

Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)3494-5-92;  
e-mail: ktpom@mail.ru.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.М. Михайловим.  
Отримано 1.08.2014. ХДУХТ, Харків.*

УДК 621.59:613.229:547.455.65

## **ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ ТА КРІОДЕСТРУКЦІЇ НА ЗБЕРЕЖЕННЯ БАР І ТРАНСФОРМАЦІЮ ІНУЛІНУ ПІД ЧАС РОЗРОБКИ ОЗДОРОВЧИХ ДОБАВОК ІЗ ТОПІНАМБУРА**

**Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарська, О.С. Бессараб, К.С. Балабай,  
А.О. Борисова, С.М. Лосєва**

*Запропоновано та розроблено нанотехнології дрібнодисперсних добавок із топинамбура у формі замороженого пюре та порошку сублімаційного сушіння з використанням низькотемпературної обробки, зокрема кріогенного «шокового» заморожування та низькотемпературного механічного подрібнення. Унікальна нова технологія дозволяє отримати добавки та продукти, які містять рекордну кількість фруктози у вільному стані: 50...55% інуліну трансформуються у фруктозу у вільному стані, яка легко засвоюється організмом людини та приводить до зниження глікемічного індексу й укріплення імунної системи.*

**Ключові слова:** кріогенне «шокове» заморожування, кріомеханодеструкція, топинамбур, інулін, фруктоза, дрібнодисперсне пюре, засвоюваність.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ И КРИОДЕСТРУКЦИИ НА СОХРАННОСТЬ БАВ И ТРАНСФОРМАЦИЮ ИНУЛИНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ДОБАВОК ИЗ ТОПИНАМБУРА**

**Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, А.С. Бессараб, Е.С. Балабай,  
А.А. Борисова, С.М. Лосева**

*Предложены и разработаны нанотехнологии мелкодисперсных добавок из топинамбура в форме замороженного пюре и порошка сублимационной сушки с использованием низкотемпературной обработки, в частности кріогенного «шокового» замораживания и низкотемпературного*

---

© Павлюк Р.Ю., Погарська В.В., Бессараб О.С., Балабай К.С., Борисова А.О., Лосєва С.М., 2014

механического измельчения. Уникальная новая технология позволяет получить добавки и продукты, которые содержат рекордное количество фруктозы в свободном состоянии: 50...55% инулина трансформируется во фруктозу в свободном состоянии, которая легко усваивается организмом человека и приводит к снижению гликемического индекса и укреплению иммунной системы.

**Ключевые слова:** криогенное «шоковое» замораживание, криомеханодеструкция, топинамбур, инулин, фруктоза, мелкодисперсное пюре, усвояемость.

## **STUDYING HOW LOW-TEMPERATURE PROCESSING AND CRYOGENIC DESTRUCTION INFLUENCE TO BAS PRESERVATION AND INULIN TRANSFORMATION DURING THE DEVELOPMENT OF HEALTHFUL ADDITIVES BASED ON TOPINAMBOUR**

**R. Pavlyuk, V. Pogarskaya, O. Bessarab, K. Balabai, A. Borysova, S. Loseva**

*Nanotechnology of fine-dispersed additives based on topinambour in the form of frozen puree and freeze-dried powder with the use of low-temperature processing, particularly cryogenic «shock» freezing and low-temperature mechanical grinding, is proposed and developed. A unique new technology allows to get additives and food products containing record amount of fructose in free condition: 50...55% of inulin is transformed into easily digestible fructose in free condition that reduces glycemic index and the immune system reinforcement. Simultaneously cellulose and protein destruction and degradation occur: 50% of cellulose is transformed into its monomers – glucose and 50% of protein is destroyed to separate free amino acids. It is also established that mechanical and cryogenic destruction, accompanying «shock» freezing and fine-dispersed grinding of topinambour, allows both to save all biologically active supplements such as phenolic compounds, ascorbic acid, tannins etc. and free-out them from the bound complexes with biopolymers or associates transforming them to free condition (their amount increases 1,7-2,2 times comparing with the original raw materials). It allows to cook product with new chemical composition and excellent consumer properties.*

**Keywords:** cryogenic «shock» freezing, cryomechanodestruction, topinambour, inulin, fructose, fine-dispersed puree, digestibility.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Робота досліджує закономірності впливу криогенного «шокового» заморожування і процесів криомеханодеструкції на біополімер інулін інуліновмісної сировини (топінамбура) та збереження біологічно активних речовин (БАР) під час отримання замороженого

дрібнодисперсного пюре, яке може використовуватись як самостійно в ролі добавки, так і як напівфабрикат під час отримання порошків за допомогою сублімаційного сушіння або з використанням розпилювальних сушарок.

