

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

БАЛАБАЙ КАТЕРИНА СЕРГІЇВНА



УДК 663.911/.913-026.771:613.292:621.926.086

**ТЕХНОЛОГІЯ ЗАМОРОЖЕНИХ ТА ПОРОШКОПОДІБНИХ
ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ДОБАВОК І ОЗДОРОВЧИХ ПРОДУКТІВ
ІЗ ІНУЛІНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ
КРІОДЕСТРУКЦІЇ ТА МЕХАНОАКТИВАЦІЇ**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих
і охолоджених харчових продуктів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: – доктор технічних наук, професор,
лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки
Погарська Вікторія Вадимівна
Харківський державний університет
харчування та торгівлі, завідувач
кафедри технологій переробки
плодів, овочів і молока

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор
Д'яконова Анджела Костянтинівна
Одеська національна академія харчових
технологій, завідувач кафедри
готельно-ресторанного бізнесу

– доктор технічних наук, професор
Хомич Галина Панасівна
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«Полтавський університет економіки
і торгівлі», завідувач кафедри технологій
харчових виробництв і ресторанного
господарства

Захист дисертації відбудеться «28» грудня 2018 року о 15:00 на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.088.03 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий «28» листопада 2018 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Н.В. Гревцева

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи пов'язана з необхідністю вирішення глобальної проблеми підвищення імунітету населення, зниження якого є наслідком загального погіршення екологічної ситуації в країні і в світі. Підвищити імунітет можна шляхом регулярного споживання функціональних оздоровчих добавок та продуктів, які відрізняються значним вмістом біологічно активних фітокомпонентів рослинної сировини, що сприяють зміцненню захисних сил організму. До числа таких речовин крім вітамінів, каротиноїдів, фенольних сполук та інших фітокомпонентів рослинної сировини, відносять пектинові речовини, інулін, харчові волокна та ін., які є неперетравлювальними компонентами їжі, що виконують в шлунково-кишковому тракті організму людини дві захисні функції. По-перше, виступають в ролі комплексоутворювачів та детоксикантів, що утворюють в ШКТ з іонами важких металів та іншими видами шкідливих речовин нерозчинні комплекси, сприяють їх виведенню із організму людини, що важливо в теперішній час, коли змінилась структура харчування і переважну більшість харчових продуктів виробляють з використанням значної кількості харчових добавок, наявність яких в продуктах може спричинити шкоду організму людини. По-друге, виконують функцію пребіотичних речовин – неперетравлювальних компонентів їжі, що стимулюють в організмі людини ріст і метаболічну активність однієї або декількох груп власних бактерій та сприяють підтриманню в ШКТ рівноваги різних видів кишкової мікрофлори, від якої, за даними провідних медичних установ, залежить стан здоров'я слизової оболонки кишечника та на 80 % залежить імунітет людини.

Перспективною сировиною для отримання функціональних оздоровчих продуктів та добавок, що мають пребіотичні властивості та сприяють зміцненню захисних сил організму, є топінамбур, який в останні десять років в таких країнах, як США, Канада, Бразилія, Франція, Білорусь входить до числа основних сільськогосподарських культур, що використовується в харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості як сировина для отримання продуктів оздоровчого та дієтичного харчування, фітопрепаратів, біоетанолу та інших видів продукції, що користується попитом на внутрішньому та зовнішніх ринках.

Цінність топінамбуру для харчової промисловості визначається, насамперед, вуглеводним складом, оскільки сухі речовини бульб топінамбуру на 80 % представлені пребіотиком інуліном, що є єдиним натуральним полісахаридом, який на 95 % складається із нешкідливого для діабетиків цукру фруктози. Крім того, за вмістом вітамінів С, В₁, В₂, а також за вмістом заліза, кремнію, цинку топінамбур перевищує моркву та буряк в 3 рази. Труднощі при переробці топінамбуру полягають в тому, що в присутності кисню повітря під дією ферменту поліфенолоксидази відбувається окислення фенольних сполук з утворенням темно забарвлених речовин, що значно псує колір готового продукту. Крім того, існуючі технології переробки топінамбуру в різні добавки у формі порошків, паст з використанням паротермічної обробки, сушіння, не дозволяють частину інуліну трансформувати до легкозасвоюваної фруктози. Обробка ферментними препаратами дозволяє трансформувати біля 10 % інуліну до фруктози.

В зв'язку з цим актуальним є пошук технологічних прийомів та розробка технологій, які дозволяють отримати добавки та продукти з топінамбура високої якості. В представленій роботі як інновацію при розробці технології заморожених та поро-

шкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура) було запропоновано використовувати кріогенне «шокове» заморожування та дрібнодисперсне подрібнення, що є перспективними способами технологічної обробки сировини, застосування яких супроводжується процесами кріодеструкції та механоактивації, що дозволило отримати добавки та оздоровчі продукти з їх використанням високої харчової та біологічної цінності.

Доцільність розробки натуральних дрібнодисперсних добавок і оздоровчих продуктів із інуліновмісної сировини, які одночасно є джерелом пребіотичних речовин, а також натуральними структуроутворювачами та збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами склалася завдяки роботам таких вітчизняних та закордонних вчених, як: Веркін Б.І., Павлюк Р.Ю., Погарська В.В., Снежкін Ю.Ф., Барабойм Н.Н., Капрельянц Л.В., Бессараб О.С., Орлова Н.С., Шатнюк Л.М., Спірічев В.Б., Белінська С.О. та ін.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності з основними науковими напрямками досліджень Харківського державного університету харчування та торгівлі в рамках НДР за планом ХДУХТ: № 14-15-16 Б (0114U006536) «Пошук інноваційних технологічних прийомів для збереження БАР при розробці новітніх технологій замороженої, дрібнодисперсної, гомогенізованої продукції та добавок для оздоровчого харчування з рослинної, молочної сировини»; госпдоговірної теми № 14-14 Д (0114U006342) «Вивчення впливу низькотемпературної обробки та кріодеструкції на збереження БАР та трансформацію інуліну при розробці оздоровчих добавок та продуктів з інуліновмісної рослинної сировини з рекордними характеристиками»; цільової комплексної науково-технічної програми Міністерства освіти і науки України за держбюджетною темою № 1-13 ФБ (0111U000159) «Вивчення процесів механохімії та кріодеструкції гетерогенних дрібнодисперсних рослинних каротиноїдних біосистем при розробці нанотехнологій заморожених продуктів»; а також в межах прикладної теми № 1-16 БО (0116U000838) «Вивчення впливу паротермічної обробки та механолізу на активацію нанокомплексів гетерополісахаридів плодоовочевих біосистем при розробці нанотехнологій».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування технології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура) з використанням як інновації кріодеструкції та механоактивації, що дозволяють інактивувати окислювальні ферменти, трансформувати важкорозчинні біополімери (інулін, пектин, целюлозу, білок) в легкозасвоювану форму, зберегти біологічно активні фітокомпоненти під час переробки топінambuра та використання отриманих з нього добавок у складі оздоровчих продуктів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- вивчити комплекс пребіотичних речовин (інуліну, пектину, целюлози, білку) та біологічно активних фітокомпонентів (фенольних сполук, дубильних речовин, L-аскорбінової кислоти тощо) топінambuра – сировини для отримання заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок;

- вивчити вплив заморожування до температури -18°C традиційним способом в морозильній камері та кріогенним способом із застосуванням рідкого азоту та дрібнодисперсного подрібнення на активність окислювальних ферментів топінambuра та визначити умови заморожування, при яких відбувається інактивація ферментів;

– вивчити вплив процесів кріодеструкції та механоактивації під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на деструкцію інуліну, а також інших гетерополісахаридів – целюлози, пектинових речовин топіамбура;

– вивчити вплив процесів кріодеструкції та механоактивації під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на деструкцію молекул білка топіамбура та трансформацію амінокислот із зв'язаної форми у вільну під час отримання заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок;

– вивчити вплив процесів кріодеструкції та механоактивації під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на збереження біологічно активних фітокомпонентів (фенольних сполук, дубильних речовин, L-аскорбінової кислоти тощо) топіамбура;

– розробити кріогенну технологію заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топіамбура) з використанням кріодеструкції та механоактивації, вивчити якість за вмістом пребіотичних речовин та біологічно активних фітокомпонентів при виробництві та зберіганні, розробити НД (ТУ), провести апробацію в промислових умовах, розрахувати ТЕО;

– розробити рецептури, технологічну схему та технологію оздоровчих продуктів з використанням замороженої дрібнодисперсної добавки з топіамбура – комбінованих кисломолочних напоїв, вивчити якість, провести апробацію в промислових умовах, розрахувати ТЕО, розробити на них НД;

– розробити рецептури та технологію оздоровчих продуктів з використанням порошкоподібної дрібнодисперсної добавки з топіамбура – порошкоподібних «Instant» нанопоїв, вивчити їх якість, провести апробацію, розрахувати ТЕО.

