

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК: 641.852

*Ольга КОВАЛЬ,
Віктор ГУЦЬ*

КІНЕТИЧНА ТЕОРІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЯКОСТІ Й ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Розвиток харчових технологій неможливий без ефективного використання досягнень фундаментальних наук: математики, фізики, хімії, біології, сучасних знань в області фізико-хімічної механіки, моделюванні технологічних процесів тощо.

Якість харчового продукту – це сукупність характеристик, які визначають ступінь його здатності забезпечувати стабільність складу та корисних властивостей протягом терміну придатності¹. Важливою складовою якості є безпечність харчового продукту для здоров'я людини. Під час тривалого зберігання якість переважної кількості харчових продуктів погіршується: змінюються органолептичні властивості; знижується біологічна цінність; накопичуються шкідливі для здоров'я продукти розпаду білків, вуглеводів, окиснення жирів; можуть утворюватися отруйні речовини; підвищується вміст сапрофітної мікрофлори й розмножується хвороботворна. На противагу – якість деяких харчових продуктів покращується під час зберігання (свіжі плоди й овочі дозрівають, у ферментованих продуктах формуються специфічні смакові властивості), однак після певного терміну вона починає погіршуватися.

Пріоритетним завданням при виробництві харчових продуктів і прогнозуванні терміну зберігання є відповідність органолептичних,

¹ ДСТУ 3993–2000. Товарознавство. Терміни та визначення. — К.: Держстандарт України, 2000. — С. 8.

біохімічних, мікробіологічних, структурно-механічних та інших показників якості вимогам стандартів і фізіологічним потребам людини. Саме тому необхідно розробити модель продукту, враховуючи його хімічний склад, органолептичну оцінку, структурно-механічні властивості, та визначити кінетику їхніх змін. Для збереження якості продукту на етапі розробки та впровадження у виробництво важливо оптимізувати співвідношення показників, що впливають на біологічну, харчову та енергетичну цінність за різними критеріями відповідності, досягти характерних для розроблюваного продукту структурно-механічних властивостей².

Складність моделювання якості продукту полягає в тому, що необхідно враховувати можливість його зберігання в різних умовах.

Усі харчові продукти складаються з біоматеріалів, які з часом змінюють свої властивості, розкладаються та псуються. Процес псування – об'єктивний, його неможливо запобігти, можна тільки контролювати й впливати з метою уповільнення. Основні фактори впливу – правильний підбір рецептури, технології, упакування, транспортування, дотримання оптимальних режимів зберігання.

Для оцінювання процесів псування необхідно знати закономірності їхнього протікання, при вивченні яких треба застосовувати сучасні методи моделювання. Враховуючи, що псування продукції проходить переважно під час її зберігання і є функцією часу, моделі мають будуватися за законами кінетики³.

Псування харчових продуктів прийнято розглядати й класифікувати за протіканням трьох основних процесів: фізичних (структурно-механічних), хімічних і мікробіологічних. Між ними існує певна кореляція, і в більшості випадків спостерігаються всі три види псування різної інтенсивності. Як правило, вони зв'язані між собою за законами нелінійної (непрямої) залежності й впливають один на одного.

Для харчових продуктів доцільно виділити основні фактори, які мають вплив на тривалість зберігання й визначають вид псування. Майже для всіх груп товарів це температура й відсутність суттєвих її коливань, відносна вологість і кисень повітря приміщення, в якому зберігається харчовий продукт, а також вид матеріалу та споживчої тари. Для окремих товарів, наприклад, які містять у своєму складі жири, додатково значний вплив на збереження якості відіграє світло,

² Смоляр В. И. Рациональное питание / В. И. Смоляр. — К. : Наук. думка, 1991. — 368 с.; Коваль О. А. Якість м'ясної сировини / О. А. Коваль // Мясной бизнес. — 2002. — № 6. — С. 6—9.

³ Гуць В. С. Моделювання якості молочних продуктів з урахуванням терміну зберігання і вмісту шкідливих речовин / В. С. Гуць, О. А. Коваль // Інноваційні технології, проблеми якості і безпеки сировини та готової продукції у м'ясній та молочній промисловості : міжнар. наук.-техн. конф., 27—28 лист. 2007 р., Київ. — К., — 2007. — С. 90—92.

на молочні продукти – технологія, на фрукти й овочі – механічні пошкодження під час товарної обробки й транспортування тощо. Усі ці чинники зумовлюють і прискорюють процеси, що протікають у харчових продуктах під час зберігання: окиснення, згіркнення, міграція вологи, кристалізація речовин, ріст мікроорганізмів тощо.

Схематично псування харчових продуктів представлено на рис. 1:

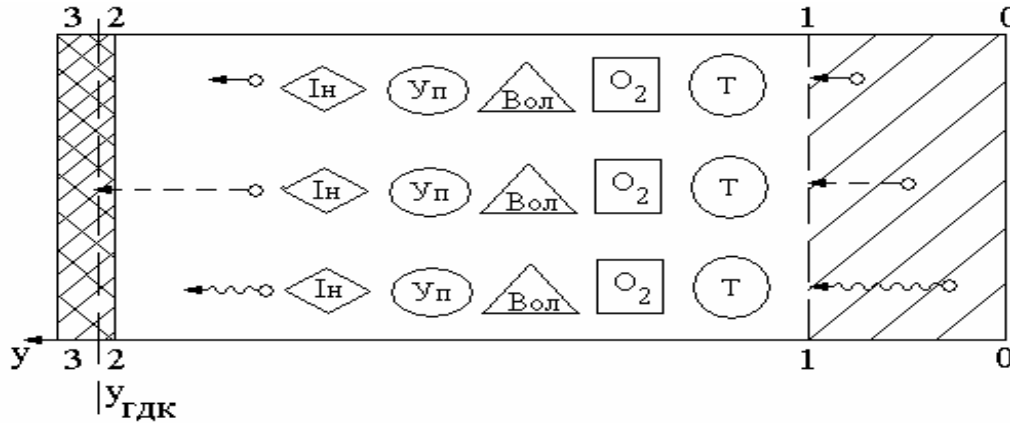


Рис. 1. Схема процесу псування харчових продуктів:

⊙ – температура продукту; \square_{O_2} – кисень в продукті;
 $\triangle_{\text{Воп}}$ – вологість продукту; $\bigcirc_{\text{Уп}}$ – упакування; $\diamond_{\text{Ін}}$ – інші чинники.

У продукті відразу після його виготовлення починається процес псування – заштрихована зона (0–1). У ньому проходять хімічні реакції ($\rightarrow\circ$), мікробіологічні процеси ($\rightarrow\text{---}\circ$), структурно-механічні зміни ($\rightarrow\text{~~~~}\circ$). У результаті хімічних реакцій та мікробіологічних процесів накопичуються шкідливі хімічні речовини й мікроорганізми, умовну (приведену) кількість яких позначено відповідно $y_x(t)$ і $y_m(t)$. Результат структурно-механічних перетворень – зміна консистенції продукту, яку можна характеризувати приведеним комплексним реологічним показником y_p . На погіршення якості впливає також зменшення кількості корисних речовин, наприклад ароматичних, що змінює смаковитість продукту. Зниження їх до критичного рівня погіршує споживні властивості продукту до такого ступеня, що він стає непридатним для подальшого вживання.

Із зони 0–1 продукт надходить на зберігання до зони 1–3. Січна 1–1 характеризує початок зберігання продукту, коли час зберігання $t=0$. На швидкість протікання хімічних реакцій і відповідно на кількість накопичених хімічних речовин, ріст мікроорганізмів, зміну структури продукту у цей період впливають фактори, які зазначено вище.

Коли після певного терміну зберігання (t) кількість хімічної речовини, мікроорганізмів або зміна структури продукту досягне гранично-допустимої концентрації ($y = y_{\text{ГДК}}$), продукт можна вважати непридатним для подальшого зберігання й використання на харчові

потреби. На схемі показана зона 2–3 гранично-допустимих значень для різних хімічних речовин, мікроорганізмів, структури продукту. Необхідно мати на увазі, що значення $y(t)$ та $y_{\text{здох}}$ є не кількістю речовини, а приведеними значеннями, і їхня величина залежить від обраної методики моделювання, що за певних умов дає змогу згорнути зону 2–3 до січної 2–2.

Методику побудови кінетичної моделі зміни показників якості розглянуто на прикладі накопичення хімічних речовин. У готовому продукті перед початком зберігання ($t = 0$) міститься певна кількість хімічної речовини (y_0).

При $t = 0 \Rightarrow y_x(t) = y_x(0) = y_0$ швидкість накопичення її дорівнює $\frac{dy_x}{dt} = V_{0y}$.

Визначити значення y_0 і V_{0y} як функцію від t можна за експериментальними дослідженнями й побудованим графіком функції $y(t)$ (рис. 2).

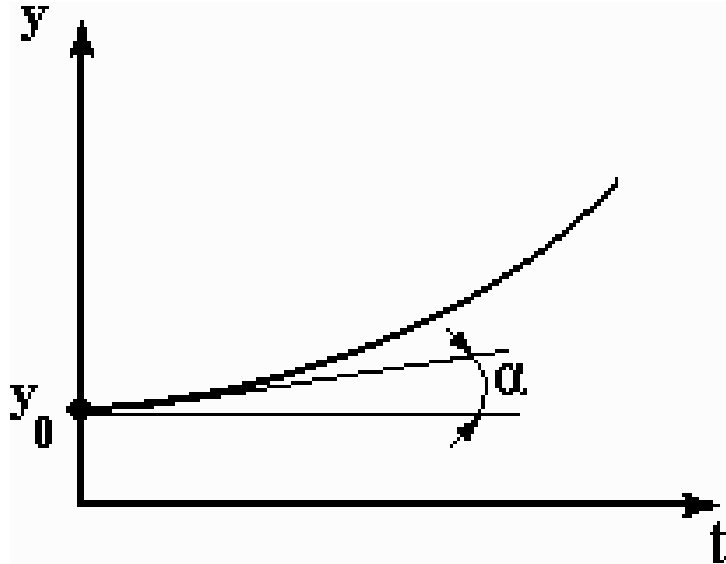


Рис. 2. Кінетична крива накопичення речовин у результаті хімічної реакції

Значення y_0 знаходять, використовуючи стандартні методики досліджень, а початкову швидкість накопичення $V_{0y} = \operatorname{tg} \alpha$, де α – кут нахилу дотичної до осі t при $t = 0$.

Процеси псування (фізичні, хімічні, мікробіологічні) характеризуються певним станом продукту. Якщо хімічні реакції й мікробіологічні перетворення (ріст мікроорганізмів) можна звести до одного показника – приведеної кількості речовини, то фізичні (структурно-механічні) до такого показника привести неможливо. Саме тому введено показник "стан продукту". Усі показники позначено відповідними індексами: y_x – показник кількості хімічної речовини, y_m – мікробіологічного компонента, y_p – реологічного стану продукту, включаючи його поверхневі властивості та міцність.

До основних реологічних характеристик харчових дисперсних систем відносять пружність, пластичність, в'язкість⁴. У прикладній реології використовують реологічні рівняння, отримані переважно шляхом аналізу експериментальних даних, та побудову на їхній основі рівнянь апроксимацій функцій⁵.

Відповідність того чи іншого реологічного рівняння для опису структурно-механічних властивостей матеріалу й моделювання механізму зміни цих властивостей перевіряється експериментально. Об'єктивним можна вважати відношення коефіцієнтів, які характеризують властивості в'язкості та пружності продукту⁶.

Адекватна модель псування харчових продуктів повинна включати залежні (зв'язані) між собою показники $y(t)$, які змінюються у часі та впливають на тривалість зберігання, і незалежні фактори, що характеризують його умови.

Запишемо таку модель у вигляді диференціального рівняння другого порядку:

$$-m_i \frac{d^2}{dt^2} y(t) + a_i \frac{d}{dt} y(t) + T_i \frac{d}{dt} y(t) + k_i y(t) = 0, \quad (1)$$

- де m_i – приведена маса i -го показника або групи однорідних показників;
 a_i – показовий коефіцієнт, що враховує зв'язок одного або декількох однорідних показників між собою (накопичення шкідливих речовин, мікроорганізмів, зміни структурно-механічних властивостей тощо);
 T_i – факторний коефіцієнт, що враховує умови зберігання та зв'язок їх зі швидкістю накопичення речовин;
 k_i – приведена кінетична константа, яка уточнює модель.

Диференціальні рівняння другого порядку уможливають повніше, ніж будь-які інші відомі рівняння менших порядків, розкрити кінетику накопичення речовин (у тому числі шкідливих) або зміни структурно-механічних властивостей під час зберігання продуктів.

Розв'язок рівняння (1) у загальному вигляді:

$$y(t) = C_1 e^{\left[\frac{1}{2} \frac{\left(a_i + T_i + \sqrt{a_i^2 + 2a_i T_i + T_i^2 + 4k_i m_i} \right) t}{m_i} \right]} + C_2 e^{\left[\frac{1}{2} \frac{\left(a_i + T_i - \sqrt{a_i^2 + 2a_i T_i + T_i^2 + 4k_i m_i} \right) t}{m_i} \right]}. \quad (2)$$

⁴ Гуць В. С. Прикладна реологія і інтенсифікація процесів харчових виробництв : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.18.12 "Процеси та апарати харчових виробництв" / В. С. Гуць // НУХТ. — К., 1999. — 393 с.

⁵ Saguy I. Modeling of quality deterioration during food processing and storage / I. Saguy, M. Karel // Food Technology. — 1980. — 34 (2). — P. 78—85.

⁶ Гуць В. С. ... 393 с.

За умови, коли на початку процесу $t = 0$, кількістю шкідливої речовини або іншими значеннями можна знехтувати, бо вони занадто малі, тобто $y(0) = 0 \Rightarrow \frac{dy}{dt} = V_{oy}$, одержано:

$$y(t) = \frac{V_{oy} m_i e^{\left(\frac{1}{2} \frac{(a_i + T_i + \sqrt{a_i^2 + 2a_i T_i + T_i^2 + 4k_i m_i}) t}{m_i} \right)}}{\sqrt{a_i^2 + 2a_i T_i + T_i^2 + 4k_i m_i}} - \frac{V_{oy} m_i e^{\left(\frac{1}{2} \frac{(a_i + T_i - \sqrt{a_i^2 + 2a_i T_i + T_i^2 + 4k_i m_i}) t}{m_i} \right)}}{\sqrt{a_i^2 + 2a_i T_i + T_i^2 + 4k_i m_i}} . \quad (3)$$

Для швидкоплинних процесів, коли має місце стрімка зміна кількісної характеристики хоча б одного з показників, наприклад, шкідливих речовин при ушкодженні упаковки, підвищенні температури, зміні вологості тощо, кінетична модель така:

$$-m_i \left(\frac{d^2}{dt^2} y(t) \right) + a_i \left(\frac{d}{dt} y(t) \right) + T_i \left(\frac{d}{dt} y(t) \right)^2 = 0 . \quad (4)$$

Після розв'язку рівняння (4) у загальному вигляді отримано:

$$y(t) = - \frac{\ln \left[\frac{T_i \left(C_1 m_i e^{\left(\frac{a_i t}{m_i} \right)} + C_2 a_i \right)}{m_i a_i} \right] m_i}{T_i} . \quad (5)$$

Постійні інтегрування C_1 і C_2 знайдено при початковій умові $t = 0$ і $y(0) = 0 \Rightarrow \frac{dy}{dt} = V_{oy}$.

$$y(t) = - \frac{\ln \left[\frac{V_{oy} e^{\left(\frac{a_i t}{m_i} \right)} T_i - V_{oy} T_i - a_i}{a_i} \right] m_i}{T_i} . \quad (6)$$

$$\text{Коли } t=0 \Rightarrow y(0) = y_o \Rightarrow \frac{dy}{dt} = V_{oy}$$

$$y(t) = - \frac{m_i \ln \left(\frac{V_{oy} e^{\left(\frac{a_i t}{m_i}\right) T_i - V_{oy} T_i - a_i}}{a_i} \right) - T_i y_o}{T_i} . \quad (7)$$

Швидке псування багатьох харчових продуктів зумовлено меншою кількістю факторів і більшою швидкістю їхнього впливу на якість, тоді кінетичну модель можна спростити, записавши її у вигляді диференціального рівняння.

$$-m_i \frac{d^2}{dt^2} y(t) + a_i \frac{d}{dt} y(t) = 0 . \quad (8)$$

Розв'язок рівняння (8) у загальному вигляді:

$$y(t) = C_1 + C_2 e^{\frac{a_i t}{m_i}} . \quad (9)$$

Постійні інтегрування C_1 і C_2 знайдено при початковій умові $y(0) = y_o \Rightarrow \frac{dy}{dt} = V_{oy}$.

Враховавши їх, отримано:

$$y(t) = \frac{V_{oy} m_i (e^{\frac{a_i t}{m_i}} - 1)}{a_i} . \quad (10)$$

Виконавши диференціювання останнього рівняння, знайдено швидкість псування продукту:

$$\frac{d}{dt} y(t) = V_{oy} e^{\frac{a_i t}{m_i}} . \quad (11)$$

Методика одержання числових значень коефіцієнтів у спрощених моделях (10) і (11) порівняно проста. Вона ґрунтується на інтерполяції експериментальних даних і їхньому аналізі.

Розроблена кінетична теорія моделювання якості й визначення терміну придатності харчових продуктів на базі диференціальних рівнянь другого порядку відкриває значно більші порівняно з існуючими сенсорними та іншими методами можливості для розробки стандартів кваліметричної оцінки якості харчових продуктів. Детальніше з нею можна ознайомитися в наступних публікаціях авторів.

Представлені моделі можуть застосовуватися при прогнозуванні процесу зниження якості різних харчових продуктів, визначенні терміну їхньої придатності у будь-який момент зберігання.

