротиноїдів у сушених овочевих снеках зі смаком солодкого перцю також переважає, що частково можна пояснити консистенцією використаних купажованих соків. Купаж на основі солодкого перцю містить значно менше м'якоті, що сприяє кращому проникненню його в баклажани.

Таблиця 1

Вміст каротиноїдів у сушених баклажанових снеках протягом зберігання залежно від виду пакування, мг/100 г

$P \geq 0.95, n = 5$

Вид пакування	Термін зберігання, міс.	Снеки зі смаком			
		солодкого перцю		томатів	
		β -каротин	каротиноїди	β -каротин	каротиноїди
Свіжовиготовлені снеки		0.91±0.03	3.15±0.02	0.64±0.02	2.43±0.03
Негерметичні пакети	3	0.87±0.02	3.04±0.04	0.62±0.03	2.34±0.05
	6	0.83±0.03	2.92±0.03	0.59±0.03	2.23±0.03
	9	0.80±0.02	2.79±0.02	0.56±0.02	2.16±0.04
	12	0.76±0.03	2.68±0.03	0.53±0.04	2.07±0.03
Герметичні пакети	3	0.91±0.02	3.15±0.04	0.63±0.03	2.42±0.05
	6	0.90±0.04	3.13±0.03	0.63±0.02	2.42±0.03
	9	0.89±0.03	3.13±0.02	0.62±0.05	2.41±0.04
	12	0.87±0.04	3.12±0.03	0.62±0.02	2.40±0.02
Скляні банки	3	0.91±0.03	3.14±0.02	0.64±0.04	2.43±0.04
	6	0.89±0.05	3.13±0.03	0.63±0.02	2.42±0.03
	9	0.89±0.02	3.13±0.04	0.62±0.03	2.42±0.02
	12	0.87±0.03	3.12±0.04	0.61±0.03	2.40±0.03

Зміни вмісту β -каротину та каротиноїдів у сушених баклажанових снеках протягом зберігання в герметичній тарі досить незначні й перебувають у межах похибки. Відсутність доступу світла та кисню повітря дає змогу зберегти високий вміст каротиноїдів навіть після 12 міс.

При зберіганні сушених баклажанових снеків у негерметичних поліетиленових пакетах значно зросла їхня вологість (із 7.0±0.2 до 13.0±0.3 %), що зумовило втрату хрусткої консистенції. Також відмічено потемніння кольору снеків, яке можна пояснити реакціями меланоїдиноутворення та окиснення каротиноїдів, про що свідчить зниження їхнього вмісту (див. *табл. 1*).

Для оцінки втрат каротиноїдів у сушених баклажанових снеках протягом терміну зберігання в негерметичних поліетиленових пакетах обраховано базисний темп приросту [24] відносно свіжовиготовлених баклажанових снеків (*табл. 2*). Внаслідок зростання масової частки вологи протягом зберігання дані перераховано на суху речовину.

Таблиця 2

**Втрати каротиноїдів у сушених баклажанових снеках
протягом зберігання в негерметичних поліетиленових пакетах**

$P \geq 0.95; n = 5$

Зразок	Термін зберігання, міс.	β-каротин			Каротиноїди			
		Вміст (мг/100 г) у перерахунку на масу		Темп приросту, %	Вміст (мг/100 г) у перерахунку на масу		Темп приросту, %	
		сиру	суху		сиру	суху		
Снеки зі смаком	солодкого перцю	Свіжовиготовлені	0.91	0.98	–	3.15	3.39	–
		3	0.87	0.95	–3.06	3.04	3.32	–2.06
		6	0.83	0.92	–6.12	2.92	3.23	–4.72
		9	0.80	0.90	–8.16	2.79	3.13	–7.67
		12	0.76	0.87	–11.22	2.68	3.08	–9.14
		Свіжовиготовлені	0.64	0.69	–	2.43	2.61	–
	томатів	3	0.62	0.68	–1.45	2.34	2.55	–2.30
		6	0.59	0.65	–5.80	2.23	2.47	–5.36
		9	0.56	0.63	–8.70	2.16	2.43	–6.70
		12	0.53	0.61	–11.59	2.07	2.38	–8.81

Згідно з отриманими даними втрати β-каротину після 12 міс. зберігання для обох варіантів баклажанових снеків були майже на одному рівні. Загальні втрати каротиноїдів у снеках зі смаком солодкого перцю були дещо вищими, ніж у снеках зі смаком томатів. Оскільки каротиноїди поділяються на два класи – каротини (характеризуються великою кількістю ненасичених зв'язків, легко приєднують кисень) та ксантофіли (кисневмісні похідні, менш хімічно активні), – то їх втрати менші порівняно з втратами β-каротину.

Основною сировиною для виробництва снеків були баклажани з низьким вмістом β-каротину – 0.02 мг/100 г. Осць чому обраний спосіб попередньої обробки свіжих баклажанів перед висушуванням (витримання в овочевих соках) уможливило збагачення готових снеків каротиноїдами. Кількісну оцінку такого збагачення наведено в табл. 3. Оскільки свіжі баклажани та сушені снеки різняться за вмістом сухих речовин, то всі результати перераховано на суху речовину. Для свіжого баклажана вміст β-каротину в перерахунку на суху масу становив 0.22 мг/100 г.

Таблиця 3

Збагачення сушених баклажанових снеків β-каротином

Зразок	Снеки зі смаком			
	солодкого перцю		томатів	
	вміст β-каротину, мг/100 г	збагачення, рази	вміст β-каротину, мг/100 г	збагачення, рази
Свіжовиготовлені снеки	0.98	4.4	0.69	3.1
Після 12 міс. зберігання:				
у пакетах негерметичних	0.87	3.9	0.61	2.8
у пакетах герметичних	0.94	4.2	0.67	3.0
у скляних банках	0.94	4.2	0.66	3.0

Свіжовиготовлені баклажанові снеки зі смаком солодкого перцю містять в 4.4 раза більше β -каротину, ніж свіжі баклажани, снеки зі смаком томатів – у 3.1 раза. Навіть після 12 міс. зберігання снеки характеризуються високим вмістом β -каротину в герметичному пакуванні та дещо нижчими значеннями в негерметичних пакетах.