Ученими Харківського державного університету харчування та торгівлі разом з спеціалістами Національного університету харчових технологій розроблено та запропоновано нанотехнології дрібнодисперсних добавок із топінамбура в формі замороженого пюре та порошку сублімаційного сушіння з використанням низькотемпературної обробки, зокрема кріогенного «шокового» заморожування та низькотемпературного механічного подрібнення. Унікальна нова технологія дозволяє отримати добавки та продукти, які містять рекордну кількість фруктози у вільному стані: 50...55% інуліну трансформуються у фруктозу у вільному стані, яка легко засвоюється організмом людини та приводить до зниження глікемічного індексу й укріплення імунної системи.

Актуальність дослідження пов'язана з тим, що глобальною проблемою, яка в цей час спостерігається в усіх країнах світу, є незбалансованість харчування і дефіцит у раціоні харчування повноцінних білків, вітамінів, мінеральних речовин та інших БАП, потреба в яких у населення України задовольняється всього на 50%. Крім того, в усьому світі відбувається зниження імунітету населення. З огляду на це, у багатьох країнах мають великий попит функціональні оздоровчі продукти харчування (особливо із фруктів та овочів, а також комбіновані молочно-рослинні продукти), спрямовані на зміцнення здоров'я. Цій проблемі в даний час приділяється велика увага в працях вітчизняних і зарубіжних учених.

Останніми роками в міжнародній практиці з'явилась низка БАД із топінамбура у формі порошку, пюре, сиропів, екстрактів, борошна та ін., які використовуються для виготовлення функціональних оздоровчих продуктів. Особливістю топінамбура, так само як і лікарської рослинної сировини, є те, що він має здатність чинити виражений терапевтичний або фармакологічний вплив на організм людини. Це пов'язано з особливістю його хімічного складу. Він характеризується високим вмістом інуліну (від 11 до 20%), побудованого із залишків фруктози. До складу топінамбура входять також мінеральні речовини, фенольні сполуки як низькомолекулярні, так і високомолекулярні, різні полісахариди, білок та ін.

Інуліновмісна сировина посідає особливе місце серед рослинної сировини, яка використовується для виготовлення функціональних оздоровчих продуктів. В Україні традиційним джерелом інуліну є

топінамбур та корінь цикорію. Інулін є природним лінійним полісахаридом, основним структурним мономером якого є залишки фруктози, з'єднані  $\beta$ -фруктозними зв'язками. Заведено вважати, що при споживанні продуктів харчування, збагачених інуліновмісною сировиною, з'являється можливість знижувати загальне вуглеводне навантаження на організм людини, що приводить до зниження глікемічного індексу і калорійності та значно посилює їх біологічну цінність. Ступінь засвоюваності інуліну топінамбура в організмі людини не до кінця зрозумілий і сьогодні ведуться численні науково-дослідні роботи з поглиблення знань з цього питання. Коротко зупинимось на деяких із них.