УДК 641.528:634.2

**Світлана БЕЛІНСЬКА,
Наталія ОРЛОВА,
Олег КИТАЄВ**

ОСОБЛИВОСТІ КРИСТАЛОУТВОРЕННЯ ПІД ЧАС ЗАМОРОЖУВАННЯ СУНИЦЬ

Сучасні технології заморожування плодів і овочів спрямовані на створення таких умов низькотемпературного оброблення й зберігання, при яких споживні властивості цих продуктів будуть максимально наближеними до свіжих і не змінюватися протягом тривалого терміну холодильного зберігання. Фізичною сутністю процесу заморожування як способу консервування рослинної сировини є фазове перетворення води плодів і овочів із рідкого стану в кристалічний. Саме кристалізацією рідкої фракції зумовлена здатність швидкозаморожених плодів і овочів до тривалого зберігання, оскільки перетворення води у лід перешкоджає живленню мікроорганізмів, створюючи несприятливі осмотичні умови, різко уповільнює швидкість протікання хімічних і біохімічних процесів, які впливають на зміну кольору, втрату аромату, появу небажаних смакових відтінків, зменшення вмісту вітамінів тощо¹.

За законом Вант-Гоффа-Арреніуса зниження температури на кожні 10 °С супроводжується уповільненням швидкості протікання

¹ *Алмаши Э.* Быстрое замораживание пищевых продуктов / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой ; пер. с венгерск. О. А. Воронова. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 408 с.; *Постольски Я.* Замораживание пищевых продуктов / Яцек Постольски, Збигнев Груда ; пер. с польск. Ю. Ф. Заяса, И. Е. Фельдман. — М. : Пищевая пром-сть, 1978. — 607 с.

реакцій у 2–4 рази. Однак біохімічні процеси, хоча й з надзвичайно низькою швидкістю, протікають навіть при дуже низьких температурах. Саме тому дослідження процесу кристалоутворення є доцільним. Особливості утворення кристалів льоду під час заморожування чистої води, розчинів, рослинних і тваринних тканин висвітлені у наукових працях Г. Б. Чиждова, Н. А. Головкина, О. А. Цуранова². Вода, яка входить до складу харчових продуктів, зазнає значних змін під час заморожування. Плоди й овочі відрізняються досить високим вмістом вологи (у плодах – 82–90, овочах – 74–93 %). Також має значення характер зв'язку води з іншими речовинами. Вільна волога бере участь у хімічних і біохімічних реакціях, а при температурі 0 °С перетворюється на лід. Зв'язана має змінні фізичні властивості внаслідок її взаємодії з неводними компонентами (колоїдними та розчиненими речовинами) і поділяється на колоїдно-зв'язану та осмотично-поглинену. Вміст і форми зв'язку вологи залежать від виду, ступеня стиглості, анатомічної частини, типу тканин, терміну та умов зберігання плодів і овочів. Ось чому отримання якісної швидкозамороженої плодоовочевої продукції може бути гарантованим лише при визначенні особливостей кристалоутворення.

Т. Д. Пилипенко зі співавторами методом протонного магнітного резонансу (ПМР) досліджено рухливість води під час заморожування рослинної сировини та встановлено три типи вологи у клітинах і температура їхнього замерзання, °С: вільної (0÷–4), слабозв'язаної (–4÷–14) та міцнозв'язаної (–14÷–30)³.

З погляду фазового перетворення вологи процес заморожування є сукупністю трьох послідовних етапів:

1 – охолодження продукту до криоскопічної температури на поверхні продукту;

2 – власне заморожування;

3 – доморожування продукту до температури, передбаченої технологічним процесом.

Температура початку кристалізації води продукту (криоскопічна) є надзвичайно важливим параметром розрахунку режимів зберігання та заморожування. Температури, близькі до криоскопічних, уможливають продовження терміну зберігання плодів і овочів без фазових змін вологи, а швидке проходження зони кристалізації під час заморожування сприяє утворенню дрібних кристалів льоду, що позитивно впливає на збереження структури рослинної сировини після її дефростації.

² Головкин Н. А. Холодильная технология пищевых продуктов / Н. А. Головкин, Г. Б. Чиждов. — М. : Изд-во торговой лит., 1963. — 240 с.; Чиждов Г. Б. Формирование кристаллов льда в пищевых продуктах при их замораживании / Г. Б. Чиждов, О. А. Цуранов. — М. : ММП ЦНИИТЭИмясомолпрома СССР, 1979. — 17 с.

³ Пилипенко Т. Д. Подвижность воды в перечном соке при холодильном консервировании по данным протонного магнитного резонанса / Т. Д. Пилипенко, В. В. Манк, М. Ю. Корнилов // Применение искусственного холода в пищевой промышленности : сб. статей. — Л. : 1990. — С. 31—36.

Процес кристалоутворення води, яка містить розчинені органічні й мінеральні речовини та входить до складу плодів і овочів, починається при температурах нижче 0 °С після її переохолодження. Для регулювання цього процесу застосовують кріопротектори. За останні тридцять років досліджено понад 100 хімічних сполук-кріопротекторів, серед яких є органічні речовини, неорганічні солі та полімери⁴. Головним механізмом захисної дії є їхня здатність зменшувати кількість вологи, яка кристалізується під час заморожування. Оброблення плодів і овочів речовинами, які виявляють кріозахисну дію, супроводжується зниженням кріоскопічної температури. При цьому процес заморожування може відбуватися без утворення центрів кристалізації, проходячи через процес переохолодження розчину до його склування, що позитивно впливає на збереження структури рослинної сировини.

Кріоскопічна температура розчинів залежить від їхньої концентрації, ступеня дисоціації розчинних речовин, властивостей розчинника та не є постійною величиною під час заморожування.

У науковій літературі останніх двадцяти років містяться суперечливі дані кріоскопічної температури різних видів плодів і овочів, що зумовлено суттєвим впливом на цей показник морфологічних, сортових ознак, агрокліматичних умов вирощування. За даними А. Г. Мазуренка зі співавторами, кріоскопічна температура ягід і овочів перебуває в діапазоні від'ємних температур 0.8–1.2 та 0.4–0.9 °С відповідно⁵. У той же час Н. А. Головкин стверджує, що кріоскопічна температура вишні наближається до –3.5 °С, деяких сортів винограду з високим вмістом цукрів, кислот, солей заліза – до –5 °С⁶. Я. Постольські зазначає, що кріоскопічна температура основних видів овочів коливається в межах –2.83÷– 0.83, плодів – в діапазоні –2.67÷– 0.89 °С. При цьому початкова температура кристалоутворення всередині клітини на 0.4 °С вище температури кристалізації тканинних соків у міжклітинниках. За даними різних наукових джерел, кріоскопічною є від'ємна температура, °С: для салату – 0.5; томатів – 1.0; цибулі, гороху – 1.3; бобів – 1.8; яблук, груш, сливи, картоплі – 2.4; апельсинів, лимонів, винограду – 3.0; бананів – 4.0; смородини – 1÷1.6; обліпихи – 1÷1.4⁷. Wang Jie, Li Lite, Dan Yang встановили тісну обернену

⁴ Boulran P. Stability on the amorphous state in the system water-glycerol ethylene glycol / P. Boulran, A. Kaufmann // J. Food Jci. — 1979. — No 16. — P. 83 — 89; Белоус А. М. Замораживание и криопротекция / А. М. Белоус, Е. А. Гордиенко, Л. Ф. Розанова. — М.: Высш. шк., 1987. — 80 с.; Кріопротектори / Н. С. Пушкар, М. И. Шраго, А. М. Белоус, Ю. В. Калугин. — К.: Наук. думка, 1979. — 204 с.

⁵ Мазуренко А. Г. Замораживание пищевых продуктов в блоках / А. Г. Мазуренко, В. Г. Федоров. — М.: Агропромиздат, 1986. — 207 с.

⁶ Головкин Н. А. ... 240 с.

⁷ Фролов С. В. Тепло- и массообмен в расчетах процессов холодильной технологии пищевых продуктов / С. В. Фролов, В. Е. Куцакова, В. Л. Кипнис. — М.: Колос-пресс, 2001. — 144 с.; Короткий И. А. Определение температуры замерзания черной смородины / И. А. Короткий, Е. В. Короткая // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2005. — № 4. — С. 30; Короткий И. А. Определение температуры замерзания плодов облепихи / И. А. Короткий, Е. В. Короткая // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2008. — № 1. — С. 24—25.

кореляційну залежність між криоскопічною температурою та масовою часткою розчинних сухих речовин плодів⁸.

Наступний етап – власне заморожування – можна розглядати як процес просування льодового фронту від поверхні до центру продукту. Я. Постольські стверджує, що ефект заморожування досягається у діапазоні температур $-20\div-40$ °С. За Е. Алмаши оптимальна температура заморожування рослинної сировини з урахуванням її особливостей $-35\div-50$ °С. Закінченням процесу заморожування є повне фазове перетворення вологи плодів і овочів із рідкого стану в твердий⁹.

Заключний етап процесу – доморожування продукту до температури, передбаченої нормативними документами. За ДСТУ 2074–92 "Продукти переробки овочів і фруктів. Терміни та визначення" температура всередині швидкозаморожених овочевих і фруктових продуктів не повинна перевищувати -18 °С. Відповідно такою ж вона має бути під час зберігання й реалізації, оскільки коливання та порушення рекомендованих температур призводить до активації біохімічних процесів, рекристалізації кристалів льоду у тканинах плодів і зниження споживних властивостей продукту. В останні роки у зарубіжній літературі зустрічаються рекомендації щодо зберігання швидкозамороженої плодоовочевої продукції при температурах $-23\div-25$ °С¹⁰.

Мета роботи – дослідження процесу льодоутворення в ягодах суниці та визначення температур, при яких відбувається кристалізація вологи під час заморожування.

Об'єкт дослідження – ягоди суниці сорту "Дарунок учителю" без обробки (*контроль*) та з попередньою обробкою 0.3 %-ним розчином гуарової камеді для стабілізації консистенції після розморожування (*дослід*). Доведено, що псевдоплівка, яка утворюється на поверхні оброблених ягід, зберігається під час заморожування, сприяє збільшенню вологоутримувальної здатності заморожених ягід та захищає клітини від негативного впливу низьких температур¹¹.

Дослідження процесу льодоутворення в ягодах суниці проведено методом диференційного термічного аналізу (ДТА), який базується на безперервній реєстрації різниці температур між досліджуваним зразком і еталоном (матеріалом порівняння, термічно неактивним у межах температур термічного аналізу). Метод ДТА виявляє фазові перетворення та фізико-хімічні процеси за термічними ефек-

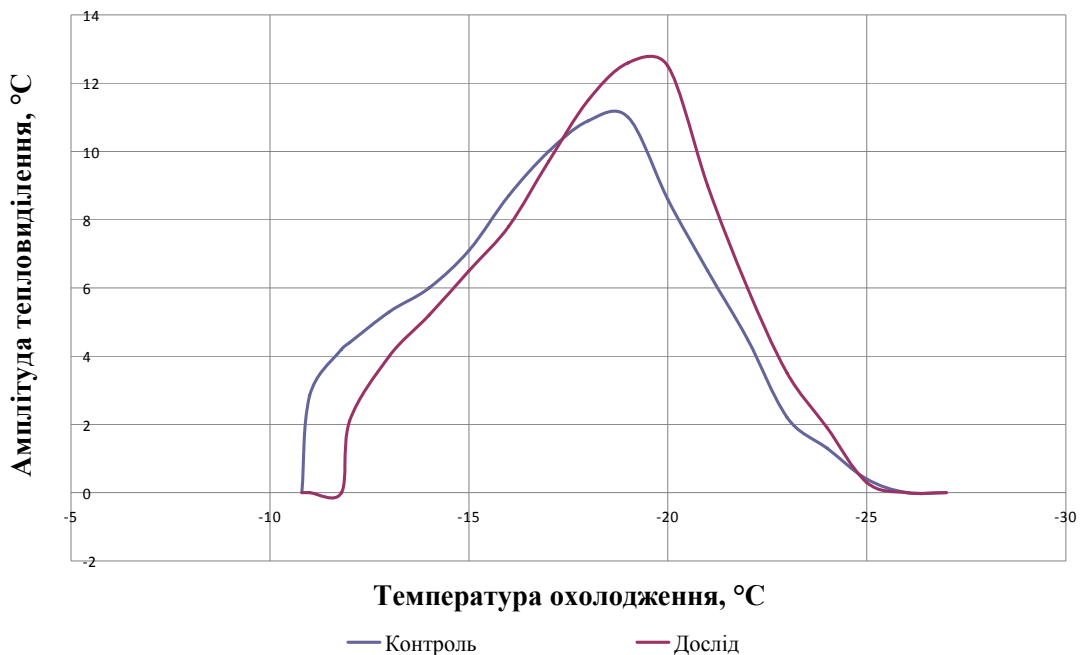
⁸ Wang Jie. The correlation between freezing point and soluble solids of fruits / Wang Jie, Li Lite, Dan Yang // Journal of Food Engineering. — 2003. — No 60. — P. 481—484. — Way of access : <http://www.elsevier.com/locate/jfoodeng>.

⁹ Постольски Я. ... 607 с.; Алмаши Э. ... 408 с.

¹⁰ Legaretta I. G. Handbook of Frozen Foods / Isabel Guerrero Legaretta, Y. H. Hui. — Marcel Dekker Inc. : CRC Press. — 2004. — 1293 p.

¹¹ Белінська С. Зміни структури рослинних тканин під час швидкого заморожування / С. Белінська // Товари і ринки. — 2007. — № 2. — С. 124—130.

тами, що супроводжують ці зміни при охолодженні¹². Відомо, що заморожування й перетворення води, яка міститься у плодах і овочах, із рідкого стану в твердий є екзотермічним процесом, який супроводжується виділенням прихованої теплоти. Завдяки реєстрації динаміки виділення теплоти у процесі безперервного рівномірного охолодження зразка в діапазоні температур 20÷-40°C визначено амплітудні й температурні параметри екзотерм льодоутворення. Швидкість зниження температури становила 2 °C за 1 хв. У результаті виділення теплоти під час фазового переходу води на термограмах зафіксовано екзотермічні піки, аналіз яких уможливив визначення особливостей кристалізації. Отже, екзотерми відображають зміну тепловиділення на фоні поступового зниження температури. Діапазон спостереження екзотермічного процесу, починаючи з температури ініціації льодоутворення, розбито на ділянки в 1 °C, у кожній з яких визначено амплітуду екзотермічного процесу (рисунок).



Екзотерми льодоутворення в ягодах суниці

Графіки екзотермічного процесу переведено у цифрові значення, середні з яких наведено у таблиці.

¹² ДСТУ Б.А.1.1-7-94 Методи термічного аналізу матеріалів. Терміни та визначення. — К. : Держкоммістобудування, 1994. — 25 с. Чинний від 12.04.1994 р.

**Параметри екзотермічних процесів при льодоутворенні
у тканинах ягід суниці, °С**

($P \geq 0.95$; $n=5$)

Варіант	Температура екзотермічних процесів			Температурний діапазон льодоутворення			Амплітуди екзотермічних процесів при льодоутворенні		
	ініціації	максимум ВТЕ*	максимум НТЕ**	ВТЕ	НТЕ	ягоди в цілому	фронт ініціації	максимум ВТЕ	максимум НТЕ
Контроль	-11.4	-13.4	-18.6	2.8	10.2	13.0	2.8	5.3	11.2
Дослід	-11.9	-13.1	-18.9	1.6	10.9	12.8	2.8	4.5	12.6

Примітки: * високотемпературна екзотерма; ** низькотемпературна екзотерма.

Наведені термограми відображають процеси виділення тепла, які зумовлені міграцією переохолодженої води до центрів льодоутворення. Оскільки процес льодоутворення в ягодах суниці є нерівномірним (адже залежить від концентрації розчинних речовин всередині клітини та у міжклітинниках), тому на екзотермах наявні смуги тепловиділення з різною температурою ініціації. На графіку зниження кривої перед безпосереднім виникненням екзотермічного процесу можна пояснити переохолодженням води з розчиненими в ній речовинами, а подальше поступове підвищення кривої – кристалізацією переохолодженого розчину. Наявність на ізотермах декількох піків, їхня амплітуда й положення на температурній шкалі зумовлено не тільки різною температурою замерзання переохолоджених водних розчинів, а й загальним вмістом вологи, її формами зв'язку із сухою речовиною, а, можливо, й особливостями тканинної будови.

За результатами досліджень, кріоскопічна температура зразків суниці дослідного та контрольного варіантів становить -11.9 і -11.4 °С відповідно, що не збігається з даними наукової літератури. Можливо, на це впливають особливості хімічного складу ягід суниці, а саме – достатньо високий вміст цукрів, які характеризуються кріопротекторними властивостями та відповідно знижують температуру кристалоутворення. Нижча температура ініціації кристалоутворення у зразках суниці дослідного варіанту, напевно, зумовлена водопоглинальними властивостями гуарової камеді, внаслідок чого концентрація сухих розчинних речовин вища.

На рисунку видно, що відведення теплоти від об'єкта заморожування відбувається нерівномірно. Висока амплітуда екзотермічного процесу та достатньо широкий діапазон льодоутворення корелює із значним вмістом вологи у ягодах суниці. Для зразків контрольного варіанта, які містять 88.19 % вологи, максимальна амплітуда екзотермічного процесу становить 11.2 °С, дослідного – 12.6 °С при вмісті вологи 89.3 %. Із пониженням температури амплітуда сигналу ДТА зменшується, що відповідає завершенню кристалізації та максимальному переходу рідкої фази у кристалічну.

При аналізі термограм встановлено наявність високотемпературних екзотерм –13.1 для дослідного і –13.4 °С для контролю та низькотемпературних – відповідно –18.9 і –18.6 °С. Наявність цих піків вказує на відмінності кристалізації осмотично- та колоїдно-зв'язаної вологи, на що впливає різна сила зв'язку із сухими речовинами. Можна припустити, що високотемпературні та низькотемпературні екзотерми, які з'являються у формі піків на термограмі в процесі заморожування, зумовлені особливостями міжклітинного та внутріклітинного льодоутворення.