Об'єкт дослідження – технологічні процеси виробництва заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини з використанням кріодеструкції та механоактивації, а також оздоровчих продуктів з їх застосуванням: комбінованих кисломолочних напоїв та порошкоподібних «Instant» нанопоїв.

Предмет дослідження – інуліновмісна сировина (свіжий топіамбур), вироблені за кріотехнологією заморожені та порошкоподібні дрібнодисперсні добавки з топіамбура і отримані з їх використанням оздоровчі продукти (комбіновані кисломолочні напої та порошкоподібні «Instant» нанопої).

Методи дослідження – загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, хімічні, біохімічні, спектроскопічні, мікроскопічні, мікробіологічні, метод іонообмінної хроматографії та методи математичної обробки експериментальних даних з використанням комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше:

– запропоновано, науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб та кріотехнології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топіамбура), яка є джерелом пребіотичних речовин, натуральних структуроутворювачів та одночасно збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами, засновані на використанні процесів кріодеструкції та механоактивації, спільне застосування яких призводить до значної деструкції біополімерів (інуліну, пектину, целюлози, білку) до окремих мономерів та збільшення вилучення біологічно активних речовин із сировини і повної інактивації окислювальних ферментів, що дає можливість отримати добавки та оздоровчі продукти з новими унікальними влас-

тивостями в порівнянні із 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) антиоксидантної та імуномодулюючої дії;

– модельними дослідженнями показано, що заморожування до температури -18°C традиційним способом в морозильній камері та криогенним способом із застосуванням рідкого азоту призводить до збільшення активності окислювальних ферментів топінамбура в 1,3...1,4 рази та встановлено, що застосування криогенного «шокового» заморожування до температури всередині продукту $-32...-35^{\circ}\text{C}$ 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 криодеструкції та механоактивації 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;

– встановлено, що під час криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення топінамбура за рахунок процесів криодеструкції та механоактивації 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 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;

– встановлено, що використання процесів криодеструкції та механоактивації 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 рази, ніж у вихідній (свіжій) сировині;

– розроблено технологію заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура) з використанням криодеструкції та механоактивації під час криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення, спільне застосування яких дозволяє інактивувати окислювальні ферменти, зберегти та збільшити в 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 технології нових оздоровчих продуктів (комбінованих кисломолочних напоїв та порошкоподібних «Instant» нанопоїв), 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.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено кріогенну технологію заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок та доведено доцільність їх застосування як джерела пребіотичних речовин, а також натуральних структуроутворювачів та одночасно збагачувачів біологічно активними фітокомпонентами у складі оздоровчих продуктів (комбінованих кисломолочних напоїв та порошкоподібних «Instant» нанопоїв), що сприяє розширенню асортименту продуктів для оздоровчого харчування без застосування синтетичних компонентів.

Реалізація роботи. Проведено апробацію розроблених кріотехнологій заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура) у виробничих умовах підприємств м. Харків та області: ТОВ «ФМ Хладопром», ТОВ «Богодухівський молзавод», ПП «Науково-виробниче підприємство Кріас Плюс». Розроблено та затверджено нормативну документацію на заморожені дрібнодисперсні добавки з топінамбура (ТУ У 10.3-01566330-283:2013) та проекти НД на порошкоподібні дрібнодисперсні добавки і нові оздоровчі продукти.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні аналітичних і експериментальних досліджень в лабораторних і виробничих умовах, науковому аналізі стану проблеми, узагальненні та математичній обробці результатів роботи, формулюванні висновків і пропозицій, підготовці матеріалів досліджень до публікації у вітчизняних та закордонних виданнях (в тому числі в міжнародних наукометричних базах даних), участі в розробці та затвердженні НД, проведенні впроваджень розроблених технологій в навчальний процес та у виробництво.

Апробація результатів досліджень. Основні результати досліджень доповідалися і обговорювалися на Всеукраїнських науково-практичних конференціях молодих вчених і студентів «Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді» (ХДУХТ, м. Харків, 2015-2017 рр.) та міжнародних науково-практичних конференціях молодих вчених і студентів «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність» (ХДУХТ, м. Харків, 2014-2017 рр.), на 8-му Міжнародному Центральноєвропейському конгресі з харчової науки SEFood-2016 (НУХТ, м. Київ, 2016 р.).

Результати наукових досліджень за дисертаційною роботою, отримані протягом 2-х років навчання в аспірантурі (2014-2015 рр.), були оформлені у вигляді звіту та одержали перемогу у конкурсі на здобуття академічної стипендії ім. Кабінету Міністрів України для молодих вчених. 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 із топінамбура та отримані з їх використанням оздоровчі продукти.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано у співавторстві 26 наукових праць. Серед них: 1 колективна монографія, 1 енциклопедія, 14 статей (з них 3 – у виданнях, які входять до міжнародної наукометричної бази Scopus, 7 – у фахових виданнях України, 3 – в міжнародних виданнях), 10 тез доповідей.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Основний обсяг дисертації складає 142 сторінок, у тому числі 26 таблиць, 41 рисунок, 8 додатків, список використаних літературних джерел з 306 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено дані щодо апробації результатів досліджень, визначено особистий внесок автора.

У **першому розділі «Наукові та практичні передумови створення технології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із топінамбура і оздоровчих продуктів з їх використанням»** представлено результати огляду літератури за останні 10 років щодо асортименту існуючих продуктів та добавок із топінамбура, надано загальну характеристику цієї рослини, особливості хімічного складу, лікувально-профілактичні та пребіотичні властивості. Описано традиційні технології виробництва пребіотиків та харчових продуктів із топінамбура, розглянуто прогресивні способи переробки рослинної сировини (криогенне «шокове» заморожування, низькотемпературне дрібнодисперсне подрібнення). Представлено приклади застосування нанотехнологій в харчовій промисловості та наведено напрямки використання пребіотиків при виготовленні оздоровчих продуктів.

У **другому розділі «Об'єкти, матеріали, обладнання та методи досліджень»** визначено об'єкти, матеріали та методи досліджень, визначено хід проведення теоретичних та експериментальних досліджень (рис. 1), підібрано обладнання.

Дослідження проведено на кафедрі технологій переробки плодів, овочів і м'яса Харківського державного університету харчування та торгівлі на базі науково-дослідної лабораторії «Інноваційних крио- та нанотехнологій рослинних добавок та оздоровчих продуктів», а також із залученням експериментальної бази кафедр мікології та фітоімунології, органічної хімії Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, лабораторії оцінки якості кормів і продукції тваринного походження Інституту тваринництва НААН і в промислових умовах.

При виконанні роботи було використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень: фізико-хімічні, хімічні, біохімічні, спектроскопічні, мікроскопічні,

мікробіологічні, іонообмінної хроматографії, математичної обробки (з використанням комп'ютерних програм Math Cad та Microsoft Excel).