Висновки. Запропонований спосіб попередньої обробки свіжих баклажанів перед висушуванням (витримування в купажованих овочевих соках) уможливило збагачення баклажанових снєків каротиноїдами.

При зберіганні готової продукції в герметичній тарі протягом 12 міс. втрати β -каротину значно менші порівняно зі зберіганням в негерметичних пакетах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сімонова М. Каротиноїди : будова, властивості та біологічна дія // Біологічні студії. — 2010. — № 2, Т. 4. — С. 159—170.
2. *Immunomodulating* actions of carotenoids: Enhancement of in vivo and in vitro antibody production to T-dependent antigens / [H. Jyonouchi, L. Zhang, M. Gross, Y. Tomita] // Nutrition and Cancer. — 1994. — 21 (1). — P. 47—58.
3. Olson J. A. Absorption, transport, and metabolism of carotenoids in humans / J. A. Olson // Pure and Applied Chemistry. — 1994. — 65 (5). — P. 1011—1016.
4. Ляхович В. В. Активная защита при окислительном стрессе. Антиоксидант-респонсивный элемент / В. В. Ляхович, В. А. Вавилин, Н. К. Зенков // Биохимия. — 2006. — 71 (9). — С. 1183—1197.
5. Bianchi L. Carotenoids reduce the chromosomal damage induced by bleomycin in human cultured lymphocytes / L. Bianchi, F. Tateo, R. Pizzala // Anticancer Research. — 1993. — 13 (4). — P. 1007—1010.
6. Dual effects of antioxidants in neurodegeneration : direct neuroprotection against oxidative stress and indirect protection via suppression of glia-mediated inflammation / [J. Y. Wang, L. L. Wen, Y. N. Huang et al.] // Current Pharmaceutical Design. — 2006. — 12 (27). — P. 3521—3533.
7. Antitumor activity of astaxanthin and its mode of action / [H. Jyonouchi, S. Sun, K. Iijima, M. D. Gross] // Nutrition and Cancer. — 2000. — 36 (1). — P. 59—65.
8. Enhancement of the UVA induction of haem oxygenase-1 expression by β -carotene in human skin fibroblasts / [U. C. Obermüller-Jevic, P. I. Francz, J. Frank, A. Flaccus, H. K. Biesalski] // FEBS Letters. — 1999. — 640 (2). — P. 212—216.
9. Carotenoid actions and their relation to health and disease // N. I. Krinsky, E. J. Johnson // Molecular Aspects of Medicine. — 2005. — 26 (6). — P. 459—516.
10. Carotenoids and cardiovascular health / [S. Voutilainen, T. Nurmi, J. Mursu, H. Rissanen] // The American Journal of Clinical Nutrition. — 2006. — 83 (6). — P. 1265—1271.
11. Дьякова Ю. В. Тенденції розвитку ринку сушеної плодоовочевої продукції України // SWorld : зб. наук. пр. — 2013. — Вип. 2, Т. 9. — С. 60—68.
12. Погужих М. І. Наукові основи теорії та техніки сушіння харчової сировини у масообмінних модулях : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня

- докт. техн. наук : спец. 05.18.12 "Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв" / М. І. Погожих ; Харк. держ. акад. технології та організації харчування. — Х., 2002. — 22 с.
13. *Снежкін Ю. Ф.* Ефективна технологія сушіння червоного буряка / Ю. Ф. Снежкін, Л. А. Боряк, Р. О. Шапар // *Наук. пр. УДУХТ*. — 2001. — № 10, Ч. 11. — С. 142—143.
 14. Пат. 51028, МПК А23В 7/02. Спосіб сушіння морквяних вичавків / І. Ф. Малезик, А. Т. Безусов, Ю. П. Луцик, Г. М. Бандуренко, Т. М. Левківська (UA) ; заявник і патентовласник Нац. ун-т харчових технологій (UA). — № u201001105 ; заявл. 03.02.2010 ; опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12.
 15. *Жданов І. В.* Дослідження сушіння рослинної сировини у відцентровому псевдорозрідженому шарі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.12 "Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв" / І. В. Жданов ; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського. — Донецьк, 2011. — 21 с.
 16. *Мусифуллина Э. В.* Влияние технологии сушки на химический состав и антиоксидантную активность яблочных чипсов / Э. В. Мусифуллина, Н. В. Макарова // *Пищевая пром-сть*. — 2013. — № 3. — С. 36—38.
 17. *Євчук Я. В.* Удосконалення технології сушіння плодів глоду : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.13 "Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів" / Я. В. Євчук ; Нац. ун-т харчових технологій. — К., 2012. — 24 с.
 18. Пат. 65410, МПК А23L 1/2165. Спосіб сушіння порошку з кореня цикорію / О. О. Шубін, Г. Ф. Коршунова, С. Е. Стіборовський, А. М. Поперечний, Ю. В. Османова, І. В. Жданов (UA) ; заявник і патентовласник Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського (UA). — № u201104419 ; заявл. 11.04.2011 ; опубл. 12.12.2011, Бюл. № 23.
 19. Пат. 49797, МПК А23N 12/00. Спосіб сушіння моркви / Л. В. Капрельянц, Т. В. Шпирко, Л. В. Труфкаті, С. М. Кобелєва, Л. Д. Зеленська (UA) ; заявник і патентовласник Одес. нац. акад. харчових технологій (UA). — № u200912171 ; заявл. 26.11.2009 ; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9.
 20. *Щербакова Т. В.* Стабілізація природного кольору продуктів переробки фруктів і овочів : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 : захищена 05.11.09 / Щербакова Тетяна Віталіївна. — Х., 2009. — 219 с.
 21. *Дьякова Ю.* С-вітамінність баклажанових снєків / Ю. Дьякова, Н. Орлова // *Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки"*. — 2014. — № 1 (17). — С. 75—83.
 22. *Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2013 році (чинний станом на 18.11.2013 р.) ; Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України.* — К. : ТОВ "Алефа", 2013. — 514 с.
 23. *Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначення вмісту каротину : ДСТУ 4305:2004.* — [Чинний від 2005—07—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2005. — 6 с.
 24. *Чорний А. Ю.* Статистика якості. Практикум : навч. посіб. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. — 264 с.

