

УДК 635.62:66.022.38:64.8.037.5

**Р.Ю. Павлюк**, д-р техн. наук  
**В.В. Погарська**, канд. техн. наук  
**А.С. Маціпура**, асп.  
**Т.С. Маціпура**, студ.  
**Н.О. Черноморд**, студ.

## **КРІОГЕННЕ ЗАМОРОЖУВАННЯ ПІД ЧАС ОТРИМАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КАРОТИНОЇДНИХ ДОБАВОК З ГАРБУЗА**

*Розроблено нові заморожені функціональні каротиноїдні добавки з гарбуза з використанням процесів криогенного заморожування, механоактивації та механодеструкції. Досліджено вплив цих процесів на зберігання каротиноїдів та інших БАР гарбуза під час отримання настоподібних добавок, оцінено якість у процесі виготовлення, зберігання та створення каротиноїдних оздоровчих напоїв з їх використанням.*

*Разработаны новые замороженные функциональные каротиноидные добавки из тыквы с использованием процессов криогенного замораживания, механоактивации и механодеструкции. Исследовано влияние этих процессов на хранение каротиноидов и других БАВ тыквы при получении пастообразных добавок, оценено качество в процессе изготовления, хранения и создания каротиноидных оздоровительных напитков с их использованием.*

*The new frozen functional carotenoid additions are developed from a pumpkin with the use of processes of the cryogenic freezing mechanoactivation and mechanodestruction. Influences of these processes is investigational on storage of carotenoid and others of pumpkin BAR at reception slurred additions, an estimation of quality in the course of manufacturing, storage and creation of carotenoid health drinks with their using.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** У даний час у всьому світі має місце погіршення екологічної ситуації, що зумовило значне зростання популярності продуктів профілактичної дії, так званих функціональних продуктів, особливо для підвищення імунітету організму людини та зміцнення здоров'я. Найбільш активні розробки ведуться в напрямку інтенсифікації та удосконалення технологічних процесів виробництва овочевих продуктів, а також збільшення їх харчової та біологічної цінності. У теперішній час одним з найбільш прогресивних способів переробки та консервування рослинної сировини в міжнародній практиці є заморожування. Низькі температури забезпечують найбільш повне зберігання вітамінів та інших БАР. Із існуючих холодоагентів, придатних для заморожування, цьому найбільшою мі-

рою відповідає рідкий азот, позитивними якостями якого є низька температура кипіння, хімічна та біологічна інертність та ін. Заморожування плодів та овочів з використанням криогенних рідин – рідкого азоту, вуглекислоти – називають криогенним заморожуванням. Однак літературних даних щодо впливу рідкого та газоподібного азоту на якість добавок із рослинних вітаміноносіїв дуже мало, вони носять суперечливий характер. У зв'язку з цим розробка криогенної технології заморожених добавок із каротиномісних овочів високої якості з високим вмістом каротиноїдів, вітамінів та інших біологічно активних речовин (БАР) і їх використання для збагачення продуктів з метою корекції імунітету та зміцнення здоров'я є актуальною проблемою.

На сьогодні відсутні криогенні технології заморожування пастоподібних добавок з гарбуза.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Гарбуз є натуральним вітамінним носієм (відрізняється високим вмістом  $\beta$ -каротину, вітаміну С, низькомолекулярних фенольних сполук), має унікальний хімічний склад і різносторонню лікувально-профілактичну дію. Він багатий різноманітними фізіологічними і фармакологічними біологічно активними речовинами. Найбільшою цінністю гарбуза є  $\beta$ -каротин та інші каротиноїди, що зміцнюють імунітет, зумовлюють нормальний ріст і стійкість організму до простудних захворювань, мають протионкологічну і антиоксидантну дії та є радіопротекторами. Але на сьогодні плоди гарбуза в Україні не знайшли широкого застосування в консервній промисловості. З нього виробляють у незначній кількості напої, соки, варення, пюре, добавки у формі порошків. Відсутні також науково обґрунтовані технології для їх виробництва. Не вивчені також основні біохімічні та фізико-хімічні процеси під час їх виробництва. У зв'язку з цим, актуальною є розробка технології криогенного заморожування пастоподібних добавок із гарбуза та каротиноїдних оздоровчих напоїв з їх використанням.