У третьому розділі «Наукове обґрунтування та розробка технології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура) з використанням кріодеструкції та механоактивації» зазначено, що головним при розробці технології добавок в формі пюре та порошоків було: повністю виключити теплову обробку сировини; провести кріодеструкцію та трансформацію важкорозчинних біополімерів (зокрема інуліну, пектинових речовин, целюлози, білку) в легкозасвоювану форму; інактивувати окислювальні ферменти; максимально зберегти біологічно активні фітокомпоненти та збільшити ступінь їх вилучення з сировини, а також зменшити використання при подальшій розробці оздоровчих продуктів синтетичних харчових інгредієнтів.

В завдання роботи входило вивчення комплексу пребіотичних речовин та біологічно активних фітокомпонентів бульб топінambuра – сировини для отримання заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок. Показано, що бульби топінambuра є джерелом комплексу неперетравлювальних компонентів їжі – пребіотичних речовин, склад яких представлений переважно інуліном, а також целюлозою, пектиновими речовинами, білком, загальна масова частка яких становить, залежно від сорту, 60...65 % сухих речовин продукту, та джерелом біологічно активних фітокомпонентів (фенольних сполук, дубильних речовин, L-аскорбінової кислоти тощо) (табл. 1). Як відомо, одним з важливих факторів, що позначаються на ступені збереження якості вихідної сировини під час її переробки, є активність окислювальних ферментів (пероксидази та поліфенолоксидози).

Таблиця 1

Комплекс пребіотичних речовин та біологічно активних фітокомпонентів свіжого топінambuра – сировини для отримання дрібнодисперсних добавок

Найменування показника	Свіжий топінambuр	
	сорту «Інтерес»	сорту «Скороспівка»
Сухі речовини, %	28,2±1,2	24,5±1,2
Білок, %	1,2±0,05	1,0±0,05
Загальний цукор, %	4,4±0,10	4,3±0,1
Інулін, %	12,8±0,5	9,8±0,5
Фруктоза, %	–	–
Загальний пектин, %	1,9±0,02	1,2±0,01
Протопектин, %	0,7±0,01	0,5±0,01
Розчинний пектин, %	1,2±0,01	0,7±0,01
Целюлоза, %	2,0±0,04	1,9±0,04
L-аскорбінова кислота, мг в 100 г	10,3±0,1	9,6±0,1
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), мг в 100 г	350,0±5,7	340,0±5,5
Флавонолові глікозиди (за рутином), мг в 100 г	240,0±4,8	225,5±4,6
Дубильні речовини, мг в 100 г	300,0±6,4	280,7±6,5
Органічні кислоти, %	0,40±0,01	0,35±0,01
Зольність, %	1,6±0,02	1,3±0,02

Традиційно в промисловості з метою їх інактивації використовують бланшування гострою парою, короткочасне занурення в киплячу рідину, витримування в сольовому або кислотному розчині, ультрафіолетове опромінювання, пастеризацію, стерилізацію тощо. Проте, зазначені способи пов'язані з впливом тепла і призводять до значних втрат (20...80 %) аскорбінової кислоти та інших біологічно активних фітокомпонентів. В роботі цю проблему було вирішено шляхом використання кріогенного «шокового» заморожування за допомогою рідкого азоту. Вивчено вплив заморожування до температури всередині продукту мінус 18°C традиційним способом в морозильній камері та кріогенним способом із застосуванням рідкого

азоту на активність окислювальних ферментів топінамбура та визначено умови заморожування, при яких відбувається інактивація окислювальних ферментів. Кріогенне «шокове» заморожування здійснювали в програмному заморожувачі за допомогою рідкого азоту зі швидкістю заморожування від 1 до 10°C/хв до кінцевої температури всередині продукту в діапазоні від мінус 18°C до мінус 40°C при температурі в камері від мінус 60°C до мінус 80°C. Швидкість заморожування регулювали шляхом зміни інтенсивності подачі рідкого азоту до морозильної камери, а також регулюванням температури в камері та товщини нарізання дослідного зразка.

Модельними дослідженнями встановлено, що заморожування до температури мінус 18°C традиційним способом в морозильній камері та кріогенним способом із застосуванням рідкого азоту призводить до збільшення у порівнянні зі свіжою сировиною активності окислювальних ферментів топінамбура в 1,3...1,4 рази. Показано, що застосування кріогенного «шокового» заморожування до температури всередині продукту в діапазоні від мінус 32 до мінус 35°C та нижче призводить до повної інактивації ферментів, активність яких не відновлюється при подальшому дрібнодисперсному подрібненні та зберіганні та перешкоджає потемнінню продукту (табл. 2). Механізм процесу пов'язаний зі значною кріодеструкцією та механодеструкцією білкових молекул ферментів та їх активних центрів та незворотньою денатурацією ферментів. Отримані дані були враховані при розробці технології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок.

Таблиця 2

Вплив швидкості, кінцевої температури заморожування і дрібнодисперсного подрібнення на активність окислювальних ферментів топінамбура

Бульби топінамбура	активність			
	пероксидази		поліфенолоксидази	
	мл 0,01 N йоду до СР	% до вихід.	мл 0,01 N йоду до СР	% до вихід.
нарізані на шматочки (вихідна сировина)	350,0	100,0	56,0	100,0
нарізані на шматочки, традиційно заморожені у морозильній камері до мінус 18°C	490,0	140,0	72,0	128,6
нарізані на шматочки, традиційно заморожені у морозильній камері до мінус 18°C та дрібнодисперсно подрібнені	1365,0	390,0	233,4	416,8
нарізані на шматочки, заморожені (з використанням рідкого азоту) до мінус 35°C зі швидкістю 5°C/хв	0	0	0	0
нарізані на шматочки, заморожені (з використанням рідкого азоту) до мінус 35°C зі швидкістю 5°C/хв та дрібнодисперсно подрібнені	0	0	0	0

Вивчено вплив процесів кріодеструкції та механоактивації під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на деструкцію інуліну, а також інших гетерополісахаридів – целюлози, пектинових речовин топінамбура. Встановлено, що застосування процесів кріодеструкції та механоактивації під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення призводить до деструкції 50...55 % полісахариду інуліну до окремих його мономерів – легкозасвоюваної фруктози. Встановлено, що паралельно відбувається деструкція і деградація целюлози. Половина її кількості трансформується до мономерів – глюкози (рис. 2).

Відомо, що в рослинній сировині пектинові речовини знаходяться в неактивній формі і тому, мають низькі желюючі та адсорбційні властивості. Встановлено, що при криогенній обробці топінамбура (за рахунок процесів криомеханодеструкції та криомеханоактивації) відбувається більш повне вилучення в 3,0...3,5 рази загальної кількості пектинових речовин із зв'язаного з іншими біополімерами стану у вільний. При цьому відбувається часткова трансформація протопектину в розчинний пектин і в кінцевому продукті (пюре) масова частка розчинного пектину становить 50...70 % від загальної кількості пектинових речовин (рис. 3)

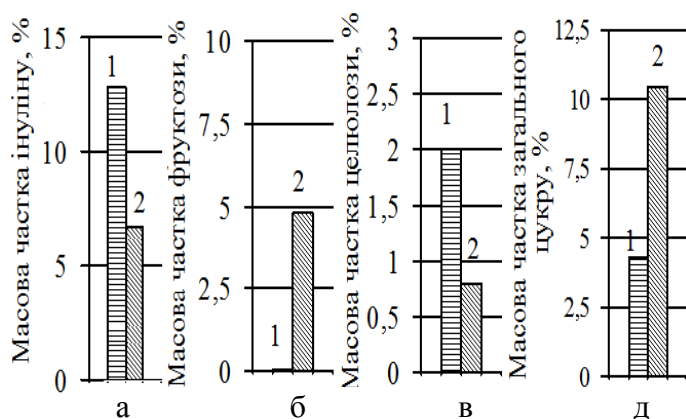


Рис. 2. Вплив криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення топінамбура на масову частку: а – інуліну; б – фруктози; в – целюлози; д – загального цукру; 1, 2 – топінамбур свіжий (1), заморожена дрібнодисперсна добавка (2)