Стаття надійшла до редакції 02.10.2014.

Dyakova J., Orlova N. Changes in the carotenoid content in aubergine snack during storage.

Background. During the preparation of plant material to dry and in the process of drying and storage significant changes in the chemical composition take place. Carotenoids are sensitive to the sunlight and the atmospheric oxygen. Very limited number of scientific researches is dedicated to the problem of the quality stabilization and the enrichment of dried fruits and vegetables through the use of different methods of pre-treatment. Therefore, the purpose of the research is the study of changes in carotenoid content during long-term storage of the aubergine snacks according to the type of packaging, as well as enrichment of dried vegetable products with carotenoids during the raw material pre-treatment.

Material and methods. Research objects were dried aubergine snacks, stored for 3, 6, 9 and 12 months in different types of packaging. The pre-treatment was soaking prepared aubergine slices in the flavor juices of sweet pepper, tomatoes, celery root and herbs (dill and leaf parsley) with adding the garlic, salt, sugar. Carotenoid content was determined photometrically with five times frequency.

Results. Carotenoid content in dried eggplant snacks of two kinds differs significantly. This is due to the recipe composition of flavor juices and their consistency. Changes in carotenoid content during the storage of snacks in vacuum packages (plastic bags with sealing film and glass jars with twist-off lid) are minor. While storage in polybags without vacuum closure the significant losses of carotenoids were identified.

Conclusion. Vacuum packaging was chosen for long-term storage of snacks. The proposed method of the auberginepre-treatment before drying (soaking in flavor vegetable juices) enriches the eggplant snacks with the carotenoids.

Keywords: convective drying, carotenoids, β -carotene, dried aubergine snacks, stabilization.

REFERENCES

1. *Simonova M.* Karotynoi'dy : budova, vlastyivosti ta biologichna dija // *Biologichni studii'*. — 2010. — № 2, T. 4. — S. 159—170.
2. *Immunomodulating actions of carotenoids: Enhancement of in vivo and in vitro antibody production to T-dependent antigens* / [H. Jyonouchi, L. Zhang, M. Gross, Y. Tomita] // *Nutrition and Cancer*. — 1994. — 21 (1). — P. 47—58.
3. *Olson J. A.* Absorption, transport, and metabolism of carotenoids in humans / J. A. Olson // *Pure and Applied Chemistry*. — 1994. — 65 (5). — P. 1011—1016.
4. *Ljahovich V. V.* Aktivnaja zashhita pri okislitel'nom stresse. Antioksidant-responsivnyj jelement / V. V. Ljahovich, V. A. Vavilin, N. K. Zenkov // *Biohimija*. — 2006. — 71 (9). — S. 1183—1197.
5. *Bianchi L.* Carotenoids reduce the chromosomal damage induced by bleomycin in human cultured lymphocytes / L. Bianchi, F. Tateo, R. Pizzala // *Anticancer Research*. — 1993. — 13 (4). — P. 1007—1010.
6. *Dual effects of antioxidants in neurodegeneration : direct neuroprotection against oxidative stress and indirect protection via suppression of glia-mediated inflammation* / [J. Y. Wang, L. L. Wen, Y. N. Huang et al.] // *Current Pharmaceutical Design*. — 2006. — 12 (27). — P. 3521—3533.
7. *Antitumor activity of astaxanthin and its mode of action* / [H. Jyonouchi, S. Sun, K. Iijima, M. D. Gross] // *Nutrition and Cancer*. — 2000. — 36 (1). — P. 59—65.
8. *Enhancement of the UVA induction of haem oxygenase-1 expression by β -carotene in human skin fibroblasts* / [U. C. Obermüller-Jevic, P. I. Francz, J. Frank, A. Flaccus, H. K. Biesalski] // *FEBS Letters*. — 1999. — 640 (2). — P. 212—216.