Відомо, що при споживанні топінамбура свіжого та переробленого (у формі порошків, борошна, пюре, сиропу та ін.) інулін і олігофруктози, які входять до його складу, збудовані із залишків фруктози та зв'язані  $\beta$ -фруктозидними зв'язками, не розщеплюється ферментами організму людини (ні в шлунку, ні в тонкому кишечнику) до фруктози. Тому інулін проходить шлях від ротової порожнини до товстого кишечника мало зміненим. Цей факт був доведений багатьма вченими різних країн світу: Зізеніц і Зіберт (1987 р.) De Nederlands Voedings-raad; Бемье і Паскаль (1990 р.), Британський Нітраціологічний фонд; Ріберфройд (1993 р., Англія); НПА «Одеська Біотехнологія» (Україна, м. Одеса, 2003 р.). Крім того, показано, що в товстому кишечнику інулін і олігофруктоза під дією кишкових бактерій повністю перетворюються головним чином на летючі жирні кислоти (оцтову, пропіонову, масляну та молочну), бактеріальну біомасу та газу. При цьому в товстому кишечнику спочатку під дією мікробних ферментів інулін перетворюється на фруктозу, яка є поживним середовищем для розмноження біфідобактерій та лактобацил. Отже, рослинний інулін слабо засвоюється організмом людини. За даними інших учених, інулін, потрапляючи в шлунково-кишковий тракт, не засвоюється, а в незначній кількості розщеплюється соляною кислотою та ферментами в кислому середовищі шлункового соку на короткі фруктозні ланцюжки та окремі молекули фруктози, яка залишилась нерозщепленою, потрапляють у кровоносні судини, а сам інулін швидко виводиться з організму, зв'язавши значну кількість непотрібних організму токсичних речовин, таких як важкі метали, кристали холестерину, радіонукліди, жирні кислоти, різні токсичні хімічні речовини та глюкозу. Відомо також, що існуючі технології переробки топінамбура на різні добавки у формі порошків, паст, борошна, пюре, екстрактів із використанням паротермічної обробки й сушіння не дозволяють частину інуліну перетворити на легкозасвоювану фруктозу.

Останнім часом були отримані позитивні результати під час обробки стружки топінамбура ферментними препаратами при отриманні сиропу: 10...15% інуліну трансформувалися в залишки фруктози. Але в міжнародній практиці ці методи переробки топінамбура не знайшли належного застосування. У ході переробки топінамбура на порошки, сиропи, пюре виникає ще одна важлива проблема – це потемніння продукту в результаті дії окислювальних ферментів. Іде пошук таких технологічних прийомів, які дозволили б інактивувати окислювальні ферменти та отримати кінцеві продукти високої якості. Крім того, при використанні теплових методів обробки топінамбура під час отримання різних продуктів із нього відбувається руйнування фруктози (від 10 до 20%).

Відомо, що найефективнішими способами переробки рослинної сировини під час отримання пюре є швидке «шокове» заморожування, яке забезпечує найкраще збереження вітамінів та інших БАР. Однак під час розморожування заморожених продуктів спостерігаються втрати клітинного соку і вітамінів, а гарантійні терміни зберігання замороженої продукції обмежені шістьма місяцями. За кордоном широко застосовується криогенне «шокове» заморожування, тобто заморожування із застосуванням криогенних рідин (рідкого азоту, рідкої вуглекислоти та ін.). В Україні цей спосіб заморожування поки не знайшов свого застосування, не розроблені також криогенні технології й не вивчені біохімічні та фізико-хімічні процеси під час отримання заморожених пюре. Аналіз даних фахової літератури показав, що відсутні холодильні технології переробки топінамбура, такі як криогенне шокове заморожування, сублімаційне сушіння, криогенне подрібнення.

Відомо, що одним з іновативних напрямів розвитку науки і техніки в міжнародній практиці є застосування способів дрібнодисперсного подрібнення, що приводять до процесів механодеструкції (у тому числі криодеструкції), механоактивації й механохімії, які проявляються в разі збільшення ступеня дисперсності подрібнених матеріалів, у результаті чого продукт набуває нових властивостей і перебуває в наноструктурованій формі. У цей час перспективні способи дрібнодисперсного подрібнення вже знайшли широке застосування в металургійній, текстильній, авіаційній, хімічній, будівельній галузі та ін. У харчовій промисловості ці процеси практично не досліджені.

У нашій роботі під час розробки технології дрібнодисперсних заморожених добавок із топінамбура в формі пюре та порошоків як інновацію було запропоновано використовувати «шокове» заморожування або криогенне «шокове» заморожування і низькотемпературне дрібнодисперсне подрібнення, що супроводжується

процесами кріодеструкції, механоактивації й механохімії. Комплексне використання дозволило розробити новий спосіб отримання консервованих добавок у формі дрібнодисперсного замороженого пюре та порошку з якісно новими, порівняно з вихідною сировиною, характеристиками та хімічним складом, які не можна отримати, використовуючи традиційні методи. Літературних даних щодо впливу низьких температур під час заморожування та дрібнодисперсного подрібнення на БАР та інулін топінамбура небагато і вони мають суперечливий характер. Ця галузь харчових технологій при використанні низьких температур мало досліджена. Технологія консервування і переробки плодів та овочів, зокрема топінамбура, традиційно більше орієнтовна на вивчення впливу високих температур (пастеризації, стерилізації, теплового сушіння та ін.) на якість рослинної сировини, збереження БАР та біополімерів. Проте переваги заморожування та дрібнодисперсного подрібнення є очевидними.