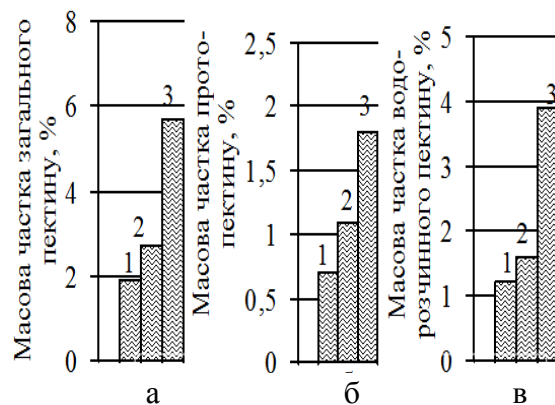


Рис. 3. Вплив криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на пектинові речовини топінамбура, де: а – загальний пектин; б – протопектин; в – розчинний пектин; 1, 2, 3 – топінамбур (свіжий); заморожені шматочки (2), заморожена дрібнодисперсна добавка (3)

Вивчено також вплив процесів криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на білки та трансформацію амінокислот білку топінамбура із зв'язаного стану у вільний при отриманні добавок із нього. Встановлено, що в порівнянні з вихідною сировиною, при дрібнодисперсному подрібненні замороженої інуліновмісної сировини відбувається значна дезагрегація, деградація та механоліз молекул білку, який проявляється у зменшенні приблизно на 45...55 % масової частки амінокислот білку, що знаходяться у зв'язаному стані, за рахунок їх переходу у вільний стан (табл. 3). Установлено, що при цьому відбуваються конформаційні зміни молекул білку: збільшення діаметру молекул, діаметру ядра, а також зменшення заповнення ядра гідрофобними залишками за рахунок утворення надмолекулярних структур.

Наступним завданням роботи було вивчення впливу процесів криодеструкції та механоактивації під час криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на збереження біологічно активних фітокомпонентів (фенольних сполук, дубильних речовин, L-аскорбінової кислоти тощо) топінамбура. Встановлено, що використання процесів криодеструкції та механоактивації 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 наноконформаціях з біополімерами стану у вільний і отримати заморожені та порошкоподібні дрібнодисперсні добавки, масова частка зазначених

**Вплив процесів кріодеструкції та механоактивації під час кріогенного
«шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення
на перерозподіл амінокислот білка у зв'язаному та вільному стані**

Аміно-кислота	Масова частка амінокислот							
	у зв'язаному стані				у вільному стані			
	вихідна сировина (свіжий топінамбур), мг в 100 г	заморожена дрібнодисперсна добавка з топінамбура, мг в 100 г	% до вихідної сировини	зменшення до вихідної сировини, разів	вихідна сировина (свіжий топінамбур), мг в 100 г	заморожена дрібнодисперсна добавка з топінамбура, мг в 100 г	% до вихідної сировини	збільшення до вихідної сировини, разів
Аспарагінова кислота	44,3	24,2	54,6	1,8	22,5	42,6	189,3	1,9
Аланін	45,0	23,9	53,1	1,9	21,9	43,0	196,3	1,9
Глутамінова кислота	53,2	29,7	55,8	1,8	21,2	44,7	210,8	2,1
Аргінін	49,4	27,9	56,4	1,8	20,7	42,2	203,8	2,0
Треонін	37,5	20,6	54,9	1,8	17,9	34,8	194,4	1,9
Цистин	36,7	19,5	53,1	1,9	20,1	37,3	185,6	1,8
Серін	45,5	22,7	49,8	2,0	20,0	42,8	214,0	2,1
Гліцин	34,3	18,2	53,0	1,9	17,4	33,5	192,5	1,9
Лізин	48,2	28,6	59,3	1,7	26,7	46,3	173,4	1,7
Метіонін	55,2	24,9	45,1	2,2	23,9	54,2	226,7	2,3
Триптофан	52,0	28,4	54,5	1,8	28,7	52,3	182,2	1,8
Валін	47,5	27,2	57,3	1,7	26,6	46,9	176,3	1,8
Фенілаланін	52,4	28,0	53,4	1,9	28,4	52,8	185,9	1,9
Ізолейцин	50,3	27,9	55,5	1,8	27,7	50,1	180,9	1,8
Лейцин	51,1	24,8	48,5	2,1	24,5	50,8	207,3	2,1
Тирозин	40,2	18,9	47,0	2,1	19,3	40,6	210,4	2,1
Пролін	41,3	20,7	50,1	1,9	22,8	43,4	190,4	1,9
Гістидин	45,3	23,7	52,3	1,9	21,7	43,3	199,5	2,0
Сума:	829,4	439,8	52,9	1,8	412,0	801,6	199,5	1,9

речовин в яких вище в 1,7...2,2 рази, ніж у вихідній (свіжій) сировині (рис. 4). Це можна пояснити процесами кріодеструкції та механокрекінга, які призводять до руйнування водневих зв'язків та індукційної взаємодії між низькомолекулярними біологічно активними фітокомпонентами та біополімерами.

Отримані закономірності були підтверджені методом спектроскопічного аналізу при вивченні ІЧ-спектрів заморожених дрібнодисперсних добавок та вихідної (свіжої) сировини. Показано, що в області частот, характерних для валентних коливань функціональних ОН-груп, в заморожених дрібнодисперсних добавках спостерігається зменшення інтенсивності ІЧ-спектрів. Це свідчить про руйнування міжмолекулярних та внутрішньомолекулярних водневих зв'язків, деструкцію комплексів біополімерів та низькомолекулярних речовин, дезагрегацію та механоліз пектинових речовин, білку, целюлози або їх асоціатів та наноконкомплексів.

Крім того, спостерігається збільшення інтенсивності спектрів в області частот, характерних відповідно для валентних коливань груп $-CH_3$, $-NH_2$, $-NH_3$, $CO-$, а також ненасичених подвійних зв'язків, що свідчить про збільшення після дрібнодисперсного подрібнення замороженого топінамбура масової частки та переходу низькомолекулярних

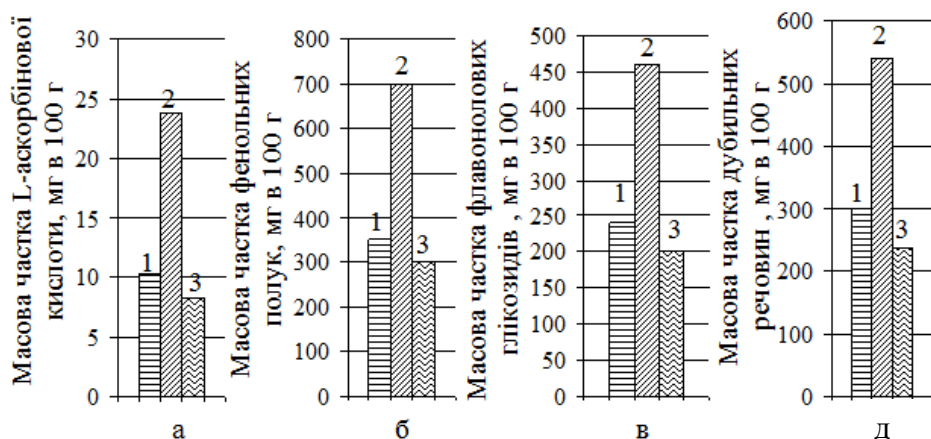


Рис. 4. Вплив заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на біологічно активні фітокомпоненти топінамбура, де: а, б, в – масова частка L-аскорбінової кислоти (а), фенольних сполук (б), флавонолових глікозидів (в), дубильних речовин (д); 1 – топінамбур свіжий, 2, 3 – дрібнодисперсне пюре з топінамбура, замороженого зі швидкістю $5^{\circ}\text{C}/\text{хв}$ до t мінус 35°C (2) та з традиційно замороженого в морозильній камері до t мінус 18°C (3)

біологічно активних фітокомпонентів із зв'язаного з біополімерами стану у вільний, а також про трансформацію частини біополімерів (наприклад, білку, целюлози, пектинових речовин) до їх мономерів (амінокислот, простих цукрів, галактуранової кислоти), що підтверджує дані, отримані хімічними методами. На підставі одержаних результатів розроблено кріогенну технологію замороже-

них та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок з топінамбура, яка включає комплексний вплив на сировину кріогенного «шокового» заморожування (від мінус 32 до мінус 35°C) та дрібнодисперсного подрібнення (рис. 5). Від традиційних технологія відрізняється використанням більш високої швидкості та більш низької кінцевої температури заморожування з використанням рідкого та газоподібного азоту, а також застосуванням дрібнодисперсного подрібнення заморожених продуктів до часток, розміри яких в декілька разів менше, ніж в традиційних добавках. Експериментально



Рис. 5. Технологічна схема виробництва заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура)

визначені та обґрунтовані раціональні параметри технології, розроблені технологічні схеми, підібране обладнання. Технологія отримання порошкоподібних добавок включає криогенне «шокове» заморожування нарізаного на пластини топінамбура, сублімаційне сушіння та дрібнодисперсне подрібнення.