За результатами диференційного термічного аналізу встановлено незначні відмінності у процесах льодоутворення в ягодах суниці дослідного та контрольного варіантів (див. *таблицю*). На екзотермі останнього наявний невисокий згладжений пік при температурі –23 °С. Це свідчить про те, що навіть при такій температурі відбувається незначне тепловиділення, на яке впливає кристалізація фракцій вологи, зв'язаної гідрофільними компонентами ягід. У зразках дослідного варіанту цей пік відсутній, що, можливо, зумовлено водопоглинальними властивостями гуарової камеді.

Таким чином, застосування методу диференційного термічного аналізу уможливило встановлення особливостей кристалоутворення та визначення температурних діапазонів на всіх етапах заморожування: температура плоду – температура ініціації льодоутворення – максимально низька температура кристалізації осмотично-зв'язаної вологи – максимально низька температура кристалізації колоїдно-зв'язаної вологи – температура доморожування.

На основі аналізу екзотермічних процесів можна стверджувати, що оптимальною для зберігання заморожених ягід суниці є температура –23 °С і нижче. Саме при цій температурі, на відміну від рекомендованої –18 °С, відбувається максимальна кристалізація всіх видів фізико-хімічно зв'язаної вологи, що унеможливило протікання біохімічних процесів і сприяє максимальному збереженню споживних властивостей заморожених ягід.

Ірина ЗАМОРСЬКА

ПІДВИЩЕННЯ ВІТАМІННОЇ ЦІННОСТІ ЗАМОРОЖЕНОГО ПЮРЕ З ВИШНІ

Перспективність виробництва швидкозамороженої плодоовочевої продукції зумовлена збереженням споживної цінності, можливістю тривалого зберігання й подальшої переробки плодів і ягід різних строків досягання упродовж року до наступного врожаю. У результаті заморожування відбувається різке гальмування біохімічних процесів, блокування окиснювальних ферментів і припинення руйнівної дії мікроорганізмів. Використання холоду економічно вигідніше з енергетичної точки зору порівняно з тепловою обробкою.

Дослідженнями О. Л. Беленко, В. І. Иванченко та іншими при розробці рецептур швидкозаморожених плодово-ягідних пюреподібних продуктів із високою біологічною цінністю встановлено переваги 3-компонентних сумішей із сливи, вишні та суниці у співвідношенні 1:1.5:0.5¹.

Мета дослідження – підвищення вітамінної цінності заморожених пюре з вишні шляхом підбору сировини та отримання плодово-ягідних сумішей з високими органолептичними властивостями.

Пюре виготовлено окремо із заморожених плодів вишні, суниці та чорної смородини врожаю 2007 р. Воно слугувало сировиною для приготування сумішей у різних співвідношеннях інгредієнтів шляхом змішування (табл. 1). Готову продукцію розфасовано у пластикові контейнери ємністю 0.5 кг і закладено на зберігання при температурі -18°C .

За контроль узято пюре вишневе, оскільки його вміст превалює в усіх варіантах сумішей. Оцінку зразків проведено за вмістом основних компонентів хімічного складу: розчинних сухих речовин – рефрактометричним методом², цукрів – фериціанідним³, загальної

¹ Беленко Е. Л. Качество и биологическая ценность плодово-ягодных смесей при замораживании и хранении / Е. Л. Беленко, В. И. Иванченко, Н. В. Баранова // Садоводство и виноградарство. — 1997. — № 4. — С. 12—13; Биохимический состав и качество плодово-ягодного сырья для приготовления замороженных пюреобразных смесей / В. И. Иванченко, А. Э. Модонкаева, Е. Л. Беленко, Н. В. Баранова // Хранение и переработка сырья. — 1996. — № 1. — С. 39.

² ГОСТ 28562–90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. — М.: Изд-во стандартов, 1990. — 15 с.

³ Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів з основами товарознавства / В. М. Найченко. — К.: ФАДА, ЛТД, 2001. — 211 с.

кислотності – титруванням лугом⁴, аскорбінової кислоти – йодометричним методом⁵ і органолептичними показниками за 5-бальною шкалою⁶. Дисперсійний аналіз здійснено за Б. А. Доспеховим⁷.

Таблиця 1

Рецептура плодкових пюреподібних сумішей

Рецептура суміші, %			Варіант досліду
вишневе пюре	суничне пюре	чорносмородинове пюре	
80	20	–	BC 80–20
60	40	–	BC 60–40
80	–	20	BC 80–20
60	–	40	BC 60–40
40	30	30	BC 40–30–30

Дослідженнями встановлено, що за вмістом деяких речовин хімічного складу заморожені пюре із різних плодів істотно відрізняються один від одного (табл. 2).

Таблиця 2

Хімічний склад заморожених пюре

Пюре	Масова частка, %			Цукрово-кислотний індекс	Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г
	розчинних сухих речовин	цукрів	органічних кислот		
Вишневе	17.5	12.8	1.25 *	10.2	7.1
Суничне	10.2	8.4	0.66 **	12.7	64.5
Чорносмородинове	16.9	6.1	2.73 **	2.3	140.0
НІР ₀₅	0.7	0.4	0.01	0.6	11.5

Примітки: * у перерахунку на яблучну кислоту;

** у перерахунку на лимонну кислоту.

Вміст розчинних сухих речовин у суничному пюре на 40 % нижчий, ніж у вишневому та чорносмородиновому. Низький вміст цукрів і високий кислот у чорній смородині зумовлює відповідно низький цукрово-кислотний індекс, який характеризує смак продукту

⁴ ГОСТ 25555.0–82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. — М. : Изд-во стандартов, 1982. — 4 с.

⁵ Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. — М. : Колос, 1976. — 254 с.

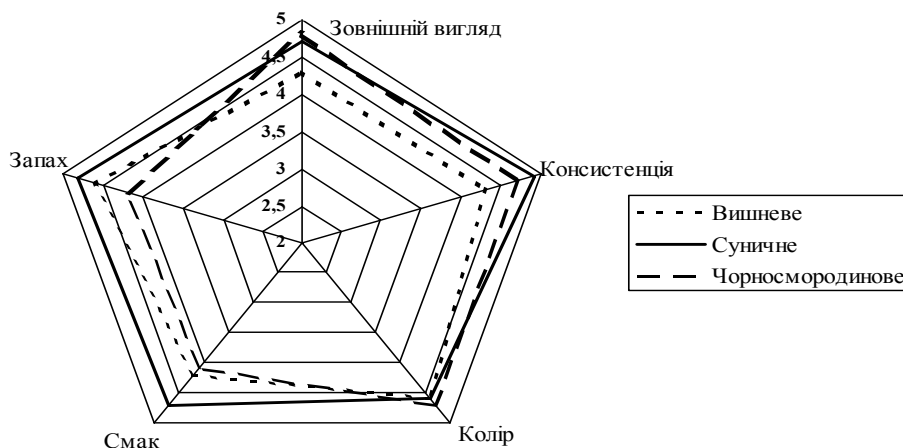
⁶ Методические указания по проведению исследований с быстрозамороженными плодами, ягодами и овощами. — М. : ВАСХНИЛ, 1984. — 25 с.

⁷ Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — 5-е изд., доп. и перераб. — М. : Агропромиздат, 1988. — 351 с.

як кислий. Натомість цей показник суничного й вишневого пюре значно вищий, що дає змогу прогнозувати отримання сумішей із кращими органолептичними властивостями.

Біологічна цінність плодів і ягід визначається насамперед вмістом в них вітамінів, зокрема аскорбінової кислоти. У рослинних тканинах вона перебуває у вільному та зв'язаному стані. Її кількість залежить від виду продукції, ботанічного сорту, умов вирощування, ступеня стиглості, товарної обробки, способу та умов заморожування⁸. Відомо, що серед плодів і ягід, які ростуть у кліматичній зоні України, чорна смородина поряд з обліпихою та шипшиною є найціннішим джерелом вітаміну С. У зразку замороженого чорносмородинового пюре його містилося у 2.2 та 19.7 раза більше, ніж у суничному та вишневому відповідно. Отже, суничне й чорносмородинове заморожене пюре може вважатися сировиною, здатною підвищити С-вітамінність вишневого пюре.

Органолептична оцінка заморожених пюре представлена на *рисунку*, з якого видно, що усі три зразки за всіма показниками мали оцінки вище 4-х балів. За зовнішнім виглядом і кольором переважало чорносмородинове пюре, за запахом, смаком і консистенцією – суничне, а вишневе – за кольором майже не поступалося першим двом.



Органолептична оцінка заморожених пюре

Хімічний склад пюреподібних сумішей істотно відрізнявся від вихідного пюре (*табл. 3*). Масова частка розчинних сухих речовин у варіантах *BC 80–20* і *BC 60–40* знизилася відповідно на 9.8 і 18.3 % порівняно з контролем за рахунок заміни 20 і 40 % вишневого пюре на суничне. Натомість у зразках із додаванням чорносмородинового пюре *BC 80–20* і *BC 60–40* вона дещо підвищилася, але математичною обробкою результатів встановлено, що ці зміни не мають істотної

⁸ Орлова Н. Я. Заморожені плодоовочеві продукти: проблеми формування асортименту та якості / Н. Я. Орлова, С. О. Белінська. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2005. — 336 с.

різниці. При заміні 60 % вишневого пюре на суміш суничного та чорносмородинового (ВСЧ 40–30–30) також відбулося зменшення розчинних сухих речовин на 12.6 %.

Таблиця 3

Хімічний склад пюреподібних сумішей

Пюреподібна суміш	Масова частка, %			Цукрово-кислотний індекс	Вміст вітаміну С, мг/100 г
	розчинних сухих речовин	цукрів	органічних * кислот		
Контроль	17.5	12.8	1.25	10.2	7.1
ВС 80–20	15.8	11.8	1.15	10.2	18.5
ВС 60–40	14.3	11.2	0.98	11.4	30.2
ВЧ 80–20	17.8	11.3	1.58	7.2	33.8
ВЧ 60–40	17.6	10.2	1.80	5.7	60.3
ВСЧ 40–30–30	15.3	9.5	1.50	6.3	63.5
НІР ₀₅	0.4	0.2	0.02	0.2	1.8

Примітка. * У перерахунку на яблучну кислоту.

Істотних змін за вмістом цукрів зазнав лише варіант суміші з трьох складових – зниження майже на 26 % відповідно контролю. Решта зразків незначно втратили цукрів за рахунок додавання менш цукристої сировини. Головне, що в усіх сумішах вміст цукрів був вищий, ніж у суничному та чорносмородиновому пюре.

Щодо органічних кислот, то вміст їх у переважній кількості дослідних зразків вирівнявся і становив 1–1.6 %. Підвищеною кислотністю відрізнявся зразок із додаванням 40 % чорносмородинового пюре і відповідно самим низьким цукрово-кислотним індексом. Коливання останнього в інших зразках були незначними порівняно з вихідною сировиною. Таким чином, запропонованими рецептурами вдалося покращити смакові властивості заморожених пюреподібних сумішей.

Залежність цукрово-кислотного індексу від вмісту органічних кислот характеризується рівнянням: $y = 18.87 - 7.53x$ ($r = -0.96 \pm 0.14$).

Значне підвищення С-вітамінності відбулося в усіх варіантах сумішей, оскільки до маловітамінного вишневого пюре додано суничне й чорносмородинове з високим вмістом аскорбінової кислоти. Додавання 20 % чорносмородинового пюре було майже рівнозначним додаванню 40 % суничного: вміст вітаміну С зріс у 4.3 і 4.7 раза відповідно. Коли добавили більшу кількість високовітамінних пюре, вміст аскорбінової кислоти зріс майже у 9 разів. Залежність вмісту аскорбінової кислоти від кількості цукрів характеризується рівнянням: $y = 245.65 - 18.87x$ ($r = -0.98 \pm 0.1$); від цукрово-кислотного індексу – $y = 101.42 - 7.75x$ ($r = -0.82 \pm 0.28$).

Заміна частини вишневого пюре суничним та чорносмородиноним зумовила поліпшення зовнішнього вигляду всіх сумішей, консистенцію і колір зразків із чорною смородиною та трикомпонентної, а смак – лише останньої. Варіант *ВСЧ 40–30–30* за ароматом залишився на рівні контролю, решта зразків мали дещо нижчі оцінки (табл. 4).

Таблиця 4

Органолептична оцінка пюреподібних сумішей

Пюреподібна суміш	Органолептична оцінка, балів					Загальна оцінка
	зовнішній вигляд	консистенція	колір	запах	смак	
Контроль	4.3	4.3	4.6	4.8	4.0	4.4
<i>ВС 80–20</i>	4.4	4.3	4.3	4.3	3.9	4.2
<i>ВС 60–40</i>	4.4	4.4	4.5	4.5	4.2	4.4
<i>ВЧ 80–20</i>	4.7	4.3	4.0	4.4	4.0	4.3
<i>ВЧ 60–40</i>	4.8	4.7	4.7	4.4	4.0	4.5
<i>ВСЧ 40–30–30</i>	4.8	4.7	4.8	4.8	4.4	4.7

Таким чином, за комплексом показників кращою визнано заморожену пюреподібну суміш із вишні (40 %), суниці (30 %) і чорної смородини (30 %). Такий продукт доцільно використовувати в кондитерській промисловості, як наповнювач для молочних виробів і для виготовлення консервів.

УДК 641.528:635.64

Наталія КАМЕНЕВА**ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗАМОРОЖЕНИХ
ТОМАТІВ У ВЛАСНОМУ СОКУ**

Томати мають високу харчову й біологічну цінність і гарні смакові властивості. Саме тому вони належать до найпоширеніших в Україні та найулюбленіших серед населення овочів. Плоди помідорів містять 5–8 % сухих речовин, з яких 2.4–4.0 припадає на цукри, 0.6–1.1 – на білки, до складу яких входять незамінні амінокислоти лейцин, треонін, метіонін, фенілаланін, триптофан; органічні кислоти (до 0.9 %), вітамін С (20–45 мг/100 г), у невеликих кількостях каротин, тіамін, рибофлавін, нікотинова кислота, біотин, а також мінеральні речовини: калій, натрій, кальцій, магній тощо. До складу томатів входить глікозид томатин, який зумовлює фітонцидні властивості¹. Усі ці скла-

¹ Улянич О. Споживна цінність та особливості технології вирощування помідорів / О. Улянич // Агроогляд: овочі та фрукти. — 2006. — № 14 (18). — С. 20—25.

дові необхідні для нормалізації обміну речовин в організмі людини та збереження її здоров'я і працездатності.

Помідори – це сезонний продукт. Саме тому широко використовується їхнє перероблення на томатопродукти методом консервування, соління, сушіння. Переважна кількість ботанічних сортів томатів малопридатні для заморожування без попередньої обробки, оскільки після розморожування погіршуються їхні органолептичні властивості, особливо консистенція та смак. Така продукція придатна переважно для кулінарної переробки².

Досліджено вплив загущувача природного походження на якість томатів при заморожуванні у власному соку.

Об'єкт дослідження – томати сорту *Ріо-Гранде Оригінал* осіннього періоду збору, які відповідають вимогам чинного стандарту (ДСТУ 3246–95. Томати свіжі. Технічні умови). Як загущувач використано гуарову камедь у концентрації її в соку 0.2, 0.3 і 0.4 %.

Процес виробництва продукції включає такі операції: підготовка томатів і соку, введення камеді, пакування, заморожування, зберігання.

Томати вимито у проточній воді, звільнено від плодоніжки. Частина нестандартних за формою і перестиглих помідорів протерто через сито для утворення соку з м'якоттю. Гуарову камедь розчинено у невеликій кількості томатного соку, додано до загальної маси та ретельно перемішано.

Продукт упаковано в полімерну тару (блістери) масою від 500 до 1000 г у співвідношенні плодів і соку за масою 1:1.3–1.5.

Упакований продукт витримано при температурі 18 ± 2 °С упродовж 1 год для набухання камеді. Заморожування проведено при температурі -24 ± 2 °С у морозильній камері "Мінськ" (ММ-164-0 МКМ-240) до досягнення усередині продукту температури -18 °С, при якій томати зберігалися шість місяців.

Якість томатів і соку оцінено окремо за органолептичними (табл. 1 і 2) і фізико-хімічними показниками: масову частку розчинних сухих речовин – рефрактометричним методом³, титровану кислотність – стандартним⁴, вміст вітаміну С – йодометричним⁵, загального цукру – фериціанідним⁶. Контролем слугували томати без додавання камеді.

² Орлова Н. Я. Оцінювання якості заморожених томатів / Н. Я. Орлова, Н. В. Маліновська // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2008. — № 2 (51). — С. 66—70.

³ ГОСТ 28562. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. — М.: Изд-во стандартов, 1990. — 15 с.

⁴ ГОСТ 25555.0. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. — М.: Изд-во стандартов, 1983. — 4 с.

⁵ ГОСТ 24556. Продукты пищевые консервированные плодовоовощные. Метод определения витамина С. — М.: Изд-во стандартов, 1983. — 10 с.

⁶ Починюк Х. Н. Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починюк. — К.: Наук. думка, 1976. — 334 с.

Шкала 5-балової оцінки заморожених томатів у власному соку з м'якоттю

Показник	Бал	Характеристика
Зовнішній вигляд і консистенція	5	Плоди цілі, щільні, типової для ботанічного сорту форми та розміру, пружної консистенції. Зморшкуватість шкірочки відсутня
	4	Плоди цілі, щільні, з незначними відхиленнями від типової для ботанічного сорту форми та розміру, досить пружної консистенції
	3	Плоди дещо деформовані, можлива плямистість на поверхні, консистенція розслаблена. Помітна зморшкуватість шкірочки
	2 і 1	Плоди сильно деформовані, зморшкуватість шкірочки по всій площині плоду, консистенція кашоподібна внаслідок мацерації тканин м'якоті
Колір	5	Яскраво-червоний, оранжево-червоний, рожевий, притаманний стиглим томатам певного ботанічного сорту
	4	Яскраво-червоний, оранжево-червоний, рожевий, притаманний стиглим томатам певного ботанічного сорту
	3	Світло-червоний, нерівномірний
	2 і 1	Темно-червоний, темний з коричневим відтінком
Смак і запах	5	Солодко-кислуватий, без стороннього присмаку, з вираженим ароматом, характерним для свіжих томатів
	4	Менш виражений, солодко-кислуватий, без стороннього смаку і запаху
	3	Кислуватий або пустий, з присмаком і запахом зелених або перезрілих томатів
	2 і 1	Кислий або пустий зі сторонніми присмаком і запахом

Результати досліджень за комплексом органолептичних показників (табл. 3) засвідчили, що дослідні зразки з концентрацією камеді 0.3 і 0.4 % після шести місяців низькотемпературного зберігання відрізнялися привабливим зовнішнім виглядом. Найкращими виявилися томати з концентрацією камеді у соку 0.3 %. При меншій концентрації спостерігалось знебарвлення томатів, з'явилася плямистість на поверхні шкірочки. Натуральний колір краще зберігали томати, витримані в розчині камеді з концентрацією 0.3 %. Дослідні зразки саме цього варіанту мали гарний смак і приємний запах, наближений до свіжих томатів. Таким чином, за комплексом органолептичних показників найвищу оцінку отримали томати, з концентрацією камеді

0.3 %. Середня оцінка заморожених томатів цього варіанту після шести місяців зберігання становила 4.73 бала, а соку – 4.67 бала, тоді як контролю – 3.83 та 3.80 бала відповідно.

