

Р.Ю. Павлюк, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

В.В. Погарська, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

К.С. Балабай, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

О.С. Бессараб, канд. техн. наук, проф. (*НУХТ, Київ*)

НАНОТЕХНОЛОГІЯ ЗАМОРОЖЕНИХ ТА ПОРОШКО- ПОДІБНИХ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ДОБАВОК І ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ З ІНУЛІНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ КРІОМЕХАНОДЕСТРУКЦІЇ

Робота присвячена науковому обґрунтуванню нанотехнології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок і оздоровчих продуктів із інуліновмісної сировини – топінамбура з використанням як інновації кріомеханодеструкції та кріомеханохімії, що дозволяють інактивувати окиснювальні ферменти, здійснити трансформацію важкорозчинних біополімерів (инуліну, пектину, целюлози, білку) у легкозасвоювану форму та зберегти біологічно активні фітокомпоненти сировини під час переробки її в оздоровчі добавки та продукти.

У Харківському державному університеті харчування та торгівлі на кафедрі харчових технологій продуктів із плодів, овочів і молока та інновацій в оздоровчому харчуванні, на базі науково-дослідної лабораторії «Інноваційних кріо- та нанотехнологій рослинних добавок та оздоровчих продуктів» сумісно з фахівцями Національного університету харчових технологій, кафедри технології консервування розроблено унікальну нанотехнологію добавок із інуліновмісної сировини, зокрема, топінамбура.

Запропоновано, науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб та нанотехнології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура), яка є джерелом пребіотичних речовин, натуральних структуроутворювачів та одночасно збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами, засновані на використанні процесів кріомеханодеструкції та кріомеханохімії, спільне застосування яких призводить до значної деструкції біополімерів (инуліну, пектину, целюлози, білку) до окремих мономерів та збільшення вилучення біологічно активних речовин із сировини і повної інактивації окиснювальних ферментів, що дає можливість отримати добавки та оздоровчі продукти з новими унікальними властивостями в порівнянні з вихідною сировиною без синтетичних харчових добавок.

Встановлено, що топінамбур є джерелом комплексу неперетравлювальних компонентів їжі – пребіотичних речовин, склад

яких представлений переважно інуліном, а також целюлозою, пектиновими речовинами, білком, загальна масова частка яких становить 60–65% сухих речовин продукту, та джерелом біологічно активних фітокомпонентів (фенольних сполук, дубильних речовин, L-аскорбінової кислоти тощо) антиоксидантною та імуномодулюючою дії.

Модельними дослідженнями показано, що заморожування до температури $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ традиційним способом в морозильній камері та кріогенним способом із застосуванням рідкого азоту призводить до збільшення активності окиснювальних ферментів топінамбура в 1,3–1,4 рази та встановлено, що застосування кріогенного «шокового» заморожування до температури всередині продукту $-32\text{...}-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ та нижче призводить до інактивації ферментів, активність яких не відновлюється при подальшому дрібнодисперсному подрібненні та зберіганні та перешкоджає потемнінню продукту. Виявлено механізм процесів.

Встановлено, що застосування процесів кріомеханодеструкції та кріомеханохімії під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення призводить до деструкції 50–55% неперетравлювального, зв'язаного з іншими біополімерами у наноконформаціях полісахариду інуліну до окремих його мономерів – легкозасвоюваної фруктози.

Встановлено, що під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення топінамбура за рахунок процесів кріомеханодеструкції та кріомеханохімії відбувається більш повне вилучення (в 3,0–3,5 рази) загальної кількості неактивних пектинових речовин із зв'язаного з іншими біополімерами стану у вільний та трансформація (на 70%) протопектину в розчинний пектин.

Встановлено, що під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення відбувається деструкція молекул білка до окремих мономерів (амінокислот) та трансформація амінокислот із зв'язаної форми у вільну (на 45–55%) при отриманні заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок. Збільшення масової частки α -амінокислот у вільному стані підтверджено методом ІЧ-спектроскопії. Установлено, що при цьому відбуваються конформаційні зміни молекул: збільшення діаметру молекул, ядра, оболонки та зменшення заповнення ядра гідрофобними залишками.

Встановлено, що використання процесів кріомеханодеструкції та кріомеханохімії під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення топінамбура дає можливість зберегти, додатково вилучити та трансформувати біологічно активні фітокомпоненти (фенольні сполуки, дубильні речовини, L-аскорбінову кислоту тощо) із зв'язаного у наноконформаціях з біополімерами стану у

вільний і отримати заморожені та порошкоподібні дрібнодисперсні добавки, масова частка зазначених речовин в яких вище в 1,7–2,2 рази, ніж у вихідній (свіжій) сировині.

Розроблено нанотехнологію заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура) з використанням кріомеханодеструкції та кріомеханохімії під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення, спільне застосування яких дозволяє інактивувати окиснювальні ферменти, зберегти та збільшити у порівнянні зі свіжою сировиною біологічну цінність отриманих добавок; обґрунтовано технологічні процеси та технологічні параметри, розроблено технологічні схеми виробництва, вивчено якість при отриманні добавок за вмістом біологічно активних фітокомпонентів, яка перевершує існуючі аналоги та розроблено нормативну документацію (ТУ), проведено апробацію в промислових умовах, розраховано ТЕО.

Розроблено рецептури, технологічні схеми та нанотехнології нових оздоровчих продуктів (комбінованих кисломолочних напоїв та порошкоподібних «Instant» нанопаїв), які відрізняються від традиційних використанням як інновації заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок в наноструктурованій формі із топінамбура, а також яблук, гарбуза, лимонів та апельсинів, які є джерелом пребіотичних речовин, а також натуральними структуроутворювачами та одночасно збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами, що дозволяє отримати продукти високої біологічної цінності без застосування синтетичних інгредієнтів, якість яких перевершує вітчизняні та закордонні аналоги.

Розроблено та затверджено на рівні МОЗ України НД на заморожені дрібнодисперсні добавки з топінамбура, проекти НД на порошкоподібні дрібнодисперсні добавки з топінамбура та отримані з їх використанням продукти для оздоровчого харчування – комбіновані кисломолочні напої «Топі-Лактонія», «Лакто-Каротин», «Лакто-Мікс». Проведено апробацію у виробничих умовах і вироблено дослідні партії на підприємствах м. Харкова та області: ТОВ «ФМ Хладопром», ТОВ «Богодухівський молзавод», ПП «Науково-виробниче підприємство Кріас Плюс».

Крім того, отримано три золоті медалі та грамоти 3-х міжнародних фестивалей «AgroCookFest-2016», «KazanFire Fest-2017», «OttomanFest-2018» за представлені в «art-class» дрібнодисперсні добавки з топінамбура та отримані з їх використанням оздоровчі продукти.