Показано, що нові криозаморожені та порошкоподібні дрібнодисперсні добавки можна розглядати як джерело пребіотичних речовин (інуліну, пектинових речовин, целюлози, білку), а також біологічно активних фітокомпонентів рослинної сировини, що сприяють підвищенню імунітету (L-аскорбінової кислоти, фенольних сполук, флавонолових глікозидів, дубильних речовин тощо), якість яких практично не змінюється впродовж 12 місяців (табл. 4). Встановлено, що нові добавки за вмістом пребіотичних речовин та біологічно активних фітокомпонентів перевищують якість відомих аналогів.

Таблиця 4

Вміст пребіотичних та біологічно активних фітокомпонентів в заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавках із топінамбура (n=3, P \geq 0,95)

Найменування показника	Дрібнодисперсна добавка з топінамбура	
	заморожена	порошкоподібна
Вуглеводи, в тому числі:	17,1	73,6
інулін, %	6,7	25,6
загальний цукор, %	10,4	22,4
фруктоза, %	4,8	25,6
Білок, %	1,2	5,6
Целюлоза, %	0,8	3,6
Пектин, %	5,7	28,5
L-аскорбінова кислота, мг в 100 г	19,8	78,2
Фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), мг в 100 г	700,0	2800,0
Флавонолові глікозиди (за рутином), мг в 100 г	460,0	1800,0
Дубильні речовини (за таніном), мг в 100 г	540,0	2160,0
Зольність, %	1,6	6,8
Сухі речовини, %	28,2	94,5
Органічні кислоти, %	0,6	1,0

На нові добавки з топінамбура розроблена та затверджена нормативна документація (ТУ), проведена апробація у промислових умовах ТОВ «ФМ Хладопром». Нові добавки були використані при розробці технологій нових оздоровчих продуктів (комбінованих кисломолочних напоїв та порошкоподібних «Instant» нанопоїв).

У четвертому розділі «Розробка рецептур та технологій нових оздоровчих продуктів з використанням заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із топінамбура» наведено результати розробки технології, рецептур та технологічних схем виробництва нових оздоровчих продуктів – комбінованих кисломолочних напоїв (йогуртів) та порошкоподібних «Instant» нанопоїв з використанням як інновації заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура), які є джерелом пребіотичних речовин, а також натуральними структуроутворювачами та одночасно збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами, що дозволяє отримати продукти високої харчової та біологічної цінності без застосування синтетичних інгредієнтів, якість яких перевершує вітчизняні та закордонні аналоги.

Як основу для комбінованих кисломолочних напоїв в роботі запропоновано застосовувати молочну сироватку, що є джерелом повноцінного білку, широкого спектру мінеральних речовин, молочного цукру тощо. Для надання напоєм оригінальних смакоароматичних властивостей та подовження строків зберігання у рецептурі введено заморожені дрібнодисперсні добавки з гарбуза, яблук, апельсинів, лимонів, а також водно-спиртові фітоекстракти з нетрадиційної лікарської та пряноароматичної рослинної сировини (чебрецю, коріандру, кориці, куркуми, буркуну, цедри лимону та апельсину), що відрізняються високим вмістом ароматичних та біологічно активних фітокомпонентів. Розроблено 3 рецептури напоїв, визначено та обґрунтовано технологічні режими їх виробництва, підібрано обладнання. Особливістю технології виробництва є попередня підготовка заморожених дрібнодисперсних добавок з топінамбура та іншої плодоовочевої сировини шляхом введення в киплячий сироп. При цьому відбуваються одночасно два процеси: розморожування та пастеризація добавок, що сприяє збереженню біологічно активних та ароматичних фітокомпонентів на 85...88 %.

Вивчено якість одержаних кисломолочних напоїв. Показано, що за вмістом пребіотичних речовин та біологічно активних фітокомпонентів кисломолочні напої перевищують аналоги та можуть бути віднесені до оздоровчих продуктів. Так, у склянці (200 мл) напоїв міститься добова потреба L-аскорбінової кислоти (39,8...49,4 мг в 100 г) та β -каротину (5,2...6,5 мг в 100 г), а також пребіотичні речовини, фенольні сполуки, флавонолові глікозиди, дубильні речовини тощо.

На комбіновані кисломолочні напої розроблено нормативну документацію (ТУ) та проведено апробацію в промислових умовах ТОВ «Богодучівський молзавод».

Крім того, в завдання роботи входила розробка рецептури, технологічної схеми, технології виробництва та оцінка якості нових видів оздоровчих продуктів – порошкоподібних «Instant» нанопоїв із застосуванням порошкоподібних дрібнодисперсних добавок. Нанопої одержано шляхом комбінування у різному співвідношенні порошкоподібної дрібнодисперсної добавки із топінамбура та порошкоподібних добавок з інших видів плодоовочевої сировини, що, в свою чергу, тримані за інноваційною технологією з використанням комплексного впливу кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення. Показано, що розроблені «Instant» нанопої характеризуються високим вмістом пребіотичних речовин, біологічно активних фітокомпонентів, а також високою засвоюваністю організмом та розчинністю. Встановлено, що в 1 склянці (200 мл) відновлених «Instant» нанопоїв міститься 66...74 % добової потреби людини в L-аскорбінової кислоті, добова потреба в β -каротині, а також містяться пребіотичні речовини та інші біологічно активні фітокомпоненти. Таким чином, розроблені нанопої за своїм хімічним складом можуть бути віднесені до продуктів оздоровчої дії.

У п'ятому розділі «Впровадження результатів досліджень у практику, їх соціальна та економічна ефективність» розраховані економічні показники та визначена соціальна ефективність від впровадження нових технологій заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок і оздоровчих продуктів із інулінвмісної сировини (топінамбура) у виробництво. Так, економічний ефект від впровадження 1 т дрібнодисперсних добавок із топінамбуру складає: для замороженої – 14,56 тис. грн., порошкоподібної – 45,01 тис. грн. При продуктивності цеху 200 тон на рік (при 30 % рентабельності), річний прибуток від виробництва дрібнодисперсних добавок складе: за-

мороженої – 2,9 млн. грн. (ціна за 1 т. – 63,13 тис. грн.), порошкоподібної – 9,0 млн. грн. (ціна за 1 т. – 353,52 тис. грн.).

Розроблено та затверджено на рівні МОЗ України НД на заморожені дрібнодисперсні добавки з топінамбура (ТУ У 10.3-01566330-283:2013), 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».

ВИСНОВКИ

1. Розроблено наукове обґрунтування технології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура), що є джерелами пребіотичних речовин, а також натуральними структуроутворювачами та одночасно збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами. Виробництво нових добавок засновано на використанні процесів кріодеструкції та механоактивації під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення, спільне застосування яких призводить до часткової деструкції гетерополісахаридів (інуліну, целюлози), а також білку, пектинових речовин до їх окремих мономерів (фруктози, цукрів, α -амінокислот, розчинного пектину) та одночасного збільшення масової частки біологічно активних фітокомпонентів (фенольних сполук, дубильних речовин, L-аскорбінової кислоти тощо), а також до інактивації окислювальних ферментів, що дає можливість зберегти отриману високу харчову та біологічну цінність добавок протягом терміну зберігання.