9. Carotenoid actions and their relation to health and disease // N. I. Krinsky, E. J. Johnson // *Molecular Aspects of Medicine*. — 2005. — 26 (6). — P. 459—516.
10. Carotenoids and cardiovascular health / [S. Voutilainen, T. Nurmi, J. Mursu, H. Rissanen] // *The American Journal of Clinical Nutrition*. — 2006. — 83 (6). — P. 1265—1271.
11. D'jakova Ju. V. Tendencii' rozvytku rynku sushenoi' plodoovochevoi' produkcii' Ukrainy // *SWorld : zb. nauk. pr.* — 2013. — Vyp. 2, T. 9. — S. 60—68.
12. Pogozhyh M. I. Naukovi osnovy teorii' ta tehniky sushinnja harchovoi' syrovyny u masoobminnyh moduljah : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja dokt. tehn. nauk : spec. 05.18.12 "Procesy ta obladnannja harchovyh, mikrobiologichnyh ta farmacevtychnykh vyrobnyctv" / M. I. Pogozhyh ; Hark. derzh. akad. tehnologii' ta organizacii' harchuvannja. — H., 2002. — 22 s.
13. Snjezhkin Ju. F. Efektyvna tehnologija sushinnja chervonogo burjaka / Ju. F. Snjezhkin, L. A. Borjak, R. O. Shapar // *Nauk. pr. UDUHT*. — 2001. — № 10, Ch. 11. — S. 142—143.
14. Pat. 51028, MPK A23V 7/02. Sposib sushinnja morkvjanyh vychavkiv / I. F. Malezhyk, A. T. Bezusov, Ju. P. Lucyk, G. M. Bandurenko, T. M. Levkivs'ka (UA) ; zajavnyk i patentovlasnyk Nac. un-t harchovyh tehnologij (UA). — № u201001105 ; zajavl. 03.02.2010 ; opubl. 25.06.2010, Bjul. № 12.
15. Zhdanov I. V. Doslidzhennja sushinnja roslynnoi' syrovyny u vidcentrovomu psevdorozridzhenomu shari : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.18.12 "Procesy ta obladnannja harchovyh, mikrobiologichnyh ta farmacevtychnykh vyrobnyctv" / I. V. Zhdanov ; Donec. nac. un t ekonomiky i torgivli im. Myhajla Tugan-Baranovs'kogo. — Donec'k, 2011. — 21 s.
16. Musifullina Je. V. Vlihanie tehnologii sushki na himicheskij sostav i antioksidantnuju aktivnost' jablochnykh chipsov / Je. V. Musifullina, N. V. Makarova // *Pishhevaja prom-st'*. — 2013. — № 3. — S. 36—38.
17. Jevchuk Ja. V. Udoskonalennja tehnologii' sushinnja plodiv glodu : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.18.13 "Tehnologija konservovanyh i oholodzhenykh harchovyh produktiv" / Ja. V. Jevchuk ; Nac. un-t harchovyh tehnologij. — K., 2012. — 24 s.
18. Pat. 65410, MPK A23L I/2165. Sposib sushinnja poroshku z korenja cykoriju / O. O. Shubin, G. F. Korshunova, S. E. Stiborovskij, A. M. Poperechnyj, Ju. V. Osmanova, I. V. Zhdanov (UA) ; zajavnyk i patentovlasnyk Donec. nac. un-t ekonomiky i torgivli im. Myhajla Tugan-Baranovs'kogo (UA). — № u201104419 ; zajavl. 11.04.2011 ; opubl. 12.12.2011, Bjul. № 23.
19. Pat. 49797, MPK A23N 12/00. Sposib sushinnja morkvy / L. V. Kaprel'janc, T. V. Shpyrko, L. V. Trufkati, S. M. Kobjeljeva, L. D. Zelens'ka (UA) ; zajavnyk i patentovlasnyk Odes. nac. akad. harchovyh tehnologij (UA). — № u200912171 ; zajavl. 26.11.2009 ; opubl. 11.05.2010, Bjul. № 9.
20. Shherbakova T. V. Stabilizacija pryrodnogo kol'oru produktiv pererobky fruktiv i ovochiv : dys. ... kand. tehn. nauk : 05.18.15 : zahyshhena 05.11.09 / Shherbakova Tetjana Vitalii'vna. — H., 2009. — 219 s.
21. D'jakova Ju. S-vitaminnist' baklazhanovyh snekiv / Ju. D'jakova, N. Orlova // *Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovary i rynky"*. — 2014. — № 1 (17). — S. 75—83.
22. Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnyh dlja poshyrennja v Ukraini u 2013 roci (chynnyj stanom na 18.11.2013 r.) ; Derzhavna veterynarna ta fitosanitarna sluzhba Ukrainy. — K. : TOV "Alefa", 2013. — 514 s.
23. *Frukty, ovochi ta produkty i'h pereroblennja. Metod vyznachennja vmistu karotynu : DSTU 4305:2004*. — [Chynnyj vid 2005—07—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. — 6 s.
24. Chornyj A. Ju. Statystyka jakosti. Praktykum : navch. posib. — K. : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2011. — 264 s.

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТОВАРІВ

УДК 14:579.8

**Ганна РУДАВСЬКА,
Валентина РОМОДАНОВА**

ОКИСНЮВАЛЬНО-ВІДНОВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЯК ПОКАЗНИК БАКТЕРІАЛЬНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Подано хімічну сутність і значення окиснювально-відновних процесів у біологічних системах. Наведено приклади, які підтверджують, що окиснювально-відновний потенціал (ОВП) є кількісною мірою окиснювальної чи відновлювальної здатності біологічних систем, особливо молочних. Результати проведених досліджень розширюють значення ОВП для оцінки якості молока та дають підстави розглядати його як перспективний показник бактеріальної безпеки молочних продуктів.

Ключові слова: молоко, якість, мікроорганізми, титрована кислотність, активна кислотність, реакції окиснення – відновлення, окиснювально-відновний потенціал.

Рудавская А., Ромоданова В. Окислительно-восстановительный потенциал как показатель бактериальной безопасности молочных продуктов. Представлена химическая сущность окислительно-восстановительных процессов в биологических системах. Приведены примеры, подтверждающие, что окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) является количественной мерой окислительной или восстановительной способности биологических систем, особенно молочных. Результаты проведенных исследований расширяют значение ОВП для оценки качества молока и дают основание рассматривать его как перспективный показатель бактериальной безопасности молочных продуктов.

Ключевые слова: молоко, качество, микроорганизмы, общая кислотность, активная кислотность, реакции окисления – восстановления, окислительно-восстановительный потенциал.