**Мета і завдання статті.** Мета роботи – виявлення закономірностей впливу традиційного заморожування (до температури  $-18^{\circ}\text{C}$ ) та швидкого з використанням рідкого азоту (до температури  $-35\dots-40^{\circ}\text{C}$ ) на вміст каротину, аскорбінової кислоти.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У ХДУХТ розроблено нову технологію заморожених функціональних каротиноїдних добавок із гарбуза з використанням процесів криогенного заморожування, механоактивації та механодеструкції.

Показано, що під час заморожування гарбуза як з повільними, так і з високими швидкостями заморожування, відбувається кількісне збільшення масової частки каротиноїдів (в 2...2,5 рази) порівняно з їх

вмістом у вихідній (свіжій) сировині. Паралельно збільшується масова частка каротиноїдів, що знаходяться у водорозчинній формі. Встановлено, що під час заморожування гарбуза до  $-18^{\circ}\text{C}$  вміст вітаміну С зменшився на 47,46...53,97% до вихідного; вміст дубильних речовин склав 52,20...94,55% до вихідного (рис. 1).

Результати впливу процесів криогенного заморожування та механічного подрібнення, яке супроводжується процесами механодеструкції та механоактивації на біополімери і БАР, отримані хімічними методами досліджень, були підтверджені під час вивчення ІЧ-спектрів зразків гарбуза.

У результаті проведених досліджень, встановлено, що ІЧ-спектри замороженої пасти з гарбуза (рис. 2) під впливом дрібнодисперсного подрібнення мають порівняно зі спектрами вихідного, більш структурований вигляд, що свідчить про більш упорядковану будову молекул порівняно з будовою молекул у пасти з гарбуза при крупному подрібненні. Спектральний аналіз показав, що під час заморожування та дрібнодисперсного подрібнення гарбуза спостерігаються значні зміни валентних коливань ОН-груп, які знаходяться у вільному стані та беруть участь у створенні внутрішніх і міжмолекулярних водневих зв'язків.

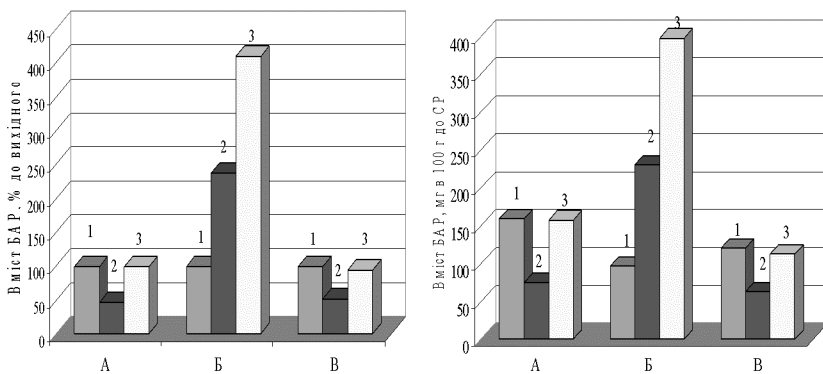
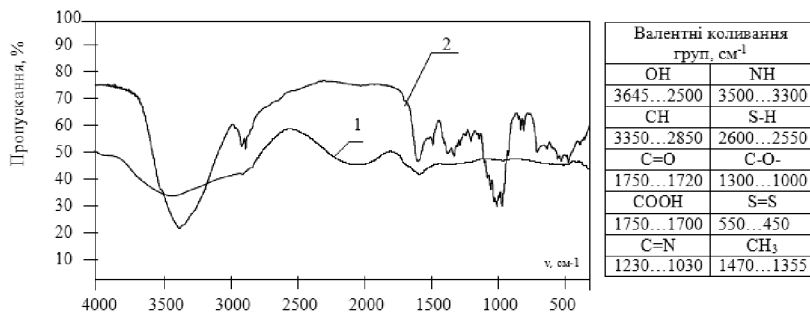