2. 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) антиоксидантної та імуномодуючої дії.

3. Модельними дослідженнями показано, що заморожування до температури мінус 18°C традиційним способом в морозильній камері та кріогенним способом із застосуванням рідкого азоту призводить до збільшення активності окислювальних ферментів (пероксидази, поліфенолоксидази) топінамбура в 1,3...1,4 рази та встановлено, що застосування кріогенного «шокового» заморожування до температури всередині продукту в діапазоні від мінус 32 до мінус 35°C та нижче за рахунок процесів кріодеструкції призводить до інактивації ферментів, активність яких не відновлюється при подальшому дрібнодисперсному подрібненні.

4. Встановлено, що процеси кріодеструкції та механоактивації під час кріогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення топінамбура призводять до руйнування та часткової трансформації інуліну та інших важкорозчинних гетерополісахаридів топінамбура до їх мономерів (40...50% інуліна – до фруктози, 45...55% целюлози – до глюкози).

5. Встановлено, що під час криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення топінамбура за рахунок процесів кріодеструкції та механоактивації відбувається більш повне вилучення (в 3,0...3,5 рази) загальної кількості пектинових речовин із зв'язаного з іншими біополімерами стану у вільний та часткова трансформація (на 30...50 %) протопектину в розчинний пектин.

6. Встановлено, що під час криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення відбувається деструкція молекул білка до окремих мономерів (амінокислот) та часткова трансформація амінокислот із зв'язаної форми у вільну (на 45...55 %) при отриманні заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок.

7. Встановлено, що використання процесів кріодеструкції та механоактивації 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 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. Збільшення масової частки фітокомпонентів підтверджено методом ІЧ-спектроскопії.

8. Розроблено технологію заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура) з використанням кріодеструкції та механоактивації під час криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення, спільне застосування яких дозволяє інактивувати окислювальні ферменти, зберегти та збільшити у порівнянні зі свіжою сировиною харчову та біологічну цінність отриманих добавок; обґрунтовано технологічні процеси та технологічні параметри, розроблено технологічні схеми виробництва, вивчено якість при отриманні та зберіганні, розроблено нормативну документацію (ТУ), проведено апробацію в промислових умовах, розраховано ТЕО;

9. Розроблено рецептури, технологічні схеми та технології нових оздоровчих продуктів (комбінованих кисломолочних напоїв та порошкоподібних «Instant» нанопоїв) з використанням як інновації заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура), які є джерелом пребіотичних речовин, а також натуральними структуроутворювачами та одночасно збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами, що дозволяє отримати продукти високої харчової та біологічної цінності без застосування синтетичних інгредієнтів, якість яких перевершує вітчизняні та закордонні аналоги.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Л. О. Радченко та ін. Новий напрямок глибокої переробки харчової сировини: монографія. Х.: Факт, 2017. – 380 с. (Серія «Інновації при переробці плодів, овочів і молока»). *Внесок здобувача: участь у розробці криогенної технології отримання нанопорошків із топінамбуру з використанням рідкого та газоподібного азоту. Вивчення впливу кріомеханодеструкції на активацію гетерополісахаридбілкових наноконформацій під час розробки нанотехнологій рослинних добавок. Участь у розробці нанотехнології дрібнодисперсних добавок з використанням кріомеханічної модифікації.*

2. Энциклопедия питания. Т. 5: Биологически активные добавки / Под. общ. ред. Р. Ю. Павлюк; Сост.: Павлюк Р. Ю. и др. Х.: Мир Книг, 2017. – 406 с. *Внесок здобувача: збір та аналіз літературних даних щодо загальної характеристики топінамбура, його біологічно активних речовин, особливостей хімічного складу, лікувально-профілактичних властивостей, напрямів застосування, труднощів під час переробки та інновацій у технології переробки топінамбура у харчові оздоровчі продукти в легко-засвоюваній формі.*

3. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Бессараб О. С., Балабай К. С. та ін. Розробка нанотехнології дрібнодисперсних добавок з використанням кріомеханічної модифікації // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2014. №6/10 (72). С. 54–58. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз даних (IndexCopernicus, РИНЦ та ін.).** *Внесок здобувача: підбір рецептур, оптимальних технологічних режимів та обладнання при розробці нанотехнології дрібнодисперсних добавок з використанням кріомеханічної модифікації.*

4. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Бессараб О. С., Балабай К. С., Лосєва С. М. Вивчення впливу низькотемпературної обробки та кріодеструкції на збереження БАР та трансформацію інуліну під час розробки оздоровчих добавок із топінамбура // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ, 2014. Вип. 2 (20). С. 40–51. *Внесок здобувача: досліджено вплив низькотемпературної обробки та кріодеструкції на збереження БАР та трансформацію інуліну при розробці оздоровчих добавок із топінамбура.*

5. Павлюк Р. Ю., Бессараб О. С., Погарська В. В., Балабай К. С., Лосєва С. М. Розробка кріогенної технології нанопорошків із топінамбура з використанням рідкого та газоподібного азоту // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2015. №6/10 (78). С. 4–10. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз даних (Scopus, Ulrich's Periodicals Directory та ін.).** *Внесок здобувача: участь у розробці кріогенної технології отримання нанопорошків із топінамбура з використанням рідкого та газоподібного азоту.*

6. Pavlyuk R., Pogarskaya V., Bessarab A., Borysova A., Balabai K. Cryogenic technology of fine-dispersed powdered additives from topinambour // Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade. Kharkiv: KhDUKhT, 2015. Ed. 2 (22). P. 17–28. *Внесок здобувача: участь у розробці кріогенної технології дрібнодисперсних порошкоподібних добавок із топінамбура, дослідження їх якості.*

7. Pavlyuk R., Pogarska V., Balabai K., Pavlyuk V., Kotuyk T. The effect of cryomechanodestruction on activation of heteropolysaccharide-protein nanocomplexes during the development of nanotechnologies of herbal additives // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. №4/11 (82). P. 20–28. **Стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз даних (Scopus, Ulrich's Periodicals Directory та ін.).** *Внесок здобувача: дослідження, спрямовані на вивчення впливу кріомеханодеструкції на активацію гетерополісахаридбілкових нанокмплексів під час розробки нанотехнологій рослинних добавок.*

8. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Павлюк В. А. Вплив заморожування та ферментативного каталізу на руйнування гетерополісахарид-білкових нанокмплексів під час переробки топінамбура // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ, 2016. Вип. 2 (24). С. 178–198. *Внесок здобувача: дослідження деструктивних процесів нанокмплексів біополімерів під час переробки топінамбура.*

9. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Павлюк В. А. Вивчення процесів механохімії під час розробки кріогенної технології нанопорошків із топінамбура з пребіотичними властивостями // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ, 2016. Вип. 2 (24). С. 74–90. *Внесок здобувача: експериментальні дослідження впливу процесів механохімії на пребіотичні речовини нанопорошків із топінамбура.*

10. Pavlyuk R., Pogarskaya V., Pavlyuk V., Balabai K., Loseva S. The development of cryogenic method of deep treatment of inulin-containing vegetables (topinambour) and obtaining of prebiotics in the nanopowders form // Eureka: Life Sciences. 2016. №. 3. P. 36–43. **Стаття у виданні Естонської Республіки, яке включене до міжнародних наукометричних баз даних.** *Внесок здобувача: участь у розробці кріогенного методу глибокої переробки інуліновмісних овочів (топінамбура) та отриманні пребіотиків у наноформі.*

11. Pavlyuk R., Pogarska V., Balabai K., Loseva S. The impact of cryogenic freezing and non-enzymatic catalysis on destruction of inulin-proteic nanocomplexes of topinambour to monomers // *Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade*. Kharkiv: KhDUKhT, 2017. Ed. 1 (25). P. 7–26. *Внесок здобувача: експериментальні дослідження з визначення впливу криогенного заморожування та неферментативного каталізу на деструкцію інулін-білкових наноконкомплексів топінамбура до мономерів.*