Таблиця 2

Шкала 5-бальної оцінки замороженого соку з томатів

Показник	Бал	Характеристика
Зовнішній вигляд і консистенція	5	Однорідна маса з рівномірно розподіленою тонкоподрібненою м'якоттю
	4	Однорідна рідка маса з рівномірно розподіленою тонкоподрібненою м'якоттю
	3	Маса розшарована, зустрічається насіння
	2 і 1	Маса сильно розшарована, відчуваються волокна, шматочки шкірочки, насіння
Колір	5	Червоний чи оранжево-червоний, характерний для соку зі стиглих томатів
	4	Червоний, з незначною зміною кольору
	3	Червоний, нерівномірний, зі світлими краплями
	2 і 1	Темний чи темно-червоний з коричневим відтінком
Смак і запах	5	Натуральний, властивий соку із стиглих томатів, без стороннього присмаку
	4	Натуральний, мало виражений, без стороннього присмаку, з незначним ароматом
	3	Кислуватий, з присмаком і запахом перезрілих томатів
	2 і 1	Кислий або пустий зі стороннім присмаком і запахом

Таблиця 3

Органолептична оцінка заморожених томатів за 5-бальною шкалою після шести місяців зберігання

Показник	Контроль		Концентрація камеді у розчині, %					
			0.2		0.3		0.4	
	сік	томат	сік	томат	сік	томат	сік	томат
Зовнішній вигляд і консистенція	3.6	3.8	3.1	3.1	4.8	4.8	4.1	4.0
Колір	3.9	4.0	3.8	3.9	4.5	4.6	4.1	4.2
Смак і запах	3.9	3.7	3.0	3.0	4.7	4.8	4.4	4.5
Середня оцінка	3.80	3.83	3.30	3.33	4.67	4.73	4.20	4.23

У табл. 4 наведено хімічний склад заморожених томатів у власному соку з м'якоттю залежно від концентрації камеді. До заморожування продукту концентрація розчинних сухих речовин у соку була на 1.8 % вищою, ніж у томатах.

У процесі заморожування зразків дослідних варіантів відмічено значне зростання концентрації розчинних сухих речовин у томатах на відміну від контролю, що можна пояснити частковим зв'язуванням вільної води плоду камедями, введеними до соку. Аналогічна тенденція залишається і в процесі низькотемпературного зберігання протягом одного та шести місяців. У соку з масовою часткою камеді 0.3 і 0.4 % під час заморожування і зберігання спостерігається незначне зростання розчинних сухих речовин, що викликано частковим виморожуванням вологи. Загалом, після шести місяців зберігання кількість розчинних сухих речовин у соку дослідних варіантів залишається досить високою.

У томатах контрольного варіанту під час заморожування відбувається зниження кількості загального цукру, а в соку – зростання (на 23 та 9 % відповідно порівняно зі свіжим продуктом). У процесі зберігання в томатах поступово зростає кількість цукру, що можливо пов'язано з розщепленням полісахаридів. У соку без додавання камеді масова частка загального цукру на всіх етапах дослідження перевищує його вміст до заморожування. У томатах дослідних варіантів після заморожування кількість цукру зростає, окрім зразка з масовою часткою камеді 0.4 %. Після шести місяців низькотемпературного зберігання кількість цукру в томатах дослідних варіантів залишається майже на рівні контролю.

У свіжих томатах титрована кислотність дещо нижча ніж у соку. Під час заморожування і зберігання спостерігається значне зростання масової частки органічних кислот як у соку, так і в томатах контрольного й дослідних варіантів. Чіткої закономірності зміни титрованої кислотності залежно від варіанту дослідів не виявлено.

Під час заморожування в томатах відбувається незначне зниження вітаміну С (в середньому на 10 %) порівняно зі свіжими. У соку його кількість залишається практично незмінною. Після шести місяців зберігання втрати вітаміну С у соку контрольних варіантів становлять майже 40 %, у томатах – на рівні 50 %. Серед дослідних варіантів найнижчі втрати аскорбінової кислоти порівняно зі свіжою продукцією відмічено у зразку з концентрацією камеді 0.3 % (майже 36 % – у соку і 48 % – у томатах).

Отже, за сукупністю органолептичних властивостей і фізико-хімічних параметрів заморожених томатів у власному соку оптимальною концентрацією гуарової камеді можна вважати 0.3 %.

**Олена ВАСИЛИШИНА,
Ніна ОСОКІНА**

ПРОЕКТУВАННЯ ВИШНЕВИХ ДЖЕМІВ, ЗБАГАЧЕНИХ ПЕКТИНОВМІСНИМ ПЛОДОВИМ ПЮРЕ

На думку багатьох вітчизняних і зарубіжних учених, одним із ефективних способів корекції порушень обмінних процесів в організмі людини є чинник харчування. Саме тому виникає необхідність розробки та виробництва повноцінних харчових продуктів. Для цього пропонується коректування їхнього хімічного складу й підвищення в них вмісту вітамінів, мінеральних елементів, пектинів, що затримують надходження шкідливих речовин до організму людини, підвищують його загальну резистентність ¹.

Як перспективний детоксикант у профілактичному й лікувальному харчуванні, що нейтралізує шкідливу дію металів і допомагає їх позбутися, використовується пектин і пектиновмісні продукти. До останніх належать джеми, варення та інші продукти переробки рослинної сировини. Однак їхнє виробництво на сьогодні знижується через низьку конкурентоспроможність та одноманітність асортименту ².

Для вироблення джему обов'язкова присутність у сировині не менше 1 % пектинових речовин у поєднанні з такою ж кількістю кислот ³.

При розробці рецептур актуальною є технологія продуктів із заданим хімічним складом, а також проектування рецептурного багатого-

¹ *Пересічний М. І.* Харчування людини і сучасне довкілля: теорія і практика / М. І. Пересічний, В. Н. Корзун, М. Ф. Кравченко, О. М. Григоренко. — К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2003. — 526 с.; *Батурич А. К.* Питание и здоровье: проблемы XXI века / А. К. Батурич, Г. И. Мендельсон // Пищевая пром-сть. — 2005. — № 5. — С. 105—107; *Миронова Н. Г.* Разработка оптимальных рецептур сухих завтраков повышенной биологической ценности с использованием математического моделирования / Н. Г. Миронова, В. Н. Ковбаса // Хранение и переработка сельхоз-сырья. — 1998. — № 1. — С. 51—52.

² *Купчик Л.* Пектинові детоксиканти / Л. Купчик, М. Картель, Б. Вейсов // Харчова і переробна пром-сть. — 1998. — № 4. — С. 27—28.

³ *Сербіненко В.* Вимоги переробної промисловості до якості сировини / В. Сербіненко // Агробізнес сьогодні. — 2006. — № 11. — С. 25; *Позняковський В. М.* Джеми лечебно-профілактичного назначення / В. М. Позняковський, З. В. Иконникова, А. Н. Австриевских // Пищевая пром-сть. — 2002. — № 11. — С. 30.

компонентного складу харчових сумішей⁴. При створенні рецептур шляхом їх підбору кількість варіантів збільшується зі зростанням числа компонентів. Саме тому для обґрунтування розрахунку рецептур харчових продуктів використовують методи математичного моделювання підбору композиційного складу. Це дає можливість дещо уникнути проведення численних експериментів, що пов'язано з додатковими витратами.

Для визначення оптимальних співвідношень складу компонентів рецептури доцільна оптимізація технології створення композиції, а не кінцевого продукту, оскільки її характеристики якості є керованими на відміну від таких готового продукту⁵. Ось чому при створенні багатокомпонентного продукту необхідно:

- врахувати хімічний склад продукту, який проектується;
- скласти балансові рівняння за хімічним складом;
- встановити обмеження (відповідно до вимог нормативних документів);
- визначити цільову функцію для оптимізації рецептури;
- вирішити задачу в комп'ютерній математичній системі⁶.

З метою підвищення біологічної цінності джемів із вишні шляхом оптимізації рецептур за рахунок додавання пектиновмісної сировини (порічок, агрусу, чорної смородини, яблук) застосовано математичні моделі прогнозування їхнього складу. Отримані розрахунки перевірено експериментальними дослідженнями.

Проектування та розробку математичної моделі здійснено з дотриманням вимог щодо можливості проведення багатоваріантних розрахунків, конкретний вибір яких відбувається з урахуванням технічних, технологічних і організаційно-економічних умов виробництва. У ході розробки програмного забезпечення застосовано принцип

⁴ *Эффективная технология* производства джемов из семечкового сырья / З. А. Троян, Н. Н. Корастилева, Н. В. Юрченко, Л. В. Лычкина // Достижения науки и техники АПК. — 2002. — № 5. — С. 33; *Артемова Е. Н.* Качество желе из ягод красной смородины сорта "Мармеладница" / Е. Н. Артемова, Н. В. Макаркина // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2006. — № 12. — С. 39—40; *Николаева С. В.* Программа оптимизации многокомпонентной рецептурной смеси / С. В. Николаева, И. М. Головин // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2006. — № 12. — С. 68—70; *Володько Ю. И.* Математическое моделирование продуктов на зерновой основе, не требующих варки, для детей раннего возраста / Ю. И. Володько, Н. В. Дремина, С. С. Хованская // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2004. — № 2. — С. 44—46.

⁵ *Богатирьев А. М.* Планування діяльності підприємств в умовах ринку / А. М. Богатирьев, А. І. Бутенко, І. О. Кузнєцова. — Одеса : Автограф, 2006. — 256 с.

⁶ *Николаева С. В.* Решение оптимизационной задачи составления рецептурной смеси при неопределенности целевого критерия / С. В. Николаева // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2006. — № 11. — С. 57—58; *Валентас К. Дж.* Пищевая инженерия / К. Дж. Валентас, Э. Ротштейн, Р. П. Сингх. — СПб. : Профессия, 2004. — 845 с.

постановки "нових задач", за допомогою якого при внесенні змін до початкової інформації оцінюються різні сценарії дій залежно від прогнозованих ситуацій на ринку сировини.

Розрахунки проведено за допомогою програми *MS Excel* із використанням симплексного методу розв'язування задач лінійного програмування⁷.

Для перевірки адекватності розрахунків експериментальні дослідження проведено на кафедрі технології зберігання та переробки плодів і овочів Уманського державного аграрного університету в 2004–2006 рр.

Згідно з вимогами технологічної інструкції⁸, вироблено плоду масу після попередньої підготовки вишні (сортування, миття, видалення камінчика), яку змішано з цукром й уварено. За 5–10 хв до закінчення варіння додано структуроутворююче пюре, для приготування якого порічки, агрус, яблука й чорна смородина проходили сортування та інспекцію, миття у проточній воді, бланшування 3–5 хв при температурі 90–100 °С та протирання через сита з діаметром отворів 1.2 і 1.8 мм. Процес варіння джемів закінчено при вмісті сухих речовин не менше 68 %, після чого розфасовано в тару та простерилізовано за встановленими режимами.

У джемах визначено вміст сухих розчинних речовин рефрактометричним методом⁹, цукрів – фериціанідним¹⁰, кислот – титрометричним¹¹, пектину – Су-пектатним¹². Дегустаційну оцінку проведено за 30-бальною шкалою¹³.

Для визначення рецептурних частин джему розроблено математичну модель типової задачі лінійного програмування. Змінні вели-

⁷ Тележенко Л. М. Проектування соків, збагачених каротиновим концентратом / Л. М. Тележенко, І. В. Деркач, О. І. Дроздов : наук. праці Одеської держ. акад. харч. технологій. — Одеса, 2004. — С. 37–40; Липатов Н. Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью / Н. Н. Липатов // Хранение и переработка сельхозсырья. — 1995. — № 3. — С. 4–7.

⁸ Технологическая инструкция по производству джемов : сб. технол. инструкций по производству консервов. — М. : Ассоциация предприятий плодоовощной промышленности "Консервплодоовощ", 1992. — Т. 2. — Ч. 2. — С. 55–85.

⁹ ГОСТ 28562–90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. — М. : Изд-во стандартов, 1990. — 15 с.

¹⁰ Найченко В. М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів / В. М. Найченко. — К. : Школяр, 2001. — 211 с.

¹¹ ГОСТ 25555.0–82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. — М. : Изд-во стандартов, 1983. — 4 с.

¹² Арасимович А. А. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектолитических ферментов в плодах / А. А. Арасимович, С. В. Балтага, Н. П. Пономарева. — Кишинев, 1970. — 84 с.

¹³ Марх А. Т. Технохимический контроль консервного производства / А. Т. Марх, Т. Ф. Зыкина, В. Н. Голубев. — М. : Агропромиздат, 1989. — 300 с.

чини позначено, %: x_1 – вишня; x_2 – пюре порічкове, смородинове, агрусове чи яблучне; x_3 – цукор. C_1 і C_2 – вміст пектину відповідно у вишні та пюре. За цільову функцію $Z(x)$ узято таке співвідношення між x_1 , x_2 та x_3 , яке максимізує вміст пектину в процентах у готовому продукті, а саме:

$$Z(x) = C_1 x_1 + C_2 x_2 \rightarrow \max. \quad (1)$$

При цьому виконуються такі обмеження.

1. За загальним вмістом компонентів у збагаченому продукті:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 100. \quad (2)$$

2. За вмістом сухих розчинних речовин:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 \geq 68, \quad (3)$$

де a_{11} , a_{12} , a_{13} – частки сухих розчинних речовин відповідно у вишні, пюре та цукрі.

3. За вмістом цукрів:

$$60 \leq a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 \leq 65, \quad (4)$$

де a_{21} , a_{22} – частки загального цукру відповідно у вишні та пюре; a_{23} – частка сахарози.

4. За вмістом кислот:

$$0.9 \leq a_{31} x_1 + a_{32} x_2 \leq 1.1, \quad (5)$$

де a_{31} , a_{32} – частки кислот відповідно у вишні та пюре.

5. За вмістом основного компонента (вишні), а також невід'ємності решти змінних:

$$x_1 \geq 60, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \quad (6)$$

Моделюванням за допомогою комп'ютерних розрахунків встановлено такі рецептурні співвідношення між компонентами, %: для вишнево-порічкового та вишнево-агрусового джемів – $x_1 = 60$, $x_2 = 40$; для вишнево-яблучного – $x_1 = 65$, $x_2 = 35$; для вишнево-смородинового – $x_1 = 75$, $x_2 = 25$. При цьому цільова функція $Z(x) \rightarrow 1$, тобто вміст пектинових речовин у новому продукті – майже 1 %.

Вміст сухих розчинних речовин у джемах становить 68 %, причому значна частина їх припадає на цукри, титрованих кислот – в межах 1 %, пектину – на рівні 0.7–1.0 %. Найкращими органолептичними властивостями відрізнявся джем вишнево-смородиновий, на другому місці – вишнево-агрусовий та вишнево-яблучний. При додаванні структуроутворюючого пюре підвищився вміст пектинових речовин у 1.8–2.8 раза, що поліпшило желеподібну консистенцію джемів (таблиця).

Якість джемів на основі вишневого пюре

Вид джему	Масова частка, %				Органолептична оцінка за 30-баловою шкалою
	сухих розчинних речовин	загальних цукрів	титрованих кислот	пектинових речовин	
Вишневий (контроль)	68.0	62.0	1.00	0.38	24.2
Вишнево-порічковий	68.8	62.4	1.17	1.08	24.7
Вишнево-агрусовий	68.2	62.0	1.00	0.90	25.8
Вишнево-смородиновий	68.7	62.2	1.07	0.70	27.0
Вишнево-яблучний	68.4	62.1	0.90	0.70	25.3
НІР ₀₅	0.5	0.5	0.7	0.5	0.7

Порівняння розрахункових і експериментальних значень показників якості джемів доводить, що запропонований метод є цілком вірогідним і може успішно застосовуватися у виробництві для коректування складу продукції.

Отже, використання математичного моделювання значно спрощує встановлення співвідношень між компонентами, які підвищують харчову цінність і надають джемам високих органолептичних властивостей.

УДК 663.3

**Анастасія ТОКАР,
Валерій МАЗУР**

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ НЕКРІПЛЕНИХ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ ВИНОМАТЕРІАЛІВ

Виробництво та споживання плодово-ягідних вин у деяких країнах Європи є досить значним¹. Україна має великий потенціал

¹ *Анализ рынка вина в России // Виноделие и виноградарство. — 2005. — № 5. — С. 18—19; Проблемы рынка винопродукции Украины // Виноградарство и виноделие. — 2005. — № 1. — С. 37—39; Szczepanik I. Konkurencyjnosc i perspektywy rozwoju sektora winiarskiego w Polsce / I. Szczepanik // Przem. ferment. owoc.-warz. — 2000. — Т. 44. — № 12. — С. 42—44.*

плодових культур для виробництва цієї продукції. Плодово-ягідні вина містять широкий спектр біологічно активних речовин: вітаміни, амінокислоти, органічні кислоти, фенольні, пектинові, мінеральні та інші сполуки.