Постановка проблеми. Молочні продукти завжди мали велике значення у харчуванні людини. Саме тому проблема забезпечення внутрішнього ринку молочними продуктами високої якості й підвищеної

харчової та біологічної цінності є пріоритетною для промисловості, а вирішення питання поліпшення безпечності та якості молока як сировини має соціальне й економічне значення.

На сьогодні молочний комплекс України та його фундамент – сировинна база – перебуває в складному економічному становищі й не здатен у повній мірі задовольнити потреби переробного сектора промисловості. Поголів'я тварин значно скоротилося, зменшився обсяг заготівлі молока. Основна його закупка відбувається за рахунок приватного сектора й сягає понад 80 %. Аналіз тенденцій розвитку сировинної бази молокопереробної промисловості свідчить, що найближчим часом суттєвих змін не передбачається. За таких умов треба враховувати, а головне, відпрацьовувати ефективні підходи вирішення проблеми визначення і вдосконалення оцінки безпечності та якості молока. Особливо це стосується такого показника як загальне бактеріальне забруднення, яке значно погіршує показники безпечності молочних продуктів, тривалість їх зберігання [1; 2].

Основні показники якості та безпечності молока-сировини, що закладені до діючої нормативної документації, – титрована кислотність, ступінь чистоти, бактеріальне обсіменіння – характеризують його недостатньо високу якість та безпечність. Унаслідок цього до підприємств надходить молоко, з якого неможливо без використання відповідних добавок чи додаткової обробки отримати продукцію високої якості та безпечності, зокрема, для дієтичного, дитячого харчування та іншу продукцію фізіологічно-функціонального призначення.

Розвиток молочнокислої мікрофлори, для якої елективним середовищем є молоко, визначається зміною його титрованої чи активної кислотності. Титрована кислотність молока підвищується в результаті розвитку в ньому молочнокислих бактерій, які перетворюють молочний цукор у молочну кислоту. Активна кислотність (рН) для сирого молока перебуває в межах 6.55–6.75. У технічних регламентах країн європейської спільноти сьогодні цей показник використовують як показник кислотності молока та молочних продуктів. Роботи, проведені щодо порівняння значень рН і титрованої кислотності, свідчать про повільну зміну рН порівняно з титрованою кислотністю, що пояснюється буферними властивостями молока [1–3].

Бактеріальне забруднення молока проводиться за редуктазною пробою [1; 3]. Для бактеріального контролю якості сирого охолодженого молока редуктазна проба малоефективна, особливо в умовах поставки сировини на підприємства від індивідуальних господарств і, як наслідок, підвищеного бактеріального забруднення молока-сировини. Крім того, точність класу бактеріального обсіменіння за редуктазною пробою залежить від виду індикатора: знебарвлення метиленового блакитного та резазурину. Тривалість редуктазної проби з резазурином менша порівняно з метиленовим блакитним – відповідно 1.0 і 5.5 год,

і в значній мірі визначається величиною окиснювально-відновного потенціалу (ОВП). Резазурин порівняно з метиленовим блакитним відновлюється і змінює колір при вищому значенні ОВП [3; 4].

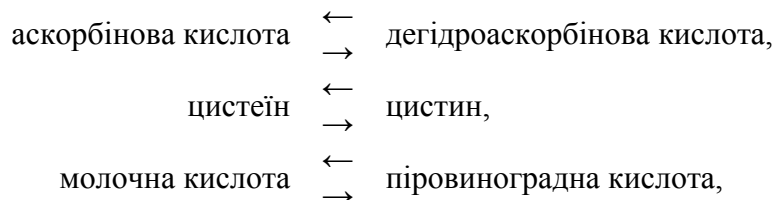
В усіх біологічних системах окиснювально-відновні процеси мають суттєве значення. Одним із найбільш значимих факторів регулювання параметрів окиснювально-відновних реакцій, що відбуваються в будь-якому рідинному середовищі, є активність електронів, або інакше – окиснювально-відновний потенціал цього середовища (ОВП або *Redox*-потенціал, позначається *Eh*) [5; 6].

Окиснювально-відновні реакції можна визначити як процеси, які пов'язані з переходом електронів від одних атомів до інших. Сутність окиснення полягає у втраті електронів речовиною, що окиснюється, а відновлення – у приєднанні електронів речовиною, яка відновлюється. Окиснення і відновлення відбуваються одночасно – окиснення однієї речовини супроводжується відновленням іншої.

Показник ОВП залежить від співвідношення в системі окиснених і відновних форм: високе значення *Eh* свідчить про окиснювальні властивості системи, низьке – про відновні. Причому від'ємні значення відповідають відновному потенціалу, а позитивні – окиснювальному. Наприклад, жива та мертва вода (до речі, вода з від'ємним ОВП отримала визнання як один із кращих антиоксидантів) – ОВП питної води перебуває в межах від +200 до +300 мВ. Слід відмітити, що *Eh* внутрішнього середовища організму людини знаходиться в нормі в межах від мінус 100 до мінус 150 мВ, тобто внутрішнє середовище людського організму перебуває у відновленому стані [6].

Eh – показник, за допомогою якого можна порівнювати між собою речовини щодо їхньої дії як відновників або окиснювачів, залежить від виду та концентрації речовин, приймаючих участь у реакції, від їх температури та інших факторів. Величина *Eh* у значній мірі залежить від рН. При зниженні рН посилюються відновні властивості системи. У спеціальній літературі знайдено обмежену кількість робіт, в яких використовується ОВП для визначення технологічних параметрів біологічних систем. Так, враховуючи, що ОВП як показник активності електронів впливає переважно на функціональні властивості електроактивних компонентів біологічних систем, виявлено взаємозв'язок між значенням ОВП і органічними властивостями горілчаных сортировок, отриманих при різних температурах вхідних компонентів [7]. Для оцінки антиокиснювальних властивостей кисломолочних напоїв І. Ю. Гойко [8] використано метод, який полягає у виявленні різниці ОВП у неактивних неорганічних розчинах і складних біохімічних середовищах, що дало можливість визначити значення ОВП як низьке, середнє або високе та зробити висновок, що позитивне значення ОВП у межах 161.9–235.1 мВ свідчить про наявність антиокиснювальних властивостей в кисломолочних напоях.