12. Pogarska V., Mykhailov V., Pogarskii O., Balabai K., Kakadii I., Stukonozhenko T.. Natural healthful fruit and vegetable nanobeverages with a record amount of BAS for enterprises of restaurant business, tourism and fitness// *Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade*. Kharkiv: KhDUKhT, 2017. Ed. 2 (26). P. 21–36. *Внесок здобувача: участь у розробці технології натуральних плодоовочевих нанопаїв з рекордним вмістом БАР для закладів ресторанного бізнесу, туризму та фітнесу.*

13. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Погарський О. С., Стуконоженко Т. А. Какадій Ю. П. Вплив неферментативного каталізу на активацію гетерополісахаридбілкових наноконкомплексів при розробці нанотехнологій плодоовочевих добавок // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. Київ: НУХТ, 2017. Т. 23. № 5. Ч. 2. С. 149–161. **Стаття у фаховому виданні України, яке включене до міжнародних наукометричних баз даних (Index Copernicus, EBSCO host, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar).** *Внесок здобувача: проведення досліджень, спрямованих на вивчення впливу неферментативного каталізу на активацію гетерополісахаридбілкових наноконкомплексів при розробці нанотехнологій плодоовочевих добавок із топінамбура.*

14. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Павлюк В. А. Вплив заморожування та механолізу на деструкцію інуліну та збереження БАР при переробці топінамбуру // *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*. 2017. № 5, (4). P. 89–93. **Стаття у виданні Словацької Республіки.** *Внесок здобувача: проведення експериментальних досліджень з виявлення впливу заморожування та механолізу на деструкцію інуліну та збереження БАР при переробці топінамбуру.*

15. Павлюк Р. Ю., Погарская В. В., Таубер Р. Д., Балабай К. С., Боровий Т. Сенсаційні факти та відкриття прихованих форм БАР та пектинових речовин в плодах та овочах в кулінарії оздоровчих харчових продуктів // *Turystyka Hotelarstwo Gastronomia w Teorii i Praktyce*. Poznan: Wyzsza Szkola Hotelarstwa i Gastronomii. 2017. №16. P. 265–282. **Стаття у виданні Польської Республіки.** *Внесок здобувача: експериментальні дослідження з виявлення прихованих форм БАР та пектинових речовин в плодах та овочах під дією криогенної обробки.*

16. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Біленко Л. М., Погарський О. С., Какадій Ю. П., Балабай К. С., Гасанова Г. Е., Стуконоженко Т. А. Нове покоління натуральних оздоровчих нанопаїв із фруктів, ягід та овочів для закладів швидкого харчування // *Міжнародний кулінарний фестиваль у Харкові. KazanFireFest-2017. Кулінарні традиції та сучасні пріоритети в Україні, Європі та світі: інформаційно-довідкове видання*. Харків: ХТЕК КНТЕУ, 2017. С. 60–72. *Внесок здобувача: участь у розробці та дослідженні якості натуральних оздоровчих нанопаїв нового покоління із фруктів, ягід та овочів для закладів швидкого харчування.*

17. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Бессараб А. С., Балабай К. С., Лосева С. М. Холодильна нанотехнологія отримання із топінамбура дрібнодисперсних добавок з рекордним вмістом інуліну в розчинній формі // *Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві: Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 12–14 листопада 2014 р.: матеріали / Харк. держ. ун-т харч. та торг.* Харків, 2016. С. 151–152. *Внесок здобувача: участь у розробці холодильної нанотехнології переробки топінамбура на дрібнодисперсні добавки з рекордним вмістом інуліну в розчинній формі.*

18. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Лосева С. М. Розробка інуліновмісних наноструктурованих добавок із топінамбуру // *Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., 14 травня 2015 р.: тези у 2 ч. / Х.: ХДУХТ, 2015. Ч. 1. С. 100–101.* *Внесок здобувача: підбір технологічних режимів переробки топінамбуру на інуліновмісні наноструктуровані добавки.*

19. Павлюк Р. Ю., Балабай К. С. Використання інуліновмісних дрібнодисперсних заморожених добавок у технологіях нових видів оздоровчих нанопаїв // *Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки мо-*

лоді: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 2 квітня 2015 р.: тези у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2015. Ч. 1. С. 145. *Внесок здобувача: підбір рецептурних компонентів в оптимальному співвідношенні для нових видів оздоровчих напоїв з використанням інуліновмісних дрібнодисперсних заморожених добавок.*

20. Bessarab A., Pavlyuk R., Pogarska V., Balabai K., Baklan I., Galinska A., Benderska O. Mechanical and chemical processes during the development of cryogenic technology of nanopowders from topinambur with prebiotic properties // Food Science for Well-being: 8th Central European Congress on Food, 23-26 May 2016. Kyiv, 2016. P. 173. *Внесок здобувача: дослідження механохімічних процесів при розробці криогенної технології нанопорошків з топінамбура.*

21. Павлюк Р. Ю., Бессараб О. С., Балабай К. С., Галинська О. С. Розробка нанотехнології заморожених добавок із інуліновмісної сировини з використанням глибокої переробки сировини // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2016 р.: тези у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2016. Ч. 1. С. 135–137. *Внесок здобувача: вивчення показників якості у свіжій інуліновмісній сировині та у заморожених дрібнодисперсних добавках із неї.*

22. Павлюк Р. Ю., Балабай К. С. Порівняння ІЧ-спектрів дрібнодисперсних порошків – пребіотиків із топінамбуру з вихідною сировиною // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студ., 7 квітня 2016 р.: тези у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2016. Ч. 1. С. 145. *Внесок здобувача: спектроскопічний аналіз свіжого топінамбуру та дрібнодисперсних порошків.*

23. Павлюк Р. Ю., Поргаська В. В., Балабай К. С. Спектроскопічні дослідження якості біоїогуртів збагачених пребіотичними інулінвмісними та каротинвмісними замороженими нанодобавками // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 50-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі, 18 травня 2017 р.: тези у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2017. Ч. 1. С. 55. *Внесок здобувача: порівняння та науковий аналіз результатів ІЧ-спектроскопії біоїогуртів, збагачених пребіотичними інулінвмісними та каротинвмісними замороженими нанодобавками.*

24. Павлюк Р. Ю., Погарська В. В., Балабай К. С., Погарський О. С., Какадій Ю. П. Вплив неферментативного каталізу на активацію гетерополісахарид-білкових наноконкомплексів при розробці нанотехнологій плодоовочевих добавок // Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції: тези доп. Міжнар. наук.-технічна конф., присвяч. 40-вій річниці створення Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ, 7–8 листопада 2017 р.: програма та тези матеріалів. К.: НУХТ, 2017. С. 130. *Внесок здобувача: проведено дослідження гетерополісахарид-білкових наноконкомплексів в інуліновмісній сировині (бульбах топінамбуру) та плодоовочевих добавках.*

25. Пахуча Ю. С., Балабай К. С., Павлюк Р. Ю. Вплив криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на білки та амінокислоти топінамбуру при отриманні порошкоподібних нанодобавок // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студ., присвяч. 50-річчю заснування Харківського державного університету харчування та торгівлі, 6 квітня 2017 р.: тези у 2 ч. Х.: ХДУХТ, 2017. Ч. 1. С. 172. *Внесок здобувача: досліджено комплексний вплив криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на механоліз молекул білку та трансформацію амінокислот із зв'язаного стану у вільний при отриманні порошкоподібних нанодобавок.*

26. Омельченко М. О., Балабай К. С. Вивчення якості комбінованих кисломолочних напоїв з пребіотичними властивостями у порівнянні з аналогом // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, 19 квітня 2018 р.: тези у 2-х ч. Х.: ХДУХТ, 2018. Ч. 1. С. 122. *Внесок здобувача: проведено маркетингові дослідження ринку кисломолочних напоїв, порівняно їх якість з розробленими комбінованими кисломолочними напоями на основі сироватки з пребіотичними властивостями.*

АНОТАЦІЯ

Балабай К.С. Технологія заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок і оздоровчих продуктів із інуліновмісної сировини з використанням кріодеструкції та механоактивації. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2018 р.