До складу плодів і ягід входять флавоноли, ізофлаволи, антоціани, проантоціанідини, які мають протизапальні, антивірусні та протиканцерогенні властивості². Аскорбінова кислота виявляє специфічну антирадіаційну дію, позитивно впливає на центральну нервову систему, має антиокиснювальні властивості.

Нічим не кріплене й не ароматизоване есенціями натуральне яблучне вино при помірному вживанні регулює лужну реакцію крові, ліквідує подагричні явища, має сечогінні властивості та покращує діяльність травного тракту³. У XVIII–XIX століттях сотні найменувань ліків виготовлялися на основі плодово-ягідних вин, меду, екстрактів лікарських трав.

У літературі обмежена кількість даних (деякі з них суперечливі) про вміст біологічно-активних речовин у винах, зокрема плодово-ягідних.

Визначено біологічну цінність некріплених плодово-ягідних виноматеріалів. Дослідження проведено протягом 2003–2007 рр. на кафедрі технології зберігання й переробки плодів та овочів і в підсобному господарстві Уманського державного аграрного університету, Уманському вітамінному заводі, в Інституті винограду і вина імені В. Є. Таїрова (м. Одеса), Інституті садівництва УААН (м. Київ).

Для досліджень узято плоди, соки, некріплені виноматеріали з яблук, груш, агрусу, йошти, малини, чорної смородини, шовковиці, бузини. Яблука та груші, які мали низький вміст органічних кислот, перероблено за спеціальною технологією: після отримання соків пресуванням їх концентровано випаровуванням. Виноматеріали вироблено із натуральних та уварених соків. Перед виготовленням виноматеріалів соки з ягід агрусу, чорної смородини, малини та йошти розведено водою для нормалізації за титрованою кислотністю. Усі зразки вироблено у лабораторних умовах і підсобному господарстві. Об'ємна частка етилового спирту у виноматеріалах становила 12.97–17.40 %.

² Гудковський В. А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения / В. А. Гудковський // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2001. — № 4. — С. 13–19; Иванова Т. Н. Плодоовощные нектары – сырье для приготовления молочных напитков / Т. Н. Иванова, О. В. Мартынова, Е. А. Зайцева // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2007. — № 4. — С. 63–64.

³ Вино из яблук // Сад, виноград і вино України. — 2002. — № 11–12. — С. 62.

Масову концентрацію фенольних і барвних речовин визначено фотоелектроколориметром⁴, вміст β -каротину – за ГОСТ 8756.22⁵, аскорбінової кислоти – йодометричним методом⁶, вітаміну В₁ – флюорометричним⁷.

За вмістом біологічно активних речовин у виноматеріалах урожаю 2003 р. (табл. 1) вирізнявся зразок із ягід чорної бузини. Фенольних сполук у ньому було дещо більше, ніж у вишневому, і у 2.8 та 2.0 раза більше, ніж у яблучному та грушевому відповідно. Виноматеріал із ягід чорної бузини мав інтенсивне темне забарвлення, що підтверджується визначенням масової частки барвних речовин. Вона була у 80 разів більша порівняно з грушевим і яблучним і в 4.5 раза – з вишневим виноматеріалом.

Таблиця 1

Біологічно активні речовини некріплених плодово-ягідних виноматеріалів урожаю 2003 р.

Виноматеріал	Масова частка, мг на 100 г			
	фенольних сполук	барвних речовин	аскорбінової кислоти	вітаміну В ₁
Грушевий	48.0	1.06	15.0	0.05
Яблучний	33.8	1.06	9.8	0.03
Вишневий	91.0	18.9	32.8	0.03
Чорнобузиновий	96.2	84.5	53.6	0.02
<i>НІР₀₅</i>	36.0	2.4	39.0	0.01

Істотні та вірогідні різниці вмісту аскорбінової кислоти визначено у виноматеріалах: у чорнобузиновому він у 1.6 раза перевищує вишневий, у 3.6 раза – грушевий і у 5.5 раза – яблучний. Проте виноматеріал із ягід чорної бузини містив найменше вітаміну В₁.

У табл. 2 наведено вміст вітаміну С у сировині й виноматеріалах залежно від культури та року врожаю.

Вміст аскорбінової кислоти у соках із груш істотно відрізнявся залежно від технології первинної обробки. Під час уварювання грушевий натуральний сік сконцентровано удвічі й частина термолабільного вітаміну С зруйнувалася, однак його вміст був у 1.5 раза вищим, ніж у натуральному, саме за рахунок концентрації сухих

⁴ *Методы* теххимического контроля в виноделии / под ред. В. Г. Гержиковой. — Симферополь : Таврида, 2002. — 260 с.

⁵ ГОСТ 8756.22–80. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина. — М. : Изд-во стандартов, 1987. — 6 с.

⁶ *Плешков Б. П.* Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. — М. : Колос, 1976. — 254 с.

⁷ *Марх А. Т.* Теххимический контроль консервного производства / А. Т. Марх, Т. Ф. Зыкина, В. Н. Голубев. — М. : Агропромиздат, 1989. — 304 с.

речовин. При виготовленні некріплених виноматеріалів із грушевого соку визначено втрати аскорбінової кислоти: з натурального – 28 %, з увареного – 32 %.

Таблиця 2

**Вміст аскорбінової кислоти у плодах, соках
і некріплених виноматеріалах**

Вихідна сировина	Рік урожаю	Масова частка аскорбінової кислоти, мг на 100 г	
		у вихідній сировині	у виноматеріалах
Сік натуральний з груш сорту <i>Глек</i>	2006	12.2	8.8
Сік уварений з груш сорту <i>Глек</i>	2006	18.0	12.3
<i>НІР₀₅</i>		1.4	31
Сік натуральний з вишень сорту <i>Анадольська</i>	2003	36.0	26.0
	2004	37.8	28.2
	2005	35.2	26.2
	2006	31.9	24.4
<i>НІР₀₅</i>		21	31
Сік нормалізований за кислотністю із плодів агрусу сорту <i>Красень</i>	2005	26.6	22.0
	2006	29.8	24.0
<i>НІР₀₅</i>		12	18
Плоди чорної бузини	2004	49.3	24.8
	2005	54.0	16.0
	2006	33.0	18.0
	2007	46.0	23.0
<i>НІР₀₅</i>		44	48
Сік із чорної шовковиці	2004	55.0	35.2
	2005	41.0	28.2
	2006	43.0	29.4
<i>НІР₀₅</i>		26	46

На вміст аскорбінової кислоти у соках із вишень сорту *Анадольська* впливали кліматичні умови року, що підтверджується результатами дисперсійного аналізу. Найбагатшими на аскорбінову кислоту були соки, вироблені з вишень урожаю 2004 р., що позначилося на вітамінності виноматеріалу. Втрати вітаміну С при виготовленні некріплених виноматеріалів із вишні становили 24–28 %.

Плоди агрусу сорту *Красень* за вмістом аскорбінової кислоти майже не відрізнялися у роки досліджень: 55 проти 56 мг на 100 г. Під час вироблення соку та за рахунок додавання води з метою нормалізації за титрованою кислотністю зниження вмісту вітаміну С залежно від року врожаю було відповідно 52 і 47 %. Подальше

зменшення аскорбінової кислоти при виготовленні некріплених виноматеріалів із нормалізованих соків дорівнювало 17–20 %. По відношенню до свіжих плодів збереження аскорбінової кислоти у виноматеріалах з агрусу становило 40–43 %.

Кліматичні умови року врожаю також певною мірою впливали на С-вітамінність плодів чорної бузини та соків із чорної шовковиці. Значні коливання щодо збереженості аскорбінової кислоти (30–55 %) відмічено під час вироблення некріплених виноматеріалів із плодів чорної бузини. При виготовленні виноматеріалів із чорної шовковиці ці коливання були незначними (31–36 %), оскільки останні зрівнюються із соками, а не з плодами.

Отже, вміст аскорбінової кислоти у некріплених виноматеріалах залежав від виду й сорту сировини, кліматичних умов року та особливостей технології.

За результатами досліджень 2005 р. визначено вплив раси дріжджів на вміст аскорбінової кислоти у некріплених вишневих виноматеріалах. При зброджуванні сула із застосуванням раси *Сидорова 101* вміст аскорбінової кислоти становив 29.0 мг на 100 г; *Чорносмородинова 19* – 26.4; *Яблучна 7* – 26.8; *Москва 30* і *Вишнева 33* – 27.8; *Уманська 8/16* – 23.8; *Агрусова* – 21.5 мг на 100 г ($HIP_{05} = 25$).

Вміст біологічно активних речовин у некріплених виноматеріалах, виготовлених у виробничих умовах із плодів і ягід урожаю 2006 р., наведено в табл. 3.

Таблиця 3

**Біологічно активні речовини
плодово-ягідних виноматеріалів**

Виноматеріал	Масова частка, мг на 100 г			
	фенольних сполук	барвних речовин	аскорбінової кислоти	β-каротину
Яблучний із сорту <i>Гала</i>	12.5	0.53	8.6	1.14
Яблучний із сорту <i>Флорина</i>	17.5	0.52	8.9	0.99
Яблучний із сорту <i>Джонаголд</i>	75.0	0.42	6.8	1.02
Грушевий	35.0	0.42	11.0	–
Грушевий із увареного соку	137.5	2.64	18.0	1.04
Вишневий	170.0	5.28	29.0	1.09
Чорносмородиновий	112.5	3.70	36.1	1.19
Малиновий	65.0	10.04	18.0	1.16
Йоштовий	84.0	2.64	16.2	–
Агрусовий	43.5	1.06	14.0	–
Шовковичний	209.0	20.82	29.4	–
Чорнобузиновий	370.0	22.72	59.2	1.17
HIP_{05}	29.0	2.5	20.0	0.13

Результати досліджень свідчать, що вміст визначених біологічно активних речовин залежить від виду сировини. Так, фенольних речовин найбільше міститься у виноматеріалах із ягід чорної бузини, шовковиці, вишень і чорної смородини. Вплив помологічного сорту на цей показник наочно простежується на прикладі яблук, з яких готували виноматеріали. Змінення технології приготування соку з груш також відобразалося на підвищенні фенольних сполук.

За масовою концентрацією барвних речовин яблучні виноматеріали істотно не відрізнялися. Різниця менша за HIP_{05} дорівнювала 2.5. Сума барвних речовин була найбільшою у чорнобузиновому, шовковичному та малиновому виноматеріалах.

Порівнюючи за вмістом аскорбінової кислоти виноматеріали 2006 р., вироблені у лабораторних умовах, з аналогічними на виробництві, можна констатувати, що залежність від цього чинника різна: майже однаковий вміст вітаміну С визначено у некріплених виноматеріалах із шовковиці, вишень і груш. Однак велика різниця зафіксована при виготовленні виноматеріалу з агрусу (у виробничих умовах вміст аскорбінової кислоти був майже вдвічі нижчий) і бузини, де, навпаки, вітаміну С було утричі більше в тих же умовах. Це ще раз доводить, що на збереженість аскорбінової кислоти під час вироблення некріплених виноматеріалів впливає переважно помологічний сорт сировини та технологія.

Грушевий виноматеріал, виготовлений з увареного соку, істотно переважав контрольний за вмістом біологічно активних речовин, що зумовлено їхнім концентруванням.

Зниження вмісту біологічно активних сполук у чорносмородиновому, малиновому, йоштовому і агрусовому виноматеріалах пояснюється розведенням водою натуральних соків із метою нормалізації за титрованою кислотністю.

Таким чином, біологічна цінність некріплених плодово-ягідних виноматеріалів залежить від виду й помологічного сорту сировини, кліматичних умов року врожаю, особливості технології та раси дріжджів. Виноматеріали з ягід чорної бузини та плодів шовковиці, багаті на поліфеноли, барвні сполуки й аскорбінову кислоту, можуть використовуватися для купажування. Застосування концентрування соків при виготовленні яблучних та грушевих некріплених виноматеріалів забезпечує зниження витрат цукру та органічних кислот і одночасно підвищення біологічної цінності напоїв. Купажування некріплених чорносмородинових, йоштових, малинових, агрусових, яблучних і грушевих виноматеріалів, вироблених за спеціальною технологією, забезпечить одержання натуральних плодово-ягідних вин підвищеної біологічної цінності.

Наталія РЯБЧЕНКО

АСОРТИМЕНТ І ЯКІСТЬ М'ЯКИХ РОЗСІЛЬНИХ СИРІВ НА РИНКУ УКРАЇНИ

Асортимент сирів на вітчизняному ринку за останні роки значно розширився. Особливо швидко зростає попит населення на м'які розсільні сири.

Фізіологічна норма сиру для людини становить 6.6 кг на рік, а його фактичне споживання – 2.5 кг¹. Обсяг виробництва сичужних сирів на одного мешканця країни становить 4.6 кг. Частка його йде на експорт, деяка кількість сиру імпортується². Все це говорить про недостатнє насичення ринку сичужними сирами, в тому числі й м'якими розсільними.

Молочна промисловість України за радянських часів була зосереджена на виробництві масла вершкового. Ґрунтовні дослідження щодо твердих сирів проводилися у Росії Я. С. Зайковським і К. К. Горбатовою³, а по розсільним – З. Х. Діланяном понад 40 років назад⁴. Останні досліді щодо хімії і фізики сирів проведені Г. В. Твердохліб і Р. І. Раманаускасом⁵. На сьогодні вітчизняні вчені приділяють увагу переважно плавленим сирам, що пояснюється економічним чинником.

Дані про виробництво різних груп сичужних сирів в Україні з 2003 р. характеризуються щорічним зростанням обсягів на 24–39 % (за винятком 2006 р., який був кризовим для молочної промисловості України). Цей ріст відбувається переважно за рахунок твердих сирів, а виробництво м'яких і розсільних (частка останніх становить в середньому 2 %) змінюється нерівномірно (*табл. 1*)⁶.

¹ Рудавська Г. Молочні та яєчні товари / Г. Рудавська, Є. Тищенко. — К. : Книга, 2004. — С. 134; Рудавська Г. Проблеми виробництва молочних товарів в Україні / Г. Рудавська // Товари і ринки. — 2006. — № 1. — С. 51—59.

² Статистичний щорічник України за 2006 рік. — К. : Вид-во "Консультант", 2007. — С. 123.

³ Зайковський Я. С. Химия и физика молока и молочных продуктов / Я. С. Зайковський. — М. : Пищепромиздат, 1950. — 371 с.; Горбатова К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб. : ГИОРД, 2001. — 320 с.

⁴ Діланян З. Рассольные сыры / З. Діланян, М. Волкова. — М. : Пищепромиздат, 1957. — 171 с.

⁵ Твердохліб Г. Химия и физика молока и молочных продуктов / Г. Твердохліб, Р. Раманаускас. — М. : ДеЛиПринт, 2006. — 360 с.

⁶ Статистичний щорічник України за 2006 рік ... С. 122—124.

Таблиця 1

Обсяги виробництва сичужного сиру в Україні

Група сичужного сиру	2003		2004		2005		2006		2007	
	тис. т	%	тис. т	%	тис. т	%	тис. т	%	тис. т	%
Разом	140.2	100	179.2	100	221.8	100	166.2	100	230.5	100
у т. ч. :										
твердий	134.0	95.6	174.0	97.1	216.0	97.4	161	96.8	223.9	97.1
м'який	2.2	1.6	1.8	1.0	1.8	0.8	1.8	1.1	2.5	1.1
розсільний	4.0	2.8	3.4	1.9	4.0	1.8	3.4	2.1	4.1	1.8

Сири характеризуються високою харчовою цінністю, оскільки всі поживні та біологічно активні речовини молока містяться в них у концентрованому вигляді. Сир – найкраще джерело кальцію, якого в ньому в 10 разів більше, ніж в молоці. Значна частина кальцію зв'язана з білковими речовинами й легко засвоюється. Завдяки своїй високій біологічній цінності сир входить до складу всіх раціонів лікувального та дієтичного харчування. Його споживання запобігає накопиченню радіоактивного стронцію в кістках організму людини.

У сироробній промисловості України спостерігаються тенденції, які з точки зору гігієни харчування позитивно впливають на формування асортименту сирів:

- зростання обсягів виробництва продукції з низьким вмістом жиру або з модифікованою жирною фазою, що уможливило підвищення частки ненасичених жирних кислот;
- зниження вмісту кухонної солі;
- зручне для споживачів пакування продукції.

Із розсільних сирів популярним зокрема стає сир *Фета*, який за технологією близький до бринзи, однак відрізняється за смаком і консистенцією. Його батьківщина – Греція. Це один із найдавніших сирів у світі. Він відноситься до так званих "білих сирів", які дуже популярні в країнах Балканського півострова й Близького Сходу. Останнім часом виробництво сиру типу *Фета* в деяких країнах Європи, зокрема в Данії, суттєво збільшилося.

Традиційний грецький сир *Фета* під цією назвою може виробляти й продавати тільки Греція. Таку ухвалу прийняв Європейський суд справедливості (ЄСС) у Люксембурзі в жовтні 2005 р. і заборонив називати *Фетою* аналогічний сир, який виготовляється в Німеччині, Франції, Великій Британії та Данії. Так закінчилася боротьба Греції за визнання *Фети* продуктом "контрольованого найменування за походженням", яка продовжувалася з 90-х років минулого століття. Сир *Фета* отримав статус *Protected Designation of*

Origin (PDO – продукти харчування, які виробляються в певній географічній місцевості з використанням певної технології)⁷.

Слово "фета" (грец. *φέτα*) італійського походження (італ. *fetta* – "скибка"). Класична *Feta* виготовляється з овечого молока (інколи з додаванням 5–10 % козиного) без застосування консервантів і барвників.

Із *Fетою* споріднені деякі сири, вироблені в балканському й карпатському регіонах: болгарський *сирене*, турецький *бейаз пейнір*, румунська та українська *бринза*; іранський *лігван*, ліванський *набульсі*.

Останнім часом із коров'ячого молока, а також із концентрату молока, отриманого методом ультрафільтрації, розроблена технологія сирів типу *Feta* (*Акаві, Доміати, Галлоумі тощо*). Масове виробництво такого сиру значно поширено в Голландії⁸.