За літературними даними [3; 9] значення Eh для свіжого нормального молока перебуває в межах +250 ... +350 мВ, деякі автори наводять інші величини, а саме: +200 ... +300 мВ. В утворенні ОВП молока приймають участь такі окиснювально-відновні системи:



а також розчинений кисень, лактофлавін, сульфгідрильні групи сироваткових білків, що мають відновну дію, продукти життєдіяльності мікроорганізмів та інші речовини. Слід зазначити, що постійної в часі рівноваги окиснювально-відновної системи молока не спостерігається. Збільшення вмісту кислотоутворювачів сприяє швидкому зниженню ОВП. Термічна обробка молока супроводжується зменшенням кількості летких речовин, у т. ч. кисню, руйнуванням аскорбінової кислоти, що призводить до зниження Eh . Дезодорація молока теж суттєво знижує цей показник. Треба враховувати, що в умовах несприятливого впливу сучасного стану довкілля підвищенню ОВП молока сприяє забруднення металами – міддю та залізом. Крім того, з процесами окиснення зв'язано виникнення таких вад молока, вершків і вершкового масла, як салістий, олеїновий, металевий присмаки тощо. За думкою більшості дослідників, основні складові молока – жир, білок, лактоза – на величину Eh не впливають [3; 5; 9]. Під час сквашування молока при виробництві кисломолочних напоїв підвищується кількість речовин у відновних формах за рахунок бактеріальних заквасок, яким притаманні відновні властивості.

Отже, у виробництві молочних продуктів окиснювально-відновні процеси мають велике значення, особливо в технології кисломолочних напоїв, визріванні сирів, від них залежать інтенсивність біохімічних процесів (протеоліз, розпад амінокислот, лактози, ліпідів тощо), накопичення смакових і ароматичних речовин (особливо діацетилу, який утворюють бактерії із слабoredукуючими властивостями) [3; 9]. Враховуючи вибіркoву чутливість мікроорганізмів до ОВП, змінюючи Eh середовища можна впливати на інтенсивність розвитку мікроорганізмів і направленість біохімічних процесів, що викликаються ними. Визначення Eh дає можливість здійснювати контроль за розвитком мікрофлори молока та прогнозувати терміни зберігання продуктів.

Мета роботи – розвинути й довести доцільність використання ОВП молока як показника його бактеріальної безпечності.

Матеріали та методи. Об'єкти дослідження – молоко сире та молоко пастеризоване, вироблене на молочних заводах м. Обухів, м. Вишневе (ММЗ № 3), м. Чернігів. Відповідно до діючої НД молоко сире на підприємстві зберігається не більше трьох діб, молоко пастеризоване – не більше п'яти діб при температурі 8 ± 2 °С.

У досліджуваних зразках визначено активну кислотність (рН) потенціометричним методом на приладі рН-340 зі скляним і хлор-срібним електродами. Кількісною мірою окиснювальної або відновлювальної здатності системи є ОВП (*Eh*, мВ), який визначено також потенціометричним методом, для чого використано нормальний водневий і платиновий електроди [4; 10].

Результати досліджень. Попередні дослідження авторів підтвердили значення ОВП для оцінки безпечності молока та молочних продуктів [10; 11]. *Eh* сирого молока був нижче порівняно з даними інших авторів і в переважній більшості перебуває в межах +160 ... +200 мВ із значними коливаннями залежно від сезону року. Виявлено, що посилення відновних властивостей молока, тобто зниження ОВП, викликає теплова обробка та її спосіб [10]. Результати досліджень довели, що при зберіганні в сирому молоці *Eh* змінюється інтенсивніше порівняно з пастеризованим молоком (таблиця). Це пояснюється особливостями складу мікрофлори [4; 5; 10] та підтверджує високу чутливість цього показника до забруднення молока мікроорганізмами. Найбільші зміни ОВП молока обумовлено активним обміном речовин мікроорганізмів, їх розвиток супроводжується зниженням вмісту кисню та утворенням ферментів, що каталізують відновні реакції, які викликають різке зниження *Eh*. Дослідження підтвердили, що потенціалзнижувальна дія різних видів мікроорганізмів неоднакова. Значний вплив на ОВП мають ентерококи групи *Coli*, *Str. lactis*, *Str. cremoris*; помірний – стафілококи, молочнокислі палички, *Str. thermophilus*, *Bac. mesentericus*; слабкий – *Chromobacter*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Bac. mycoides*. Молочнокислі бактерії при розвитку в молоці знижують значення ОВП до мінус 60 ... мінус 120 мВ. Розвиток у сирому молоці мікроорганізмів *E. coli*, стафілококів викликає особливо різке зниження ОВП (див. таблицю). Відомо, що безпечність молочних продуктів в значній мірі залежить від вмісту бактерій окремих груп кишкової палички, які здатні розмножуватися при температурі 5–6 °С [5; 11].