**Мета статті** – виявити закономірності впливу кріогенного «шокового» заморожування і процесів кріомеханодеструкції на біополімер інулін інуліновмісної сировини – топінамбура – та збереження БАР при отриманні замороженого дрібнодисперсного пюре, яке може використовуватись самостійно як добавка і як напівфабрикат при отриманні порошків за допомогою сублимаційного сушіння або з використанням розпилювальних сушарок.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Дослідження було проведене в ХДУХТ на кафедрі технологій переробки плодів, овочів і молока на базі двох науково-дослідних лабораторій кафедри «Інноваційні, кріо- та нанотехнології рослинних добавок та оздоровчих продуктів» і «Технології та біохімії фітоконцентратів».

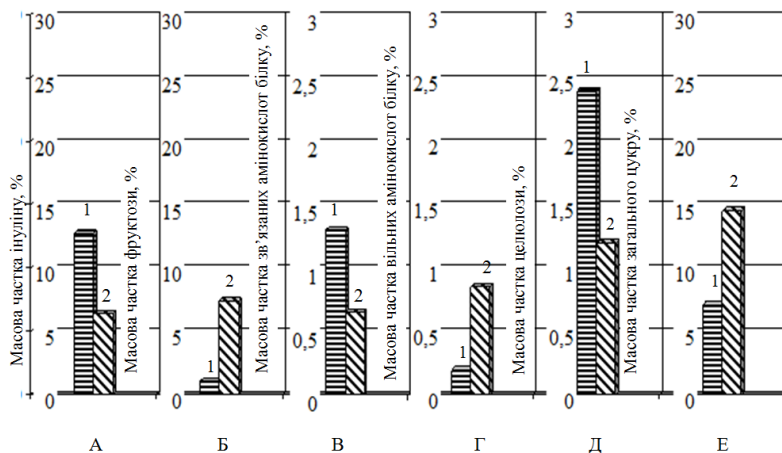
Роботу виконано з використанням сучасного обладнання, такого як кріогенний програмний заморожувач із комп'ютерним забезпеченням, низькотемпературний подрібнювач (Франція), кріогенний подрібнювач, біокулярний мікроскоп із програмним забезпеченням, відеокамерою та калібрувальною шкалою в мікрометровому та нанометровому діапазонах.

Наукові дослідження, наведені в цій статті, є продовженням роботи авторів з розробки холодильної технології переробки різних фруктів та овочів і дрібнодисперсних добавок у формі заморожених пюре та порошків, що увійшли в роботу, яка в 2006 році була удостоєна Державної премії в галузі науки і техніки України.

Головним при розробці технології дрібнодисперсних добавок із топінамбура у формі замороженого пюре та порошку з використанням заморожування, кріодеструкції та механодеструкції було повністю

виключити теплову обробку сировини, провести трансформацію інуліну в розчинну форму (у вільну фруктозу), інактивувати окислювальні ферменти, максимально зберегти БАР та збільшити ступінь їх вилучення з сировини, а також повністю виключити використання синтетичних харчових добавок.

Установлено, що при «шоковому» заморожуванні з використанням різних швидкостей заморожування до різних кінцевих температур у продукті (–18; –20; –25; –30; –40° С) та при дрібнодисперсному подрібненні топінамбура значна частина інуліну (50...55%) трансформується в розчинну вільну фруктозу (її кількість збільшується в 9...10 разів відносно вихідної фруктози у свіжому топінамбурі за рахунок неферментативного і некислотного руйнування β-фруктозних зв'язків в інуліні. Цей процес відбувається за рахунок механічного руйнування – механокрекінгу. Так, наприклад, у вихідній сировині (топінамбур) міститься 11,7...13,0% інуліну, після низькотемпературної обробки в пюре залишається 3,2...3,5% інуліну, а 9...10% його трансформується у вільну фруктозу (рис.). Установлено, що паралельно відбувається деструкція і деградація целюлози та білка: 50% целюлози трансформується до її мономерів – глюкози, 50% білка руйнується до окремих вільних амінокислот.