Бринза – найпопулярніший вид сиру в Карпатах, який не відноситься до розсільних сирів, бо не дозріває і не зберігається в розсолі. Цей вид бринзи зазвичай виготовлявся населенням у домашніх умовах заквашенням молока клягом – спеціальним саморобним сичуговим ферментом. Сир формували самопресуванням, витримували 5–6 днів на полицях, розміщених над вогнищем, для дозрівання і копчення. Після перетирання сіллю сир закладали в дерев'яні бочки й зберігали у прохолодному місці. З часом бринза набувала пікантної гіркуватості. В Україні, в Закарпатті, вже п'ять років поспіль, щоосені проводиться фестиваль-ярмарок "Гуцульська бриндзя".

Греція займає невелику частку європейського ринку розсільних сирів, а домінують на ньому Данія та Німеччина. Самі греки споживають майже 100 тис. т сиру *Feta* на рік, експортують усього 40–50 тис. т.

Міжнародне річне споживання розсільних сирів досягає 650–700 тис. т. Ринок сиру типу *Feta* оцінюється в 1 млн євро. Переважна кількість його експортується до США й Австралії, де живуть мільйони етнічних греків, а також до країн Євросоюзу⁹.

На сьогоднішній день у світі не існує єдиної і визнаної класифікації сирів, що спричинює певні труднощі при дослідженні представництва асортименту цього продукту на ринку. Саме тому в різних країнах виготовляються сири однакових найменувань, але за різною технологією, і, навпаки, найменування відрізняються, а технологія ідентична.

⁷ Скотт Р. Производство сыра: научные основы и технологии / Р. Скотт, Р. К. Робинсон, Р. А. Уилби. — СПб. : Профессия, 2005. — С. 416—418; Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А. В. Гудков. — М. : ДеЛиПринт, 2004. — 804 с.

⁸ Дыры в сыре // Food & Drinks. — 2007. — № 6. — С. 66—75.

⁹ Петухова Е. Сырный дефицит молочного происхождения / Е. Петухова // Мое дело. — 2008. — № 1. — С. 50—58.

В Україні за товарознавчою класифікацією натуральні сичужні сири поділяють на п'ять груп: тверді, напівтверді, м'які, розсільні, сири з овечого молока¹⁰.

Досліджено представництво асортименту м'яких розсільних сирів, які реалізуються в торговельній мережі м. Києва. Лівову частку цього сегменту ринку становить імпортна продукція. Сири виробляють на молочній жировій основі та на молочно-рослинній жировій суміші. Імпортні розсільні сири типу *Фета* за жирністю бувають 40, 45, 50 % сухої речовини. Їх пакують без розсолу, з розсалом або у рослинній олії з додаванням оливок і спецій у споживчу тару масою 0.15 і 0.2 (нарізані кубиками) та 0.5 і 1 кг. Для пакування застосовуються скляні банки, полімерні пакети ("тетра брік асептік"), поліпропіленові контейнери. Сир масою 5 кг може пакуватися у металеві контейнери.

Основні країни-імпортери сирів типу *Фета* – Німеччина, Данія, Франція.

У роздрібній торговельній мережі переважно представлена продукція компаній *Арла Фудз* (Данія) та *Кезерай Шампіньон Хофмайстер* (Німеччина). *Арла Фудз* – один із найбільших європейських молочних концернів – створено у 2000 р. шведською компанією *Arla* і датською *MD Foods*. Він має виробничі й торгові представництва у 30 країнах світу і є найбільшим у Данії, Швеції та Великій Британії. *Кезерай Шампіньон Хофмайстер* виробляє сир під ТМ *Фімакі*. Асортимент компанії представлено розсільним сиrom типу *Фета* в розсолі та в рослинній олії з оливками чи зеленню.

Присутня також на українському ринку продукція фірм *Prèsident* (Франція) і *Nordex Food* (Данія). Франція є добре відомим виробником сиру типу *Фета*, випускає цілу серію таких сирів із козиного молока. Найбільш розповсюджені – *Фета шевретин* і *Фета салакіс*. Виробник *Nordex Food* поставляє в Україну сир *Доміати "Акадія"*, який виробляється за оригінальним рецептом *Єгипетської Фети*. Назва сиру походить від міста *Domiaty*, де сир виготовляють протягом декількох століть.

Традиційний сир *Фета* ТМ *Додоні* імпортується в Україну з Греції. На відміну від грецької *Фети* датські та німецькі сири типу *Фета* виробляють із коров'ячого молока, однак за смаком вони досить схожі.

Асортимент українських виробників розсільних сирів включає як бринзу в розсолі ТМ *Старая слобода*, так і бринзу в олії зі спеціями ТМ *НАК* (разом із Болгарією). У 2004 р. компанія *Мілкленд-Україна* – один із найбільших українських виробників – на базі Сумського молочного заводу розпочала виробництво сиру типу *Фета* в рослинній олії з оливками та сумішшю спецій – *Фітта*.

¹⁰ Рудавська Г. ... С. 133—185.

Переважна кількість бринзи, яка виготовляється українськими виробниками, випускається в полімерній плівці без розсолу, що знижує її смакові властивості й термін зберігання.

На базі експериментального цеху Українсько-німецького молочного центру створена й відпрацьована технологія розсільного сиру типу *Фета* різної жирності (50, 55 і 60 %), затверджено ТУ У 15.5–33804635–001:2006 Сир розсільний "фета". Проте така назва, як було зазначено вище, не є коректною. За формою він може бути у вигляді прямокутного бруска з квадратною основою, розрізаний по діагоналі, або окремих кубиків чи низьких циліндрів. Сир пакується масою з розсолом 0.5–3.0 кг (для сиру у вигляді бруска) та 0.1–0.2 кг (для нарізаного сиру)¹¹.

Транспортування і зберігання розсільного сиру (при температурі 2–6 °С) в герметичній тарі становить 3–12 міс., що залежить від виду тари. Розсільний сир, виготовлений із сирого молока з метою гарантування його безпечності, повинен дозрівати не менше 60 діб, а із пастеризованого молока – 20 діб. В Україні розсільні сири виготовляють переважно із пастеризованого молока. Упакований в розсолі під вакуумом сир зберігається до 12 міс., в олії – залежно від виду тари від 4 до 6 міс.¹².

Проведено порівняльну органолептичну оцінку за розробленою 5-бальною шкалою (*табл. 2*) м'яких розсільних сирів різних торгових марок, які реалізуються у м. Києві.

Комплексним методом¹³ розраховано рівень якості продукції з визначенням коефіцієнтів вагомості методом переваг: смак і запах – 0.45; консистенція – 0.25; колір – 0.15; упакування – 0.15. Установлено такі градації при рівні якості: 1.0–0.90 – відмінна якість (за смак і запах оцінка має бути не нижче 4.5 бала); 0.89–0.80 – добра (за смак і запах – не нижче 4.0 бала); 0.79–0.70 – задовільна (за смак і запах – не нижче 3.0 бала); нижче 0.70 – незадовільна.

На формування запаху розсільного сиру суттєво впливають мікробіологічний і хімічний склад молока, технологія, видовий склад мікроорганізмів закваски, кількість і якість сичугового ферменту, температура, тривалість дозрівання. Смак сиру зумовлюють органічні леткі й нелеткі кислоти, спирти, ефіри, поліпептиди, амінокислоти та інші речовини. Білок і жир, які становлять основу сиру, також впливають на його смак.

¹¹ *Ножечка Г. М.* Особливості технології розсільного сиру *Фета* / Г. М. Ножечка // Молочна пром-сть. — 2006. — № 8 (33). — С. 50—51.

¹² *Колесникова С. С.* Мягкие и рассольные сыры / С. С. Колесникова // Молочное дело. — 2006. — № 10. — С. 38—39.

¹³ *Колесник А.* Теоретические основы товароведения продовольственных товаров / А. Колесник, Л. Елизарова. — М. : Экономика, 1990. — 287 с.

Шкала бальної оцінки розсільних сирів типу *Фета*

Показник	Оцінка, балів			
	5	4	3	2 і 1
Смак і запах	Чисті, кисломолочні, без сторонніх присмаків і запахів	Добрий смак, слабо виражений аромат	Занадто солоний смак, слабо виражений аромат	Незадовільний смак, наявність сторонніх присмаків і запахів (кормовий, затхлий, гіркий)
Консистенція	В міру щільна, злегка ламка, але не крихка; тісто ніжне	Злегка щільна, не крихка	Крихка, дуже щільна	Груба, пухка, крихка
Колір	Від білого до жовтуватого, однорідний по всій масі	Від білого до жовтуватого, однорідний	Однорідний, із поодинокими краплями іншого кольору	Нерівномірний по всій масі
Упаковка та маркування	Легко відкривається, сир не деформується під час відкриття; відповідне маркування	Легко відкривається; сир не деформується; відповідне маркування	Задовільна, сир злегка деформується під час відкриття; відповідне маркування	Незадовільна, сир значно деформується під час відкриття; неповне маркування

Результати дослідження якості м'яких розсільних сирів різних торгових марок за органолептичними показниками наведено в *табл. 3*.

Найвищі оцінки за всіма показниками отримав зразок бринзи ТМ *Старая слобода*. Сир *Фета* ТМ *Додоні* також відрізнявся високими оцінками, особливо за кольором і упаковкою. Смак його був менш виразним, а консистенція твердішою й крихкішою порівняно з попереднім зразком. Упаковку сиру типу *Фета* ТМ *Анетіна* та *Фітакі* оцінено на 4.0 бала, оскільки під час її відкриття продукт дещо деформувався, що знижувало його якість. Зразок сиру типу *Фета шевретин* приєднався до групи сирів, які за рівнем мають відмінну якість, зайнявши мінімально допустимі позиції: 4.5 бала за смак і запах та 0.90 – за рівнем якості.

Органолептична оцінка та рівень якості м'яких розсільних сирів

Вид (назва) сиру	Торгова марка	Країна- виробник	Дегустаційна оцінка за 5-бальною шкалою					Рівень якості
			Смак і запах	Консистенція	Колір тіста	Упаковка й маркування	Середня оцінка	
<i>Фета</i>	<i>Додоні</i>	Греція	4.6	4.5	5.0	5.0	4.8	0.94
Сир типу <i>Фета</i>	<i>Апетіна</i>	Данія	5.0	4.8	4.8	4.0	4.7	0.95
– " –	<i>Фітакі</i>	Німеччина	4.7	4.9	4.6	4.0	4.6	0.93
– " –	<i>Фітакі (з оливками)</i>	– " –	4.4	4.3	4.5	5.0	4.6	0.90
– " –	<i>Фітакі (із зеленню)</i>	– " –	4.4	4.3	4.3	5.0	4.5	0.89
– " – (<i>Фітта</i>)	<i>Добряна</i>	Україна	4.2	3.9	4.6	5.0	4.4	0.86
– " – (<i>шевртин</i>)	<i>Президент</i>	Франція	4.5	4.5	4.8	4.3	4.5	0.90
Бринза в олії	<i>НАК</i>	Україна	3.9	4.1	4.0	5.0	4.3	0.83
Бринза в розсолі	<i>Старая слобода</i>	– " –	4.9	5.0	4.8	5.0	4.9	0.99

Сир типу *Фета* в олії з оливками ТМ *Фітакі* теж міг би отримати рівень відмінної якості, однак за основний показник – смак і запах – мав оцінки нижче 4.5 бала, тому віднесений до доброї якості, як і аналогічний сир в олії із зеленню та зразок ТМ *Добряна*.

Найнижчу оцінку за смак і запах отримала бринза в олії ТМ *НАК* від вітчизняного виробника, яка характеризувалася дегустаторами як продукт зі стороннім присмаком. При досить високому рівні якості останній факт не дозволив цьому зразку піднятися вище задовільної межі.

Таким чином, характеризуючи ситуацію на вітчизняному ринку, можна зробити висновок, що в Україні розсільні сири представлено переважно імпортною продукцією. Їхня якість в основному відмінна й добра. Для розширення асортименту вітчизняних м'яких розсільних сирів необхідно проведення наукових досліджень щодо використання нетрадиційної для сироробної галузі сировини та впровадження системи управління якістю продукції на шляху для задоволення фізіологічної норми населення України в цьому продукті.

УДК 639.42

**Тетяна ЛЕБСЬКА,
Інна КУРБАТОВА****ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАРЧОВОЇ
ТА БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ МІДІЙ
РІЗНИХ МОРІВ**

Харчова й біологічна цінність мідій *Mytilus edulis* L. є предметом наукових досліджень в усьому світі протягом багатьох років. Підвищений інтерес до цього моллюску в наш час зумовлено, з одного боку, простотою та дешевизною культивування, з іншого – можливістю отримання із м'яса й створок мідій широкого асортименту харчових продуктів: варено-морожених і консервованих мідій; різних сирів і пасти з додаванням фаршу з мідій; концентратів біологічно активних речовин – гідролізатів і "морського кальцію"¹.

Дослідженням харчової та біологічної цінності м'яса мідій присвячено багато робіт². Відомо, що умови вирощування мають

¹ Лагунов Л. Л. Технология продуктов из беспозвоночных / Л. Л. Лагунов, Н. И. Рехина. — М. : Пищевая пром-сть, 1967. — 126 с.; *Пищевой продукт из мидий для лечебно-профилактических целей* / Л. Л. Лагунов, Н. И. Рехина, М. В. Новикова и др. // Технология рыбных продуктов : сб. науч. тр. ВНИРО. — М., 1997. — С. 87—93; *Бабенко Л. А. Пищевая ценность мяса мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. естественных и искусственных популяций* / Л. А. Бабенко, К. И. Бабушкина // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах : сб. Зоологического ин-та АН СССР. — Л., 1979. — С. 14—15; *Бабенко Л. А. Биохимический состав мяса мидий искусственных и естественных популяций* / Л. А. Бабенко, К. И. Бабушкина // Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ. — М., 1981. — С. 12—14. — (Серия "Обработка рыбы и морепродуктов" ; Вып. 3).

² *Бабенко Л. А. ... С. 14—15; Бабенко Л. А. ... С. 12—14; Ромашина Е. А. Липиды и жирные кислоты съедобной мидии, выращиваемой в заливе Восток Японского моря* / Е. А. Ромашина, Н. В. Жукова, В. П. Шеина // Биология моря. — 1987. — № 3. — С. 14—17; *Лебская Т. К. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей* / Т. К. Лебская, Ю. Ф. Двинин, Л. Л. Константинова и др. — Мурманск : изд-во ПИПРО, 1998. — 150 с.; *Новикова М. В. Разработка технологии получения биологически активных добавок из гидробионтов и отходов их разделки* : автореф. дис. на соискание степени докт. техн. наук / М. В. Новикова. — М., 2003. — 50 с.; *Терентьев В. А. Изучение возможности получения кислотного гидролизата из мелких беломорских мидий марикультуры* / В. А. Терентьев // Новые белковые продукты на основе гидробионтов : сб. науч. тр. ВНИРО. — М., 1989. — С. 150—156; *Федоров А. Ф. Продукционные возможности мидии (*Mytilus edulis* L.) в марикультуре Мурмана* / А. Ф. Федоров. — Апатиты : изд-во Мурманского морского биологического ин-та, 1987. — 103 с.

суттєвий вплив на швидкість росту мідій і, відповідно, показники харчової та біологічної цінності. Однак щодо мідій, то ці дані мають розрізнений характер.

У роботі проведено порівняльний аналіз літературних даних і результатів власних досліджень хімічного складу та біохімічних властивостей мідій, що культивуються у Чорному, Білому, Баренцовому і Японському морях.

Об'єкт дослідження – мідії *Mytilus edulis* L. що мешкають у Білому морі.

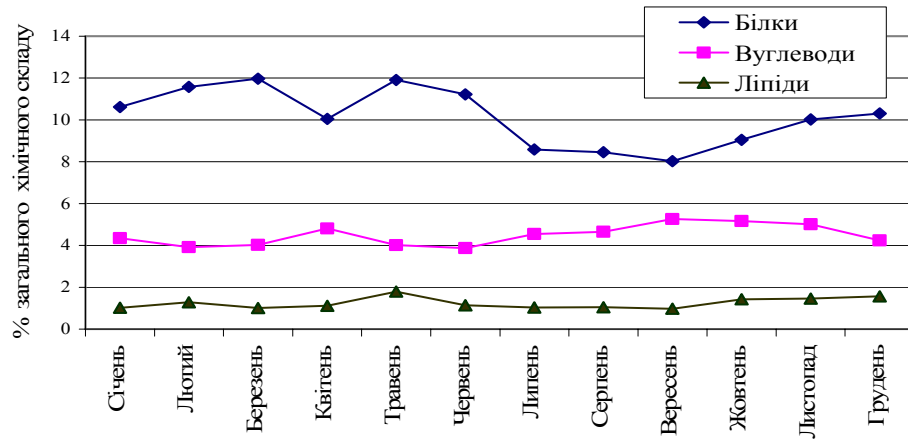
Хімічний склад різних частин тіла молюсків визначено стандартними методами на обладнанні фірми *Текатор* (Швеція); жирнокислотний склад ліпідів – на газорідному хроматографі *C-180* фірми *Ynaco* (Японія); вміст жиророзчинних вітамінів – методом нормальнофазної вискоефективної рідинної хроматографії на хроматомаспектрометрі *LCMS-QI 8000* фірми *Shimadzu* (Японія); амінокислотний склад – двомірною тонкошаровою хроматографією (ТШХ) із кількісним визначенням амінокислот на приладі *CS-9000* фірми *Shimadzu* (Японія) за допомогою стандартів фірми *Sigma* (США).

Хімічний склад і біохімічні властивості м'яких частин тіла молюсків визначено річним життєвим циклом, який поділяється на чотири періоди: весняний (репродуктивний), літній (статевого спокою), осінній (репродуктивний) і період зимівлі.

У мідій Білого та Чорного морів весняний репродуктивний період (квітень – червень) характеризується процесами гаметогенезу та викидами статевих продуктів, інтенсивним лінійним ростом і високим рівнем метаболізму. Під час весняного дозрівання з підвищенням температури води та масовим розвитком фітопланктону спостерігається інтенсивний синтез білка, що пов'язано з ростом і диференціюванням генеративної тканини. Обидва процеси співпадають за часом, про що свідчать результати наукових досліджень по збільшенню масової частки м'яких частин тіла у період перед нерестом, а також піки біосинтезу білка у біломорських мідій у березні – травні (рисунки)³.

