

Р.Ю. Павлюк, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)
В.В. Погарська, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)
О.С. Бессараб, канд. техн. наук, проф. (*НУХТ, Київ*)
К.С. Балабай, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)
О.С. Погарський, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

РОЗРОБКА НАНОТЕХНОЛОГІЇ КРІОЗАМОРОЖЕНИХ ТА ПОРОШКОПОДІБНИХ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ДОБАВОК І ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ З ІНУЛІНОВІСНОЇ СИРОВИНИ

Метою роботи є наукове обґрунтування та розробка нанотехнології кріозаморожених та порошкоподібних дрібно дисперсних добавок і оздоровчих продуктів із інуліновмісної сировини – топінамбура з використанням як інновації процесів кріомеханодеструкції та кріомеханохімії, що дозволяють інактивувати окиснювальні ферменти, здійснити трансформацію важкорозчинних біополімерів (інуліну, пектину, целюлози, білка) у легкозасвоювану форму та зберегти біологічно активні фітокомпоненти сировини під час переробки її в оздоровчі добавки та продукти.

На кафедрі харчових технологій продуктів з плодів, овочів і молока та інновацій в оздоровчому харчуванні на базі науково-дослідної лабораторії «Інноваційних кріо- та нанотехнологій рослинних добавок та оздоровчих продуктів» в ХДУХТ спільно з фахівцями Національного університету харчових технологій, кафедри технології консервування розроблено унікальну нанотехнологію добавок з інуліновмісної сировини, зокрема топінамбура.

Науково обґрунтовано, розроблено і запропоновано новий спосіб та нанотехнології отримання заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок з інуліновмісної сировини (топінамбура), які є джерелом пребіотичних речовин, натуральних структуроутворювачів та одночасно збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами. Нанотехнології отримання заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини засновані на використанні процесів кріомеханодеструкції та кріомеханохімії, спільне застосування яких призводить до значної деструкції біополімерів (інуліну, пектину, целюлози, білка) 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 та без застосування синтетичних харчових добавок.

Показано, 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) антиоксидантної та імуномодулюючої дії.

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

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

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

Показано, що під час криогенного «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.

Паралельно встановлено, що використання процесів кріомеханодеструкції та кріомеханохімії під час криогенного «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 наноконкомплексах з біополімерами стану у вільний і отримати заморожені та порошкоподібні дрібнодисперсні добавки, масова частка зазначених речовин в яких вище в 1,7–2,2 разу, ніж у вихідній (свіжій) сировині.

Науково обґрунтовано та 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.

На основі нанодобавок із топінамбура розроблено рецептури, технологічні схеми та нанотехнології нових оздоровчих продуктів (комбінованих кисломолочних напоїв та порошкоподібних «Instant» нанопаїв). Вони 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.

Крім того, розроблено та затверджено на рівні МОЗ України НД на заморожені дрібнодисперсні добавки з топінамбура, проекти НД на порошкоподібні дрібнодисперсні добавки з нього та отримані з їх використанням продукти для оздоровчого харчування – комбіновані кисломолочні напої. Проведено апробацію у виробничих умовах на підприємствах м. Харкова та області: ТОВ «ФМ Хладопром», ТОВ «Богодухівський молзавод», ПП НВП «Кріас Плюс».

Отримано також три золоті медалі та грамоти трьох міжнародних фестивалів «AgroCookFest-2016», «KazanFire Fest-2017», «OttomanFest-2018» за представлені в «art-class» дрібнодисперсні добавки з топінамбура та отримані з їх використанням оздоровчі продукти.