**Рис.** Вплив заморожування та кріомеханодеструкції на інулін (А) топінамбура та його трансформацію у вільну фруктозу (Б), на зв'язані амінокислоти білка (В) і трансформацію їх у вільні амінокислоти (Г) та на целюлозу (Д) і її механоліз до цукрів (Е); 1 – топінамбур свіжий; 2 – заморожене дрібнодисперсне пюре із топінамбура

Установлено, що нові добавки із топінамбура, отримані за холодильними технологіями, суттєво відрізняються від свіжого топінамбура (табл.). Вони характеризуються високим вмістом фруктози у вільному стані.

Таблиця

**Вміст БАР та харчових речовин у дрібнодисперсних добавках із топінамбура (у формі замороженого пюре та порошку)**

Найменування показника	Топінамбур свіжий	Дрібнодисперсне заморожене пюре з топінамбура	Дрібнодисперсний порошок із топінамбура
Вуглеводи, у тому числі:	17,1±0,5	18,4±0,6	73,6±0,5
інулін, %	12,8 ±0,5	6,4±0,1	25,6±1,5
загальний цукор, %	4,4±0,1	5,6±0,2	22,4±1,4
фруктоза, %	-	7,4±0,2	25,6±1,5
Білок, %	1,2±0,01	1,4±0,1	5,6±0,5
Целюлоза, %	2,0±0,1	0,8±0,01	3,6±0,1
Пектин, %	0,4±0,01	0,9±0,1	3,8±0,2

Так, у 100 г нової добавки із топінамбура у формі порошку масова частка фруктози становить 25...26%, у замороженому пюре 7...7,5%, а кількість біополімерів, таких як інулін, білок, целюлоза, зменшилась майже вдвічі порівняно з вихідною сировиною (при розрахунку на суху речовину).

**Висновки.** Одержані результати стали основою для розробки нових технологій отримання замороженого пюре та дрібнодисперсних порошоків із топінамбура для оздоровчого харчування з інуліном у легкозасвоюваній формі (до 50...55% у формі вільної фруктози). Вони чинять імуномодуючий, протипухлинний та детоксикуючий вплив на організм людини, що підтверджено медико-біологічними та клінічними випробуваннями в Інституті медичної радіології АМН України. Проведено випробування у виробничих умовах на НПП «КРІАС», та НВФ «ФІПАР» (м. Харків). Розроблено та затверджено НД (ТУУ 10.3–01566330) на дрібнодисперсне пюре із топінамбура; на його основі розроблено нові види оздоровчих продуктів (сиркові десерти, напої, нові види морозива та ін.).

**Список джерел інформації / Reference**

1. Павлюк Р. Ю. Разработка технологии консервированных витаминных фитодобавок и их использование в продуктах питания



профилактического действия : дис. ... д-ра техн. Наук : 05.18.13 : защищена 16.10.1996 / Павлюк Раиса Юрьевна. – Одесса, 1996. – 446 с.

Pavlyuk, R. YU. (1994), *Development of technology of canned vitaminous phytonutrients and their use in food products of preventive action: dissertation [Razrobotka tehnologii konservirovannih vitaminnih fitodobavok i ih ispolzovanie v produktah pitaniya profilakticheskogo deistviya: dis. ... doctor techn. nauk]*, ONAFT, Odessa, 446 p.

2. Павлюк Р. Ю. Новые технологии витаминных углеводсодержащих фитодобавок и их использование в продуктах профилактического действия : монография / Р. Ю. Павлюк, А.И. Черевко, И. С. Гулий ; ХГАТОП ; УГУПТ. – Х. ; К., 1997. – 285 с.

Pavlyuk, R., Cherevko, A., Guliy, I. (1997), *New technologies of vitaminous carbohydrate-containing phytonutrients and their use in food products of preventive action : monograph [Novye tehnologii vitaminyh uglevodsozderzhashchih fitodobavok i ih ispolzovanie v produktah profilakticheskogo dejstviya: monografija]*, Kh., K., 285 p.

3. Активация гидрофильных свойств каротиноидов растительного сырья : монография / В. В. Погарская, Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, В. А. Павлюк, Н. Ф. Максимова ; Харьк. гос. ун-т пит. и торговли ; Харьк. торг.-экон. ин-т Киевск. нац. торг.-экон. ун-та. – Х., 2013. – 345 с.