Зміни *Eh* і рН різних видів молока при зберіганні (t = 10 °С)

Виробник	Вид молока	Окиснювально-відновний потенціал <i>Eh</i> , мВ					Активна кислотність, рН				
		термін зберігання, днів									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Обухівський МЗ	Сире	201	146	94	–	–	6.65	6.45	6.18	–	–
	Пастеризоване	178	149	145	120	117	6.46	6.47	6.47	6.42	6.42
ММЗ № 3 (м. Вишневе)	Сире	177	103	–20	–	–	6.47	6.44	6.16	–	–
	Пастеризоване	147	142	147	55	–97	6.45	6.49	6.52	6.47	6.18
ММЗ (м. Чернігів)	Сире	119	107	90	–	–	6.58	6.57	6.23	–	–
	Пастеризоване	180	177	164	150	127	6.28	6.23	6.21	6.21	6.20

За підвищеного вмісту бактерій у сирому молоці значення *Eh* становило 170 ... 200 мВ, в окремих випадках при зберіганні мало від'ємне значення. Чим більше бактерій міститься в сирому молоці,

тим швидше падає Eh . При розвитку молочнокислих стрептококів Eh молока зменшується внаслідок їх відновлювальної дії. При уповільненні росту кислотоутворювальних бактерій різкого падіння Eh під час зберігання не відбувалося, що видно з даних зразка молокозаводу м. Чернігова (рис. 1) [1; 5; 11].

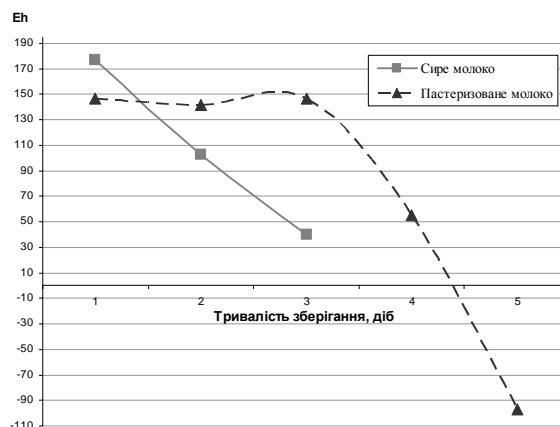


Рис. 1. Динаміка Eh сирого й пастеризованого молока

За результатами досліджень виявлено, що молоко з низьким значенням Eh після охолодження швидко втрачало термостійкість, а після пастеризації не підлягало тривалому зберігання і навіть не витримувало рекомендовані терміни. Крім того, доведено, що існує кореляційна залежність між термостабільністю молока, тривалістю зберігання молочних продуктів і значенням Eh молока [10]. Максимальне значення Eh пастеризованого молока становило +150 ... +180 мВ, але швидко знижувалося. Це пояснюється тим, що на виході з пастеризаційної установки в продукті міститься розчинний кисень, концентрація якого при контакті з повітрям знижується. Під час зберігання готового питного молока незалежно від способу теплової обробки зміни показника ОВП більш суттєві порівняно зі змінами титрованої або активної кислотності готового продукту. Зміни рН на 0.03–0.20 сирого та пастеризованого молока викликало зміни Eh на 50 мВ і більше. Це пояснюється впливом буферних властивостей молока на значення рН (рис. 2).

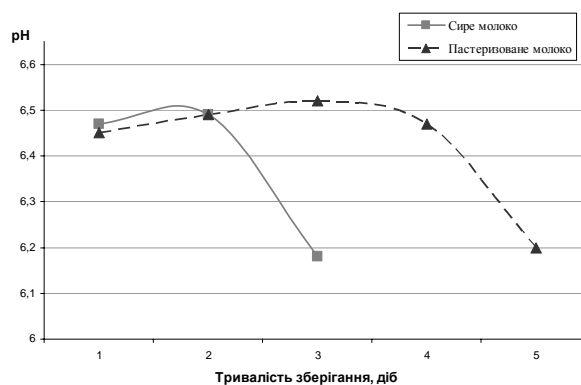


Рис. 2. Динаміка рН сирого й пастеризованого молока

Висновки. Результати досліджень свідчать, що в сучасних умовах переробки молочної сировини ефективність теплової обробки та тривалість зберігання готового продукту визначається не тільки кількістю, а й складом її мікрофлори.

Незалежно від кількісного та якісного складу мікрофлори, способу обробки молока зміни *Eh* суттєвіші порівняно зі змінами інших традиційно прийнятих показників. Ураховуючи високу чутливість і простоту визначення окиснювально-відновного потенціалу молока, доцільно використовувати його як перспективний показник бактеріальної безпечності різних молочних продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Чагаровський В. П.* Дослідження складу мікроорганізмів і різних таксономічних груп, що знаходяться в молоці / В. П. Чагаровський, М. І. Дімова // Молочна пром-сть. — 2004. — № 1 (10). — С. 34—37.
2. *Состав* микрофлоры молока на различных этапах обработки / [А. Н. Пономарев, М. А. Барабашина, Г. Л. Шуваева и др.] // Молочная пром-сть. — 2004. — № 9. — С. 31—32.
3. *Горбатова К. К.* Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К. К. Горбатова — СПб. : ГИОРД, 2003. — 352 с.
4. *Определение* ингибирующих веществ в молоке / [Н. С. Королева, В. Ф. Семенихина, Е. А. Хорькова, И. П. Даниленко] // Молочная пром-сть. — 1981. — № 3. — С. 42—44.
5. *Джей Дж. М.* Современная пищевая микробиология / Дж. М. Джей, М. Дж. Лесснер, Д. А. Гольден : пер. 7-го англ. изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 886 с.
6. *Уровень рН* и окислительно-восстановительного потенциала. — Режим доступа : <http://new-stroitelstvo.ru/okislitelno-vosstanovitelnyiy-potentsial>.
7. *Влияние* температуры компонентов на показатели окислительно-восстановительного потенциала водочных сортировок / [Е. А. Цед, С. В. Волков, Л. М. Королева, А. Н. Кириленко] // Техника и технология пищевых производств : тезисы докл. IX Междунар. науч.-техн. конф., Могилев. — 2013. — С. 76.
8. *Гойко І. Ю.* Антиоксидантні властивості кисломолочних напоїв збагачених рослинною сировиною / І. Ю. Гойко // Харчова наука і технологія. — 2014. — № 2. — С. 52—55.
9. *Горбатова К. К.* Химия и физика молока / К. К. Горбатова. — СПб. : ГИОРД, 2004. — 288 с.
10. *Ромоданова В. А.* Изменение редокс-потенциала молока в процессе его обработки / В. А. Ромоданова, Ю. А. Шурчкова, А. Е. Недбайло // Молочна пром-сть. — 2009. — № 4. — С. 22—23.
11. *Рудавська Г. Б.* Мікробіологія : підручник. — [2-ге вид., переробл. та допов.] / Г. Б. Рудавська, Л. І. Демкевич. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2005. — 407 с.