Період статевого спокою (липень – жовтень) у біломорських мідій характеризується значним зниженням інтенсивності білкового синтезу. Це пов'язано з відсутністю у них у літні місяці процесів гаметогенезу та з різким уповільненням лінійного росту. У цей час відбувається активне накопичення енергетичних запасів у формі вуглеводів, вміст яких у середині жовтня досягає максимальних величин усього річного циклу. Таким чином, динаміка показників хімічного складу мідій зумовлена їхнім репродуктивним циклом і є типовою для молюсків, які мешкають у різних морях.

³ Горомосова С. А. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий / С. А. Горомосова, А. З. Шапиро. — М. : Легкая пром-сть, 1984. — 120 с.; Лебская Т. К. ... 150 с.



Хімічний склад мідій марикультури Білого моря протягом річного циклу

Порівняльні дані хімічного складу мідій із природних умов і марикультури різних морів подано в табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад м'яких тканин мідій природних популяцій і марикультури

Умови життя мідій, море	Вміст, % загального хімічного складу					Калорійність, ккал/г	Джерело ⁴
	вологи	білка	ліпідів	вуглеводів	золи		
Природні популяції							
Баренцове	87.70	8.27	0.60	1.70	1.67	45.28	Лагунов Л. Л.
Біле	80.30	11.80	1.65	4.52	1.07	80.13	Лебская Т. К.
"_"	78.50	13.59	2.30	3.76	1.85	90.10	Новикова М. В.
Чорне	78.40	13.56	2.67	3.65	1.72	92.87	Федоров А. Ф.
"_"	78.50	13.59	2.30	3.64	1.85	89.62	Терентьев В. А.
Марикультура							
Баренцове	81.90	9.82	0.89	6.14	1.25	71.85	Федоров А. Ф.
Біле	75.30	12.00	4.64	6.29	1.75	114.80	Лебская Т. К.
"_"	77.20	15.61	2.39	2.96	1.84	95.79	Новикова М. В.
Чорне	77.50	15.36	2.32	2.98	1.84	94.14	"_"
"_"	77.20	18.00	2.39	0.96	1.44	97.35	Терентьев В. А.

В умовах марикультури Чорного моря м'ясо мідій характеризується вищим вмістом білка порівняно з такою Білого, Баренцового морів і моллюсків їхніх природних популяцій. Висока температура води

⁴ Лагунов Л. Л. ... 126 с.; Лебская Т. К. ... 150 с.; Терентьев В. А. ... С. 150—156; Федоров А. Ф. ... 103 с.; Новикова М. В. Разработка технологии получения биологически активных добавок из гидробионтов и отходов их разделки : автореф. дис. на соискание науч. степени докт. техн. наук. / М. В. Новикова. — М., 2003. — 50 с.

Чорного моря створює сприятливіші умови для біосинтезу білка в м'яких тканинах моллюсків. Енергетична цінність біломорських мідій марикультури значно вища за марикультуру і природну популяцію інших морів. Їхня висока калорійність зумовлена значним рівнем вуглеводів і ліпідів на фоні середнього вмісту білка (див. *табл. 1*).

Відомо, що мідії, які існують у морях із високим вмістом солі, мають вищу біологічну цінність порівняно з такими з опріснених районів за рахунок широкого розмаїття та кількісного вмісту у воді вторинних метаболітів, які є переважно фізіологічно активними сполуками⁵.

Одним із значних показників біологічної цінності білка є його амінокислотний склад, порівняльний аналіз якого показав, що за всіх умов вирощування білок м'яких частин тіла мідій вміщує всі незамінні амінокислоти, але їхня кількість не завжди відповідає ідеальному білку (*табл. 2*). Кращою біологічною цінністю характеризується білок мідій марикультури Чорного моря, оскільки відрізняється відповідним або перевищуючим рівнем незамінних амінокислот в ідеальному білку. Друге місце за цим показником посідає білок мідій марикультури Білого моря, на третьому – білок мідій Чорного моря природних популяцій.

Таблиця 2

Амінокислотний склад білка м'яких тканин мідій Білого та Чорного морів, мг/г білка⁶

Незамінні амінокислоти	Марикультура				Природна популяція мідій Чорного моря (за Бабенко)	Ідеальний білок
	Білого моря		Чорного моря			
	за Терентьевим	за Новиковою	за Терентьевим	за Новиковою		
Валін	4.00	2.97	8.06	2.92	3.10	5.0
Ізолейцин	3.00	2.71	7.66	2.52	2.40	4.0
Лейцин	9.08	4.45	14.83	4.07	3.10	8.0
Лізин	9.01	4.85	14.20	4.67	5.80	7.3
Метіонін+ цистин	5.00	2.44	9.30	2.82	5.80	3.5
Треонін	5.00	3.17	11.83	3.26	5.40	4.0
Триптофан	1.01	1.00	2.27	1.01	1.00	1.0
Фенілаланін+ тирозин	5.00	5.33	16.81	5.67	12.01	11.8
Разом	41.10	26.92	84.96	26.93	38.61	44.60

⁵ Стоник В. А. Морские физиологически активные вещества / В. А. Стоник // Вестник ДВО РАН. — 1999. — № 4. — С. 25—33.

⁶ Терентьев В. А. ... С. 150—156; Новикова М. В. ... 50 с.; Бабенко Л. А. ... С. 12—14.

Біологічна ефективність ліпідів м'яса мідій зумовлена їхнім жирно-кислотним складом (табл. 3).

Таблиця 3

Порівняльна характеристика складу жирних кислот ліпідів м'яких тканин мідій різних умов культивування, % суми жирних кислот ⁷

Жирні кислоти	Умови культивування		
	Чорне море (за Терентьєвим)	Біле море (за Лебською)	Японське море (за Ромашиною)
Насичені, у т. ч.:	12.6	8.4	25.5
14:0	–	–	2.5
15:0	–	–	0.7
16:0	6.4	3.4	16.6
17:0	–	–	1.3
18:0	2.9	2.3	4.4
20:0	3.3	2.7	–
Мононенасичені, у т. ч.:	12.9	6.8	16.9
16:1	–	–	5.7
18:1	9.6	4.1	4.5
20:1	3.3	2.7	6.7
Поліненасичені, у т. ч.:	55.8	57.2	57.6
18:2 (n-6)	8.2	4.1	2.0
20:2 (5, 11); (5, 13)	–	3.5	6.1
20:2 (n-6)	9.8	4.3	0.9
18:3 (n-3)	5.6	2.7	1.4
18:4 (n-3)	–	1.5	2.0
20:3 (n-6)	6.0	4.3	0.6
20:4 (n-6)	6.2	5.1	6.1
20:5 (n-3)	–	7.2	13.6
22:2 (7, 13); (7, 15)	–	4.7	5.5
22:3 (n-6)	–	1.5	1.7
22:6 (n-3)	20.0	25.3	17.7
Не ідентифіковані	11.6	2.9	–

До життєво необхідних жирних кислот належать лінолева (18:2), ліноленова (18:3) та арахідонова (20:4) кислоти ⁸. Індивідуальна й сумарна кількість кислот 18:2 і 18:3 в ліпідах чорноморських мідій майже в два рази більше, ніж в ліпідах мідій марікультури Білого та Японського морів. У той же час вміст кислот 20:4 практично однаковий в ліпідах усіх мідій, а вміст докозагексаєнової кислоти (22:6), яка визначає рідинно-кристалічний стан мембран клітин і

⁷ Терентьєв В. А. ... С. 150—156; Лебская Т. К. ... 150 с.; Ромашина Е. А. ... С. 14—17.

⁸ Покровский А. А. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи / А. А. Покровский. — М. : Медицина. — 1979. — 184 с.; Пилат Т. П. Биологически активные добавки к пище: теория, производство, применение / Т. П. Пилат, А. А. Иванов. — М. : Авваллон, 2002. — 710 с.

приймає участь у біосинтезі простагландинів, що відповідно регулює обмінні процеси, в ліпідах біломорських мідій вищий порівняно з моллюсками інших районів мешкання.

Аналіз отриманих результатів за складом жирних кислот з даними інших авторів для моллюсків роду *Mytilus* – *Mytilus edulis* L. із північно-західної частини Атлантичного океану і Японського моря, *M. galloprovincialis* із Адриатичного моря і *M. platensis* із південно-американських вод свідчить про домінування жирних кислот 16:1; 20:5; 22:6⁹. Однак мідії Білого та Японського морів більш близькі за якісним і кількісним складом жирних кислот і відрізняються від мідій інших морів високим рівнем вищих полієнових кислот.

Таким чином, мідії природних популяцій і марикультури різних морів суттєво відрізняються за хімічним складом і вмістом біологічно активних сполук. Найбільшою енергетичною цінністю та біологічною ефективністю ліпідів характеризуються мідії марикультури Білого моря. Біологічна цінність білка мідій марикультури Чорного моря суттєво перевищує таку моллюсків інших умов мешкання.

УДК 641.8:641.52

**Анжеліка МЕДВЕДЄВА,
Оксана ДЗЮНДЗЯ**

ВИКОРИСТАННЯ СУБТРОПІЧНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЯХ САМБУКІВ

Постійне погіршення екологічної ситуації у світі зумовило зростання популярності продуктів оздоровчої дії, адже харчування в сучасних умовах є одним із важелів розв'язання такої проблеми. Від нього залежить фізичний, імунологічний стан людини, її дієздатність і здоров'я. Вирішенням цього питання також є попередження потрапляння шкідливих компонентів їжі до організму людини та прискорення їх виведення з нього.

Для досягнення оптимального стану здоров'я, людині потрібне надходження з їжею всіх необхідних харчових речовин у відповідній кількості та в певному співвідношенні. Зокрема фрукти – це джерело цукрів, вітамінів, мінералів тощо. Перспективними для України є субтропічні плоди, серед яких хурма за останні 30 років стала звичною культурою для садів Криму (Євпаторії, Феодосії, Севастополя), Херсонської області та Ізмаїлу.

⁹ Ромашина Е. А. ... С. 14—17.

Хурма (лат. – *diaspyros*) перекладається як "їжа богів". За харчовими та смаковими властивостями серед субтропічних плодкових культур вона займає друге місце після цитрусових. Хімічний склад хурми та продуктів її переробки вказує на можливість задоволення добової потреби організму в мікро- та макроелементах, особливо в йоді. За рівнем поживних речовин вона не поступається таким фруктам, як інжир і виноград. У її складі превалює глюкоза й фруктоза, що має велике значення для хворих на порок серця. Організм використовує цукри хурми для харчування серцевого м'яза, при цьому рівень глюкози в крові не досягає піка, як це буває у випадку з рафінованим цукром.

Хурма містить вітаміни С, Р та інші, значну кількість антиоксидантів, які здатні боротися з вільними радикалами, що руйнують структури клітин в організмі людини. У ній удвічі більше харчових волокон і корисних мінеральних речовин, ніж у яблуках. Вона насичена калієм, йодом, магнієм, фосфором і залізом.

Оранжевий колір м'якоті цього плоду свідчить про наявність великої кількості β -каротину, якого в ній у 40 разів більше, ніж у яблуках. Він поліпшує зір і перешкоджає передчасному старінню. За вмістом β -каротину хурма майже не поступається таким визнаним джерелам цієї речовини, як томати, листяний салат, гарбуз, солодкий перець¹.

Хурма широко використовується як сировина для виробництва пюре та сухофруктів.

Науковцями кафедри технології і організації ресторанного господарства КНТЕУ та Інституту технічної теплофізики НАН України розроблено порошок харчовий з хурми (ТУ У 15.3–05417118–37:2007), який може застосовуватися в різних галузях харчової промисловості: у виробництві концентратів, хлібобулочних, молочних, безалкогольних продуктів, кондитерських виробів і кулінарних страв, для реалізації в торговельній мережі у фасованому вигляді, а також у закладах ресторанного господарства.

Запропоновано використання хурми в технологіях солодких страв і соусів, оскільки ця група кулінарної продукції є найменше вивченою. Проведення попередніх дослідів довело доцільність застосування цієї сировини як у натуральному вигляді, так і в порошковому.

Дослідження властивостей порошку з хурми показало, що чим більша його дисперсність, тим краще він відновлюється. За рахунок значної кількості пектиновмісних сполук порошок з хурми можна використовувати як загусник, піноутворювач, емульгатор і стабілізатор

¹ Химический состав пищевых продуктов: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. А. А. Покровского. — М. : Пищевая пром-сть, 1976. — С. 76—79.

харчових систем, що зумовлено будовою молекули пектину. Здатність пектинових речовин до зниження поверхневого натягу підвищує їхню піноутворювальну спроможність.

Завдяки пектину у плівках піни відбувається драглеутворення, і вони стають міцнішими. Підтверджується це тим, що збитий відновлений порошок має щільнішу за пюре зі свіжої хурми структуру. Дослідами доведено – хурма має желуючі властивості: при додаванні до яблучного 33 % пюре зі свіжої хурми (або 3.3 % порошку з неї) та подальшому збиванні дослідні зразки мали кращий зовнішній вигляд і смакові властивості, ніж контроль (яблучне пюре). При додаванні ж більшої кількості субтропічної сировини спостерігалось зменшення об'єму маси.

Хурма та продукти її переробки мають значний вміст цукрів: 10.4–13.2 % – у свіжій хурмі й майже 49 % – у порошку. Проте на відміну від інших видів плодів вміст сахарози коливається від 0 до 1.1 %. Солодкий смак надають глюкоза (6.6 %) та фруктоза (9.2 %) ².

Для заміни цукру в традиційних стравах використовуються фруктоза та глюкоза. Оскільки солодкість фруктози порівняно до цукрози становить 1.2–1.5, а глюкози – 0.6–0.7, то перевагу має фруктоза ³.

Мета роботи – дослідження впливу фруктози на якість солодких страв і доцільність використання її як цукрозамінника.

Спочатку досліджено вплив фруктози й сахарози на збитість білка (рисунок) у таких варіантах:

- збитий білок (контроль);
- білок:сахароза – 1:1;
- білок:фруктоза – 1:1;
- білок:фруктоза – 1:3.

Контрольний та дослідні варіанти збито при одній швидкості протягом однакового часового проміжку. Під час експерименту визначено:

$$\beta = (V_n + V_p) / V_p,$$

де β – кратність піни – відношення об'єму піни до об'єму розчину, з якого вона утворилася;

V_n – об'єм піни;

V_p – об'єм розчину.

$$B_n^{30} = (V_n^{30} / V_n) \cdot 100,$$

де B_n^{30} – стійкість піни, % – відношення об'єму піни після 30 хв вистоювання до початкового об'єму.

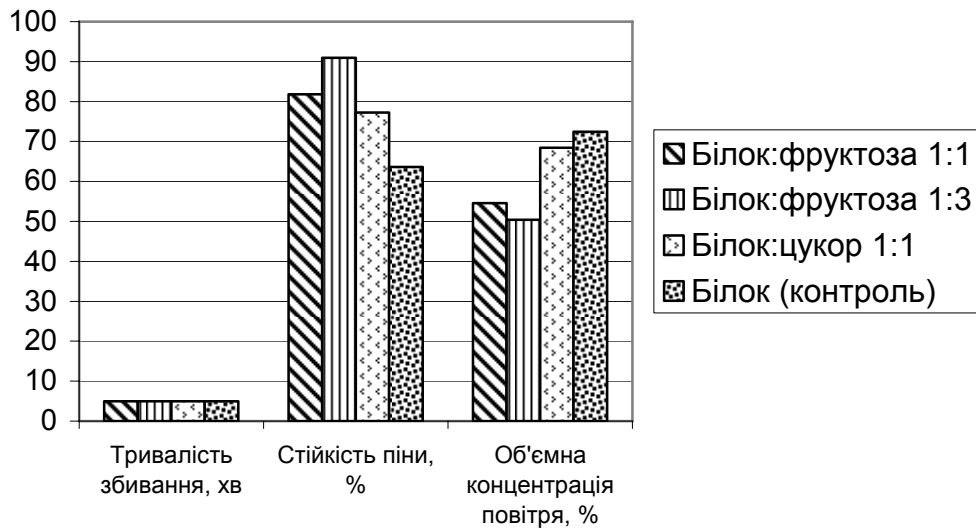
² Волков В. Хлебное дерево – хурма / В. Волков, Н. Волкова // Сад, виноград і вино України. — 2004. — № 1—2. — С. 44—45.

³ Омаров М. Д. Фейхоа, киви, хурма / М. Д. Омаров // Пищевая пром-сть. — 2003. — № 10. — С. 16—18.

$$V_{mn} = [(V_{об} - m/d) / V_{об}] \cdot 100,$$

де V_{mn} – об'ємна концентрація повітря в піні, %;
 $V_{об}$ – об'єм посудини з піною;
 m – маса піни;
 d – густина піни.

Візуально визначено час повного руйнування піни.



Вплив цукрів на стійкість піни

Із рисунку видно, що при однаковій тривалості збивання та різних концентраціях підсолоджувачів найкращі показники піни виявлено під час збивання білка з фруктозою. Це дає змогу отримувати стійкішу структуру піни, зменшити кількість цукру під час приготування солодких страв і навіть замінити його на фруктозу. Зниження об'ємної концентрації повітряної фази пояснюється властивостями піни, у структурі якої газ перебуває під постійним тиском, обернено пропорційно розмірам пухирців. Саме тому під час зберігання відбувається перерозподіл пухирців у піні: внаслідок дифузії газу через прошарки рідини пухирці з малим радіусом зникають, а великі збільшуються. Рідина, що міститься у стінках пухирців, під дією сил седиментації витікає, стінки пухирців тоншають і руйнуються.

Досліджено хімічний склад готових солодких страв – самбуків. Як прототип використано самбук абрикосовий, дослідні зразки – самбук зі свіжої хурми та з порошку хурми з додаванням сахарози й фруктози. Приготування самбуків проведено за традиційною технологією. Додатково введено технологічну операцію з відновлення порошку хурми (15 хв при температурі 60–70 °С).