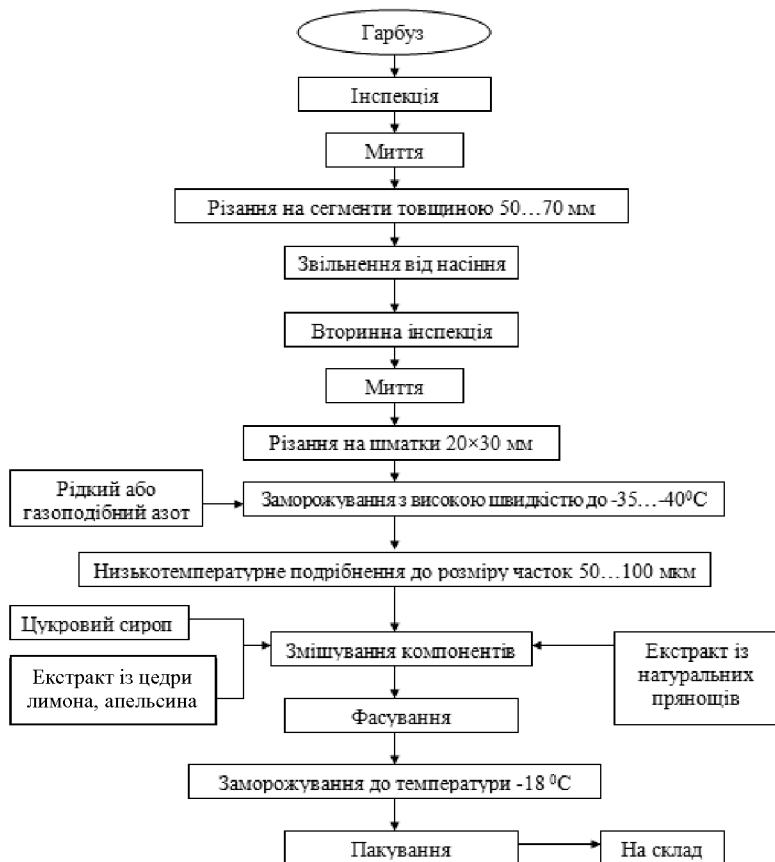
Рисунок 1 – Вплив традиційного заморожування (до температури  $-18^{\circ}\text{C}$ ) та швидкого з використанням рідкого азоту (до температури  $-35...-40^{\circ}\text{C}$ ) на вміст вітаміну С,  $\beta$ -каротину і дубильних речовин в гарбузі, де: А – масова частка аскорбінової кислоти; Б – масова частка  $\beta$ -каротину; В – масова частка дубильних речовин; 1 – свіжа сировина; 2 – заморожена сировина до температури  $-18^{\circ}\text{C}$ ; 3 – заморожена сировина до температури  $-35...-40^{\circ}\text{C}$



**Рисунок 2 – ІЧ-спектри замороженого пастоподібного гарбуза з використанням дрібнодисперсного подрібнення, де: 1 – крупно подрібнений свіжий гарбуз; 2 – дрібнодисперсно подрібнений і заморожений гарбуз**

Показано, що при дрібнодисперсному подрібненні спостерігаються значні розбіжності цих груп в області частот при  $\nu=3676,22...3436,17 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu=3436,17...2924,28 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu=3381,95...2931,34 \text{ cm}^{-1}$ ,  $\nu=2831,34...2900,10 \text{ cm}^{-1}$ , характерних для валентних коливань ОН-груп. У дрібнодисперсній пасті спостерігається їх зменшення, що свідчить про руйнування водневих зв'язків, як внутрішньомолекулярних, так і міжмолекулярних, як у комплексах біополімерів – БАР, так і в самих біополімерах (білках, целюлозі, пектині), що приводить до зменшення їх кількості та підтверджує те, що під час дрібнодисперсного подрібнення частина БАР із зв'язаного стану переходить у вільну форму. Збільшення  $\text{CH}_3$ -груп (при  $\nu=2924,28$  і  $2900,10 \text{ cm}^{-1}$ ) у зразках свідчить про збільшення масової частки каротиноїдів і ароматичних речовин ізопренової природи. При частоті  $\nu=3676,22 \text{ cm}^{-1}$  в крупноподрібненій пасті гарбуза відбувається зменшення  $\text{OH}^-$ -групи і груп  $\text{CH}_2$  і  $\text{CH}_3$  при  $\nu=3436,17...2924,28 \text{ cm}^{-1}$ , а також карбонільних груп  $\text{COO}$  при  $\nu=1632,29...1959,09 \text{ cm}^{-1}$ , порівняно зі зразком дрібнодисперсної пасту гарбуза. Збільшення кількості ненасичених подвійних зразків ( $\nu=1650,43$  і  $1632,29 \text{ cm}^{-1}$ ) свідчить про збільшення після механічної дії масової частки ненасичених речовин, таких, як каротиноїди та ароматичні речовини (терпеноїди). Таким чином, отримані методом ІЧ-спектроскопії дані свідчать про збільшення масової частки цукрів, каротиноїдів, фенольних сполук, ненасичених речовин після заморожування і механічної дії (механоактивації), що підтвердило дані, отримані хімічними методами досліджень.