Pogarskaya, V., Pavlyuk, R., Cherevko, A., Pavlyuk, V., Maximova, N. (2013), *Activation of hydrophilic properties of herbal carotenoids: monograph [Aktivacija gidrofil'nyh svoystv karotinoidov rastitel'nogo syr'ja: monografija]*, Kharkov State University of Food Technology and Trade, Kharkov Trade and Economic Institute of Kyiv National Trade and Economic University, Kh., 345 p.

4. Товароведение и инновационные технологии переработки лекарственно-технического растительного сырья : учеб. пособие / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарская, В. В. Яницкий, В. А. Павлюк, Л. М. Соколова, Н. В. Коробец, Н. Ф. Максимова ; Харьк. гос. ун-т питания и торговли ; Харьк. торг.-эконом. ин-т Киевск. нац. торг.-экон. ун-та. – Х., 2013. – 429 с. – (Серия «Оздоровительные натуральные добавки и продукты питания»).

Pavlyuk, R., Pogarskaya, V., Janickiy, V., Pavlyuk, V., Sokolova, L. Korobets, N., Maximova, N. (2013), *Merchandizing and innovative technologies for processing of drug-technical herbal raw materials : [Tovarovedenie i innovacionnye tehnologii pererabotki lekarstvenno-tehnicheskogo rastitel'nogo syr'ja: ucheb. posobie]*, Kharkov State University of Food Technology and Trade, Kharkov Trade and Economic Institute of Kyiv National Trade and Economic University, Kharkov, 429 p.

5. Берестова А. А. Технологія дрібнодисперсних заморожених добавок із фруктів та їх використання в оздоровчих молочно-рослинних продуктах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / А. А. Берестова. – Х., 2014. – 24 с.

Berestova, A.A. (2014), *Tehnologiya dribnodispersnih zamorogjenih dobavok iz fruktiv ta ih vikoristannya v ozdorovchih molochno-roslinnih produktah: avtoref. dis. ... kand. techn. nauk]*, Kharkov, 24 p.

6. Кріомеханічна модифікація рослинних добавок та розробка нових видів вітамінізованого морозива / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська,

А. А. Берестова, Н. П. Максимова, К. С. Балабай // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2012. – Вип. 28. – С. 136–143.

Pavlyuk, R., Pogarskaya, V., Berestova, A., Maximova, N., Balabai, K. (2012), "Cryogenic mechanical modification of herbal additives and development of new types of ice-cream", *Equipment and technologies of food production*, Donetsk national University of Economics and Trade named. M. Tugan-Baranovsky, Donetsk, ed. 28, – pp. 136-143.

7. Нанотехнології заморожених пюре із плодів цитрусових з унікальними характеристиками / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Н. М. Тимофєєва, Н. П. Максимова, А. А. Берестова, Т. О. Борисенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2013. – Вип. 1 (17). – С. 27–35.

Pavlyuk, R., Pogarskaya, V., Timofeeva, N., Maximova, N., Berestova, A., Borisenko, T. (2013), "Nanotechnologies of frozen puree based on citrus fruits with unique features", *Progressive technique and technologies of food production in trade and catering industry*, Kharkov State University of Food Technology and Trade, Kh., ed. 1 (17), pp. 27-35.

8. Functional soft drinks and dressings nanotechnologies using whey and nanostructured fruit and vegetables puree / R.U. Pavlyuk, V.V. Pogarskaya, A.A. Berestovaya, I.S. Yurchenko // Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI століття : міжнар. наук.-практ. конф., 21 жовтня 2010 р.: тези доп. – Х.: ХДУХТ, 2010. – С. 37-38.

Pavlyuk, R.U., Pogarskaya, V.V., Berestovaya, A.A., Yurchenko, I.S. (2010), "Functional soft drinks and dressings nanotechnologies using whey and nanostructured fruit and vegetables puree", *New technologies of health food in XXI century* ["Nanotehnologii' funkcional'nyh bezalkogol'nyh napoi'v ta sousiv z vykorystannjam molochnoi' syrovatky ta nanostrukturovanogo plodoovochevogo pjure", *Novitni tehnologii' ozdorovchych produktiv harchuvannya HHI stolittja*], Kharkov State University of Food Technology and Trade, Kharkov, pp. 37-38.