Самбук, вироблений із порошку хурми за розробленою рецептурою (табл. 1), за органолептичними показниками якості не поступався ні прототипу, ні самбуку зі свіжої сировини.

Таблиця 1

Рецептурний склад самбуків

Сировина	Кількість сировини (нетто), г				
	Прототип, самбук абрикосовий	Самбук із пюре свіжої хурми із сахарозою	Самбук із порошку хурми із сахарозою	Самбук із пюре свіжої хурми із фруктозою	Самбук із порошку хурми із фруктозою
Пюре абрикосове	500	–	–	–	–
Пюре зі свіжої хурми	–	500	–	500	–
Вода для желатину	285	285	285	285	285
Ячний білок	48	48	48	48	48
Кислота лимонна	1	1	–	1	–
Порошок хурми	–	–	50	–	50
Вода для відновлення порошку з хурми	–	–	480	–	480
Цукор	200	150	100	–	–
Желатин	15	15	15	15	15
Фруктоза	–	–	–	100	65
Вихід	1000	1000	1000	1000	1000

Експериментально доведено доцільність заміни сахарози на фруктозу (табл. 2). Зберігання самбуку протягом 6 год не знизило якості готової страви. Висока стійкість системи пояснюється використанням желатину для створення структури. Желатин фіксує рідину в просторовому каркасі піни, що практично припиняє міграцію газу й рідини у пінних системах і перешкоджає їхньому руйнуванню.

Таблиця 2

Хімічний склад самбуків

Показник	Самбук із сахарозою		Самбук із фруктозою		різниця, %
	із пюре свіжої хурми	із порошку хурми	із пюре свіжої хурми	із порошку хурми	
Білки, г	2.10	2.15	2.12	2.20	3.77
Жири, г	0.53	0.53	0.54	0.54	0
Вуглеводи, г	14.29	12.02	9.17	7.22	-21.26
Зола, г	0.38	0.31	0.39	0.33	-15.38
Натрій, мг	13.74	8.76	13.84	17.16	23.99
Калій, мг	88.92	26.85	89.12	96.65	8.45
Кальцій, мг	67.18	28.09	67.42	70.09	3.96
Магній, мг	24.74	7.32	24.85	27.22	9.54
Фосфор, мг	24.67	13.23	24.76	33.03	33.40
Залізо, мг	1.26	0.43	1.44	1.53	6.25
Енергетична цінність, ккал	70.33	108.14	50.02	42.54	-14.95

Результати досліджень вказують на зменшення вмісту вуглеводів у дослідних варіантах порівняно з контролем приблизно на 21 %, збільшення кількості мінеральних речовин: фосфору – на 33, натрію – на 24, магнію – на 9.5 %. Енергетична цінність готової страви знизилася на 15 %.

Отже, розроблені технології та рецептури самбуків уможливають отримання солодких страв зі зниженою енергетичною та підвищеною біологічною цінністю. Пропонується використання порошку з хурми у технологіях солодких страв із частковою або повною заміною цукру, передбаченого рецептурою. Страви, створені з використанням порошку з хурми рекомендуються для вживання людям, які страждають на ожиріння. Це сприятиме поліпшенню здоров'я населення України та розширенню асортименту продукції профілактичного призначення.

УДК 642.5:641.5

Олег ГРИГОРЕНКО

ОЦІНКА РАЦІОНІВ ХАРЧУВАННЯ УЧНІВ У ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ УКРАЇНИ

За оцінками експертів ВООЗ, здоров'я людини на 50 % залежить від соціально-економічних умов і способу життя.

Організація якісного харчування визнана одним із найважливіших чинників, який забезпечує нормальний розвиток, сприяє збереженню здоров'я людини, відтворює її сили протягом робочої доби.

У складних економічних умовах розвитку проблема забезпечення населення якісним і повноцінним харчуванням в Україні стала досить гострою. Останнім часом простежується порушення структури харчування різних категорій населення: дефіцит продуктів тваринного походження – молока, м'яса, риби, яєць; свіжої рослинної їжі – фруктів, овочів та інших рослин; надлишок тваринних жирів, хлібобулочних і борошняних виробів.

Нераціональне, розбалансоване, полідефіцитне харчування дітей і підлітків в Україні зумовлює так званий "прихований голод" за рахунок дефіциту в раціонах вітамінів, особливо антиоксидантного ряду (А, Е, С), макро- та мікроелементів (йоду, заліза, кальцію, фтору, селену). Згідно з результатами досліджень О. Беляєва, В. Кульчицької, І. Сливинської та інших,¹ спостерігається уповільнення фізичного та

¹ *Беляєв О. А.* Фактичне харчування дітей-школярів за період 1990–1997 років / *О. А. Беляєв* // Медичні перспективи. — 1999. — Т. 1, № 3, ч. 1. — С. 92—94; *Кульчицкая В. П.* Школьное питание – дефицит всех пищевых веществ и энергии / *В. П. Кульчицкая, И. А. Сливинская, П. М. Карповец* // Проблемы питания и здоровья. — 1997. — № 1. — С. 13—15.

психічного розвитку підлітків, погіршення загального стану їхнього здоров'я тощо.

Мета дослідження – вивчення і аналіз якості раціонів харчування учнів професійно-технічних навчальних закладів (ПТНЗ) України за місцем навчання та розробка рекомендацій щодо їх поліпшення. Об'єкт досліджень – обіди, які надавалися учням ПТНЗ № 3 і № 25 м. Києва, оскільки сніданок і вечерю підлітки отримували вдома.

Нині в Україні під час складання раціонів харчування увага приділяється насамперед задоволенню енергетичних потреб організму (калорійності), а потім – наповненості раціонів необхідною за фізіологічними нормами споживання кількістю вітамінів і мінеральних речовин. Це пояснюється наступними причинами:

- низький рівень життя не дає змоги повністю наповнити споживчий кошик пересічного громадянина необхідними овочами та фруктами, які є основним джерелом вітамінів і мікроелементів. Водночас брак державної підтримки не дає можливості керівникам ПТНЗ забезпечувати учнів (навіть сиріт) повноцінним харчуванням за місцем навчання;

- збільшення у раціонах харчування рафінованих, висококалорійних, консервованих і продуктів тривалого зберігання, що призводить до зменшення споживання біологічно активних речовин;

- складність оцінювання відповідності якості раціонів харчування встановленим фізіологічним нормам споживання як у кількісному, так і в якісному вимірах.

Оцінювання обідніх раціонів учнів ПТНЗ проведено комплексно, що виражається єдиною оцінкою за 5-бальною шкалою. Чим більше значення досліджуваного показника наближається до рекомендованого (ідеального) його вмісту в раціоні, тим більше його оцінка наближається до максимальної за прийнятою шкалою, а оцінки всіх показників ідеального раціону (вміст білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів) мають найвищу – 5 балів. Узагальнений показник якості ($V_{ня}$) обіду учнів ПТНЗ визначено у декілька етапів.

1. Розробка ієрархічної структури якості обіднього раціону (рис. 1). При цьому найнижчий рівень в ієрархічній структурі займають одиничні показники якості цього виду продукції або процесу (m_i). Вони визначають окремі показники якості харчової цінності, вітамінного та мінерального складу обіднього раціону.

2. Розрахунок групових показників якості за формулою:

$$G_j = \sum_{i=1}^i m_i \frac{D_i}{D_{em i}} \cdot B_{\max}, \quad (1)$$

де D_i – абсолютне значення i -го одиничного показника якості досліджуваного обіднього раціону;

$D_{em i}$ – абсолютне значення i -го одиничного показника якості еталонного обіднього раціону. У випадку, коли одиничний показник досліджуваного обіднього раціону більше аналогічного показника еталонного раціону ($D_i > D_{em i}$), до розрахунку приймається обернене співвідношення цього показника: $\frac{D_{em i}}{D_i}$;

m_i – коефіцієнт вагомості відповідного i -го одиничного показника;

B_{max} – максимальна балова оцінка.

3. Визначення узагальненого показника якості, який чисельно характеризує якість цього обіднього раціону й розраховується за формулою:

$$Y_{ня} = \sum_{j=1}^J m_j G_j, \quad j = \overline{1,3}, \quad (2)$$

де m_j – коефіцієнт вагомості відповідного групового показника: $m_1 = 0.4$; $m_2 = 0.3$; $m_3 = 0.3$ – відповідно групові коефіцієнти вагомості показника харчової цінності, вітамінного та мінерального складу.

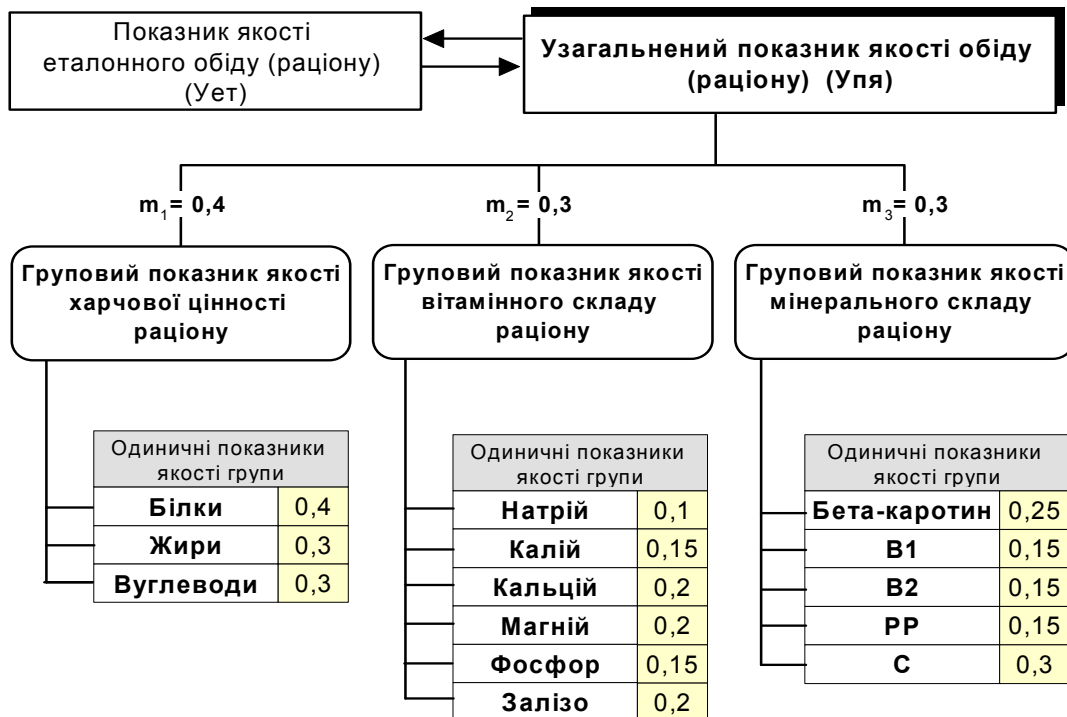


Рис. 1. Ієрархічна структура якості обіду (раціону)

Аналіз якості харчування учнів ПТНЗ проведено порівнянням фактичного хімічного складу обідів із рекомендованим (еталонним) для учнів навчальних закладів віком від 14 до 17 років відповідно до наказу МОЗ України². Згідно з останнім, на обід учні ПТНЗ мають отримувати 35–40 % добової потреби основних харчових речовин. За узагальненими середніми результатами дослідження протягом тижня встановлено, що обіди містять 77.7, 57.2 і 69.8 % білків, жирів і вуглеводів відповідно до рекомендованих норм (таблиця), а клітковини – лише 23.9 % норми.

Установлено недостатність вітамінів В₂ та РР в обідньому раціоні учнів ПТНЗ: 58 і 82 % норми. Вміст інших вітамінів був майже в межах норми.

Також відмічено недостатню кількість кальцію і магнію у стравах: 36.5 і 96 % відповідно, що викликає особливе занепокоєння, оскільки для організму підлітків необхідне повноцінне надходження цих елементів у пропорції 1 : 1. Фактичне співвідношення Са : Mg в обіді становило 0.32 : 1. Не дотримана фізіологічна норма й щодо співвідношення фосфор : кальцій – рекомендовано 1 : 1.5, а реально – 1 : 0.35.

Таблиця

Оцінка якості обідів учнів ПТНЗ за основними харчовими речовинами, % рекомендованої норми споживання

День тижня	Білки	Жири	Вуглеводи
ПТНЗ № 25			
1-й	78.3	26.8	61.4
2-й	76.7	30.5	83.8
3-й	70.4	58.3	63.9
4-й	58.3	36.5	63.8
5-й	117.9	95.4	65.9
<i>Середнє значення</i>	80.32	49.5	67.76
ПТНЗ № 3			
1-й	82.6	96.1	88.1
2-й	66.7	24.5	58.0
3-й	61.4	67.9	66.2
4-й	64.5	69.2	68.9
5-й	100.3	66.3	78.1
<i>Середнє значення</i>	75.1	64.8	71.86
Узагальнене середнє значення	77.7	57.2	69.8

² Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії: Наказ МОЗ України № 272 від 18.11.99 р. — К. : Офіційний вісник України, 1999. — С. 340—343.

Співвідношення між основними речовинами хімічного складу обідів становить у середньому 1 : 0.64 : 4.64 (білки : жири : вуглеводи) при рекомендованому для учнів 14–17 років – 1 : 0.9 : 4.6.

Коливання оцінок якості обідів учнів ПТНЗ за днями тижня досить значне: за енергетичною цінністю від 2.5 до 4.2, за вітамінним складом від 1.7 до 3.3 бала. За мінеральним складом якість обідів була майже на одному, проте задовільному рівні: від 3.2 до 3.8 бала. Загальна оцінка якості обідів коливається в межах 2.6–3.7 бала.

Отже, обіди у закладах ресторанного господарства при ПТНЗ не забезпечують фізіологічних потреб учнівської молоді віком від 14 до 17 років як в основних інгредієнтах, так і вітамінах та мінеральних елементах (рис. 2).

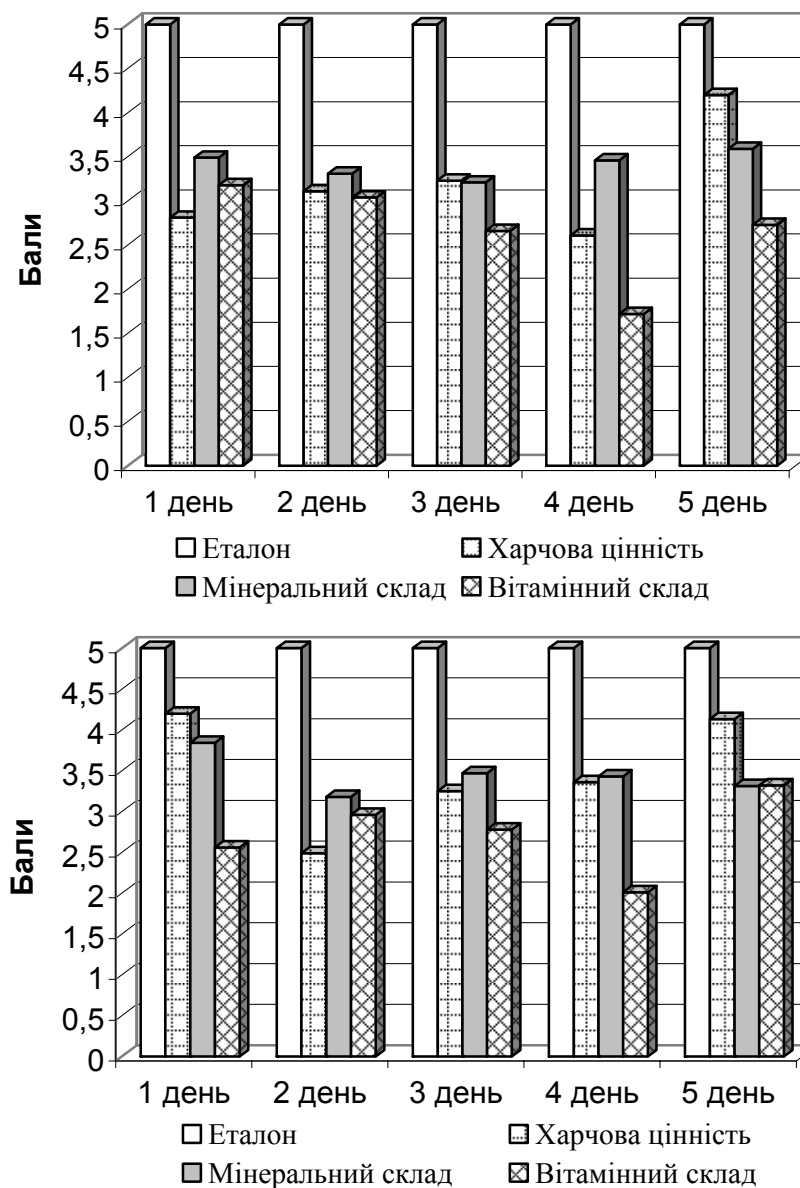


Рис. 2. Комплексна оцінка якості обідів учнів ПТНЗ № 25 і 3 м. Києва

Таким чином, якість обідів учнів за узагальненим показником перебуває на рівні трохи вище задовільного: в ПТНЗ № 25 – 3.27 бала, в ПТНЗ № 3 – 3.10 бала. Недостатньому споживанню мікронутрієнтів сприяє монотонізація раціону, тобто зведення до вузького стандартного набору окремих основних груп продуктів харчування, а також збільшення вживання рафінованих і консервованих продуктів із низьким вмістом вітамінів і мінеральних речовин.

Запропонована методика комплексної оцінки дає змогу швидко й точно оцінити харчову цінність раціону харчування за узагальненим показником якості.

Для поліпшення якості харчування дітей у навчальних закладах України при складанні раціонів необхідно враховувати як енергетичну цінність, так і збалансованість окремих компонентів їжі, а також вміст вітамінів і мінеральних елементів. Доцільно застосовувати методи математичного моделювання при розробці та оцінюванні раціонів харчування, а також проводити з дітьми роз'яснювальну роботу щодо здорового способу життя й основ теорії раціонального харчування.