Дисертація присвячена розробці технології заморожених та порошкоподібних дрібнодисперсних добавок із інуліновмісної сировини (топінамбура), що є джерелами пребіотичних речовин, а також натуральними структуроутворювачами та одночасно збагачувачами біологічно активними фітокомпонентами та виробництво яких засновано на використанні процесів кріодеструкції та механоактивації під час криогенного «шокового» заморожування та дрібнодисперсного подрібнення. Спільне застосування останніх призводить до часткової деструкції (на 50...70 %) гетерополісахаридів (інуліну, целюлози, пектинових речовин), а також білку до їх окремих мономерів (фруктози, цукрів, α -амінокислот, розчинного пектину) та одночасного збільшення (в 2...2,7 рази) масової частки біологічно активних фітокомпонентів (фенольних сполук, дубильних речовин, L-аскорбінової кислоти тощо). Паралельно відбувається інактивація окислювальних ферментів, що дає можливість зберегти отриману високу біологічну цінність добавок та оздоровчих продуктів з їх використанням (комбінованих кисломолочних напоїв і порошкоподібних «Instant» нанопоїв) протягом терміну зберігання. На отримані добавки та оздоровчі продукти з їх використанням розроблено нормативну документацію (ТУ), проведено апробацію в промислових умовах, розраховано ТЕО.

Ключові слова: кріодеструкція, механоактивація, криогенне «шокове» заморожування, дрібнодисперсне подрібнення, пребіотичні речовини, топінамбур, добавки, оздоровчі продукти

АННОТАЦИЯ

Балабай К.С. Технология замороженных и порошкообразных мелкодисперсных добавок и оздоровительных продуктов из инулинсодержащего сырья с использованием криодеструкции и механоактивации. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных и охлажденных пищевых продуктов. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2018.

Диссертация посвящена разработке технологии замороженных и порошкообразных мелкодисперсных добавок из инулинсодержащего сырья (топинамбура), являющихся источниками пребиотических веществ, а также натуральными структурообразователями и одновременно обогатителями биологически активными фитоконпонентами, производство которых основано на использовании процессов криодеструкции и механоактивации при криогенном «шоковом» замораживании и мелкодисперсном измельчении. Совместное применение последних приводит к частичной

деструкции (на 50...70 %) гетерополисахаридов (инулина, целлюлозы, пектиновых веществ), а также белка до их отдельных мономеров (фруктозы, сахаров, α -аминокислот, растворимого пектина) и одновременного увеличения (в 2...2,7 раза) массовой доли биологически активных фитокомпонентов (фенольных соединений, дубильных веществ, L-аскорбиновой кислоты и т.д.). Параллельно происходит инактивация окислительных ферментов, что позволяет сохранить полученную высокую биологическую ценность добавок и оздоровительных продуктов с их использованием (комбинированных кисломолочных напитков и порошкообразных «Instant» нонапитков) в течение срока хранения. На полученные добавки и оздоровительные продукты с их использованием разработана нормативная документация (ТУ), проведена апробация в промышленных условиях, рассчитано ТЭО.

Ключевые слова: криодеструкция, механоактивация, криогенное «шоковое» замораживание, мелкодисперсное измельчение, пребиотические вещества, топинамбур, добавки, оздоровительные продукты

ANNOTATION

K. S. Balabai Technology of frozen and powdered fine-dispersed additives and health-improving products from inulin-containing raw materials with the use of cryodestruction and mechanoactivation. – Manuscript.

Thesis for Candidate Degree of Technical Sciences by Specialty 05.18.13 – Technology of canned and cooled food products. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2018.

Thesis is devoted to the development of technology of frozen and powdered fine-dispersed additives from inulin-containing raw materials (topinambour), which can be simultaneously the source of prebiotics, natural structure-forming agents and enrichers of biologically active phytocomponents. The production of them is based on the use of processes of cryodestruction and mechanoactivation during cryogenic “shock” freezing and fine-dispersed grinding, the common application of which leads to a partial destruction of heteropolysaccharides (inulin, cellulose), as well as protein, pectin substances to their individual monomers (fructose, sugars, α -amino acids, soluble pectin). Besides it these processes lead to simultaneous increase of mass fraction of biologically active phytocomponents (phenolic compounds, tannins, L-ascorbic acid, etc.) and the inactivation of oxidative enzymes which allows keeping the high nutritional and biological value of the obtained additives and products with their use for the storage duration.

It is investigated that topinambour is a source of a complex of nondigestible food components – prebiotic substances (represented mainly by inulin, as well as cellulose, pectin substances and protein, the total mass fraction of which is 60...65 % of dry matter in the product) and biologically active phytocomponents (phenolic compounds, tannins, L-ascorbic acid, etc.) with antioxidant and immunomodulatory effects.

The model researches have shown that the freezing to a temperature -18°C by the traditional way in a freezing chamber and by the cryogenic method using liquid nitrogen leads to an increase of activity of the oxidative enzymes in topinambour 1,3...1,4 times and it is determined that the use of cryogenic “shock” freezing to the temperature $-32...-35^{\circ}\text{C}$ and below

inside the product leads to the inactivation of enzymes, the activity of which is not restored with further fine-dispersed grinding. The mechanism of it has been also found.

It is revealed that the use of cryodestruction and mechanoactivation during cryogenic "shock" freezing and fine-dispersed grinding leads to the destruction of 50...55 % non-digestible polysaccharide inulin, bound with the other biopolymers in nano-complexes into its individual monomers – easily digestible fructose.

It is determined that due to the processes of cryodestruction and mechanoactivation it occurs the more complete removal (3,0...3,5 times) of the total amount of pectin substances from the bound with the other biopolymers state into the free state and a part of protopectin (30...50 %) in topinambour is transformed into a soluble pectin during the cryogenic "shock" freezing and fine-dispersed grinding.

It is found that during the cryogenic "shock" freezing and fine-dispersed grinding it occurs the destruction of protein molecules to the individual monomers (amino acids) and their partial transformation (45...55%) from the bound form into a free form during the obtaining of frozen and powdered fine-dispersed additives. An increase of the mass fraction of α -amino acids is confirmed by the infra-red spectroscopy;

It is determined that the use of cryodestruction and mechanoactivation during the cryogenic "shock" freezing and fine-dispersed grinding of topinambour makes it possible to preserve, remove additionally and transform biologically active phytocomponents (phenolic compounds, tannins, L-ascorbic acid, etc.) from the bound with biopolymers in nanocomplexes state to a free state. It allows obtaining the frozen and powdered additives, which contain 1,7...2,2 times more of these substances than the original (fresh) raw materials.

The social and economic efficiency of development is proved. The normative documentation (technical specifications) was elaborated for frozen and powdered fine-dispersed additives, as well as for new healthful products with their use. The research results are implemented into production and educational process.

Keywords: cryodestruction, mechanical activation, cryogenic "shock" freezing, fine-dispersed grinding, prebiotic substances, topinambour, additives, health-improving products

Автор висловлює подяку доктору технічних наук, професору, заслуженому діячу науки і техніки України, лауреату Державної премії України в галузі науки і техніки, керівнику наукової школи та засновнику кафедри технологій переробки плодів, овочів і молока ХДУХТ Павлюк Раїсі Юріївні за надану можливість виконання дисертаційної роботи за тематикою своєї наукової школи, постійну допомогу та наукові консультації.

Автор висловлює подяку завідувачу кафедри технології консервування Національного університету харчових технологій професору Бессарабу Олександровичу Семеновичу за наукові консультації щодо особливостей технологічних процесів та апаратного забезпечення при розробці інноваційних ресурсощадних технологій перероблення та виробництва продуктів та інгредієнтів із топінambuру.

Підписано до друку 27.11.2018 р. Формат 60x90/16. Папір офсет. Друк офсет.
Ум.-друк. арк. __. Тираж 130 прим. Зам. № __

Видавець і виготівник
Харківський державний університет харчування та торгівлі,
вул. Клочківська, 333, Харків, 61051.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № ____ від ____ 2018 р.