**Павлюк Раїса Юрївна**, д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України, Заслужений діяч науки і техніки України, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@mail.ru.

**Павлюк Раїса Юрьевна**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, Заслуженный деятель науки и техники Украины, кафедра технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@mail.ru.

**Pavlyuk Raisa**, doctor of technical sciences, professor, the State Prize laureate of Ukraine, Honored figure of Science and Technology in Ukraine, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivskaya str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@mail.ru.

**Погарська Вікторія Вадимівна**, д-р техн. наук, проф., лауреат Державної премії України, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування і торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktrpom@mail.ru.

**Погарская Виктория Вадимовна**, д-р техн. наук, проф., лауреат Государственной премии Украины, кафедра технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktrpom@mail.ru.

**Pogarskaya Viktoriya**, doctor of technical sciences, professor, the State Prize laureate of Ukraine, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivskaya str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)3494-5-92; e-mail: ktrpom@mail.ru.

**Бессараб Олександр Семенович**, канд. техн. наук, проф., Заслужений працівник освіти України, кафедра технології консервування, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01601. Тел.: (044)289-73-33; e-mail: tk\_nuft@i.ua.

**Бессараб Александр Семенович**, канд. техн. наук, проф., Заслуженный работник образования Украины, кафедра технологии консервирования, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская, 68, г. Киев, Украина, 01601. Тел.: (044)289-73-33; e-mail: tk\_nuft@i.ua.

**Bessarab Olexandr**, candidate of technical sciences, professor, Honored Worker of education in Ukraine, Department of Technology Preservation, National University of Food Technologies. Address: Volodimirovskaya str., 68, Kyiv, Ukraine, 01601. Tel.: (044)289-73-33; e-mail: tk\_nuft@i.ua.

**Балабай Катерина Сергіївна**, асист., кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktrpom@mail.ru.

**Балабай Екатерина Сергеевна**, ассист., кафедра технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktrpom@mail.ru.

**Balabai Katerina**, assistant, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivskaya str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)3494-5-92; e-mail: ktrpom@mail.ru.

**Борисова Аліна Олексіївна**, доц., кафедра іноземних мов, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)3494-5-04; e-mail: inter-dep62@mail.ru.

**Борисова Алина Алексеевна**, доц., кафедра іностраних мов, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-04; e-mail: inter-dep62@mail.ru.

**Borysova Alina**, associate professor, Department of Foreign Languages, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivskaya str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)3494-5-04; e-mail: inter-dep62@mail.ru.

**Лосева Світлана Михайлівна**, кафедра технологій переробки плодів, овочів і молока, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@mail.ru.

**Лосева Светлана Михайловна**, кафедра технологий переработки плодов, овощей и молока, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@mail.ru.

**Loseva Svitlana**, chief of laboratory, Department of Technology Processing of Fruits, Vegetables and Milk, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivskaya str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: (057)3494-5-92; e-mail: ktppom@mail.ru.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.М. Михайловим.*

*Отримано 1.08.2014. ХДУХТ, Харків.*

УДК 577.353:615.453.2

## **ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ МЕХАНОХІМІЇ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ КВІТКОВОГО ПИЛКУ В ПОЛІВІТАМІННІ ДРІБНОДИСПЕРСНІ ПОРОШКОПОДІБНІ ДОБАВКИ**

**Р.Ю. Павлюк, Л.О. Чуйко, В.В. Погарська, В.А. Павлюк, Л.М. Соколова**

*Виявлено закономірності впливу дрібнодисперсного подрібнення та процесів механодеструкції і механоактивації на зберігання та трансформацію біологічно активних речовин і біополімерів (білка, клітковини, пектину) квіткового пилку під час отримання добавок у формі порошків, які можна використовувати як натуральні збагачувачі під час виготовлення різних продуктів оздоровчої дії. Розроблено нанотехнологію переробки квітового пилку в дрібнодисперсні порошкоподібні добавки з рекордними якісними характеристиками, яку впроваджено у виробництво на підприємствах України та Латвії.*

**Ключові слова:** квітковий пилко, дрібнодисперсні добавки, механохімія.