Стаття надійшла до редакції 18.11.2014.

Rudavska A., Romodanova V. Oxidation and reduction capacity as an indicator of dairy products bacterial safety.

Background. Reductase test is ineffective for bacterial quality control of raw chilled milk, especially in the supply of raw material from the individual farms and, consequently,

increased bacterial contamination of raw milk. The accuracy class of bacterial contamination by reductase test is largely determined by the oxidation-reduction potential (*Eh*).

The *aim* of the study is to determine the expediency of *Eh* of milk as an indicator of bacterial safety of dairy products.

Material and methods. Object of the study is raw and pasteurized milk made at dairy plants in Obukhiv, Vyshneve (Milk processing factory Nr. 3) and Chernihiv.

Active acidity (pH) was identified in the studied samples by potentiometry by the device-340 pH with glass and chlorine and silver electrodes. Quantitative measure of oxidative and reductive capacity of the system is *Eh* (mV), which is defined by potentiometry, for which the normal hydrogen and platinum electrodes were used [4; 10].

Results. Our previous studies have confirmed the value of *Eh* for assessing the safety of milk and dairy products [10; 11]. *Eh* of raw milk was lower in comparison with those of other authors and was on average +160 ...+170 mV. It was found that a way of heat treatment strengthens reductive properties of milk, thus it reduces *Eh*. Research results have shown that *Eh* varies more intensely in raw milk during storage compared to pasteurized milk. This is due to the characteristics of the micro flora and confirms the high sensitivity of this indicator to milk contamination by microorganisms. The value of *Eh* in pasteurized milk accounted +150 ...+180 mV, but it rapidly decreased at the exit of pasteurization device. *Eh* indicator change is more substantial compared to the titration or active acidity changes of the finished product.

Conclusion. Given the high sensitivity and ease of determining the oxidation and reduction potential it is advisable to introduce it as an indicator of bacterial safety of dairy products.

Keywords: milk, quality, microorganisms, titration acidity, active acidity, oxidation and reduction reactions, oxidation and reduction capacity.

REFERENCES

1. Chagarovs'kyj V. P. Doslidzhennja skladu mikroorganizmiv i riznyh taksonomichnyh grup, shho znahodjat'sja v moloci / V. P. Chagarovs'kyj, M. I. Dimova // *Molochna prom-st'*. — 2004. — № 1 (10). — S. 34—37.
2. *Sostav mikroflory moloka na razlichnyh jetapah obrabotki* / [A. N. Ponomarev, M. A. Barabashina, G. L. Shuvaeva i dr.] // *Molochnaja prom-st'*. — 2004. — № 9. — S. 31—32.
3. Gorbatoва K. K. Fiziko-himicheskie i biokhimicheskie osnovy proizvodstva molochnyh produktov / K. K. Gorbatoва. — SPb. : GIORД, 2003. — 352 s.
4. *Opredelenie ingibirujushhijh veshhestv v moloke* / [N. S. Koroleva, V. F. Semehina, E. A. Hor'kova, I. P. Danilenko] // *Molochnaja prom-st'*. — 1981. — № 3. — S. 42—44.
5. *Dzhej Dzh. M. Sovremennaja pishhevaja mikrobiologija* / Dzh. M. Dzhej, M. Dzh. Lessner, D. A. Gol'den : per. 7-go angl. izd. — M. : BINOM. Laboratorija znanij, 2012. — 886 s.
6. *Uroven' rN i okislitel'no-vosstanovitel'nogo potentsiala*. — Rezhim dostupa : <http://new-stroitelstvo.ru/okislitelno-vosstanovitelnyiy-potentsial>.
7. *Vlijanie temperatury komponentov na pokazateli okislitel'no-vosstanovitel'nogo potentsiala vodochnyh sortirovok* / [E. A. Ced, S. V. Volkov, L. M. Koroleva, A. N. Kirilenko] // *Tehnika i tehnologija pishhevych proizvodstv : tezisы dokl. IH Mezhdunar. nauch.-tehn. konf., Mogilev*. — 2013. — S. 76.
8. *Gojko I. Ju. Antyoksydantni vlastyivosti kyslomolochnyh napoi'v zbagachenyh roslynnoju syrovynuju* / I. Ju. Gojko // *Harchova nauka i tehnologija*. — 2014. — № 2. — S. 52—55.
9. Gorbatoва K. K. Himija i fizika moloka / K. K. Gorbatoва. — SPb. : GIORД, 2004. — 288 s.
10. *Romodanova V. A. Izmenenie redoks-potentsiala moloka v processe ego obrabotki* / V. A. Romodanova, Ju. A. Shurchkova, A. E. Nedbajlo // *Molochna prom-st'*. — 2009. — № 4. — S. 22—23.
11. *Rudavs'ka G. B. Mikrobiologija : pidruchnyk*. — [2-ge vyd., pererobl. ta dopov.] / G. B. Rudavs'ka, L. I. Demkevych. — K. : Kyi'v. nac. torg.-ekon. un-t, 2005. — 407 s.