На основі отриманих даних розроблено рецептури та технології паст заморожених пастоподібних добавок із гарбуза (рис. 3).



**Рисунок 3 – Принципова технологічна схема виробництва функціональних заморожених БАД із гарбуза з використанням рідкого та газоподібного азоту**

Від існуючих технологій нова відрізняється застосуванням криогенного заморожування з використанням газоподібного азоту та процесів механоактивації та механодеструкції при дрібнодисперсному подрібненні, що дають можливість перевести частину БАД, які знаходяться у зв'язаному з біополімерами стані – у вільний і тим самим отримати БАД з високим вмістом натуральних БАД. Крім того, з метою стабілізації в БАД натуральних каротиноїдів і збільшення термінів

їх зберігання, у новій технології БАД у формі паст передбачено використання рослинних антиоксидантів.

**Висновки.** Таким чином, виявлено закономірності впливу різних швидкостей заморожування до різних кінцевих температур (-18, -35...-40° С) факторів на збереженість каротиноїдного комплексу та інших БАР під час отримання пастоподібних добавок із гарбуза. Розроблено технологію криогенного заморожування добавок із гарбуза. Установлено, що в 100 г гарбуза міститься ¼ добової потреби людини у вітаміні С та більше однієї добової потреби в β-каротині. Таким чином, отримано пастоподібну добавку із гарбуза з високим вмістом каротину та вітаміну С, яку можна використовувати для виробництва дитячого харчування, соків, морсів, напоїв, сиркових виробів.

Показано, що під час заморожування гарбуза після дрібнодисперсного подрібнення в середовищі рідкого азоту відбувається збільшення кількості каротину в 2,5 рази. Чим більша швидкість заморожування, тим вищий вміст β-каротину.

Розроблено проект ТУ на нові заморожені пасти із гарбуза та проведено їх апробацію у промислових умовах в «Кріас-1» та НВФ «ФПАР».

#### *Список літератури*

1. Павлюк, Р. Ю. Новые технологии витаминных углеводсодержащих фитодобавок и их использование [Текст] : монография / Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, И. С. Гулий ; Харьков. гос. акад. технолог. и орг. пит. ; Укр. гос. ун-т пищ. техн. – Харьков ; Киев, 1997. – 285 с.

2. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия [Текст] : монография / Р. Ю. Павлюк [и др.] ; Харьков. гос. акад. технолог. и орг. питания ; Укр. нац. ун-т пищ. технологий. – Харьков ; Киев, 2002. – 205 с.

3. Погарская, В. В. Новое о каротиноидах при замораживании каротинсодержащих овощей при получении пастообразных БАД [Текст] / В. В. Погарская, Р. Ю. Павлюк, С. М. Лосева // Сучасні проблеми холодильної техніки і технології : VI Наук.-техн. конф. – Одеса, 2007. – С. 115–116.

4. Погарская В. В. Использование замораживания каротинсодержащих овощей для повышения гидрофильных свойств каротиноидов и выявление механизма этого процесса [Текст] // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Міжнар. наук.-практ. конф. : тези у 2-х ч. – Харків, 2007. – Ч.1. – С. 135–136.

5. Криогенне заморожування при отриманні функціональних каротиноїдних добавок з гарбуза [Текст] / Р. Ю. Павлюк [та ін.]. // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : III міжнар. наук.-практ. конф. : тези / ДонНУЕТ. – Донецьк, 2009. – С. 225–227.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.

© Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, А.С. Маціпура, Т.С. Маціпура, Н.О. Черноморд, 2009.