

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ГОРБАТЮК ЛЮДМИЛА ОЛЕГІВНА

УДК 664.994:547

**РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИСОКОВУГЛЕВОДНОГО ПОРОШКУ
БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ДІЇ ІЗ СТРУЖКИ ТОПІНАМБУРА**

05.18.05 – Технологія цукристих речовин

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ – 2003

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат технічних наук,
Грушецький Роман Іванович,
Національний університет харчових технологій,
старший науковий співробітник Проблемної
науково-дослідної лабораторії

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Руденко Віра Миколаївна,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри органічної хімії

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Купчик Лідія Андріївна,
Інститут сорбції та проблем ендоекології,
старший науковий співробітник
відділу сорбентів медичного призначення

Провідна установа: Український науково-дослідний інститут
цукрової промисловості Міністерства аграрної політики
України, м. Київ

Захист відбудеться “24” грудня 2003 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових
технологій за адресою:
01033, м. Київ – 33, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету
харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ – 33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “21” листопада 2003 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, к.т.н.

Кобилінська О.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми. Потреба у створенні дієтичних продуктів з високим вмістом інуліну і фруктанів, що засвоюються організмом людини без участі інсуліну, викликана зростаючим рівнем небезпечних ендокринообмінних захворювань (цукровий діабет, атеросклероз тощо) та вкрай обмеженим асортиментом таких оздоровчих продуктів на вітчизняному ринку.

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – одне з небагатьох природних джерел інуліну, продукти з якого відіграють важливу роль в нормалізації обмінних процесів. Тому розроблення технологій дієтичних продуктів на основі топінамбура для життєзабезпечення хворих з порушеннями обміну речовин і профілактичного харчування є актуальною і соціально важливою задачею.

Одним із напрямів промислової переробки топінамбура для тривалого зберігання може стати виробництво порошку із висушеної стружки з максимальним збереженням вуглеводного комплексу і природної біологічної активності вихідної сировини. Але до цього часу технологічні аспекти сушіння топінамбура не досліджені, характер хімічних та фізико-хімічних процесів, які при цьому відбуваються, не з'ясований, науково обґрунтована технологія порошку із стружки топінамбура не розроблена. Вирішенню цих важливих питань присвячується дана дисертаційна робота, виконана в Національному університеті харчових технологій (НУХТ).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика досліджень входила до планів науково-дослідних робіт Проблемної науково-дослідної лабораторії НУХТ, що виконувались у 1992-96 рр. за темою “Розробити технології виробництва продуктів з топінамбура дієтичного і лікувально-профілактичного призначення” (№ Держреєстрації в УкрІНТЕІ 02954000164).

Автор брала безпосередню участь в проведенні лабораторних досліджень і виробничих випробувань, обробці, аналізі і публікації отриманих результатів.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є наукове обґрунтування, розроблення і практичне впровадження технології порошку із стружки топінамбура з максимальним збереженням хімічного складу і природної біологічної активності сировини – дієтичного продукту, призначеного для безпосереднього споживання і використання як добавки у виробництві інших харчових продуктів з метою надання їм дієтичних властивостей.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

- аналіз існуючих і вибір раціонального способу сушіння стружки топінамбура, здатного забезпечити одержання високоякісного продукту і широке впровадження технології у масове виробництво України в сучасних умовах;
- дослідження характеру хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень біоорганічного комплексу топінамбура в залежності від температурного режиму сушіння і визначення меж максимально допустимої критичної температури ведення сушильного процесу для даного виду сировини;
- встановлення основних кінетичних закономірностей сушіння стружки топінамбура в умовах постійного і змінного температурного режиму та визначення оптимальних режимних параметрів сушіння;

- розроблення принципової технологічної схеми і основних технологічних параметрів виробництва порошку із стружки топінамбура;
- розроблення нормативно-технічної документації (НТД) на порошок із топінамбура і впровадження результатів наукової розробки у виробництво.

Об'єктом дослідження були свіжі бульби топінамбура, стружка із свіжих бульб, висушена стружка і порошок із неї.

В межах даного об'єкту дослідження *предметом дослідження* був технологічний процес одержання порошку з високим вмістом вуглеводів і збереженням природної біологічної активності із стружки топінамбура, заснований на застосуванні теплового сушіння.

Для досягнення поставленої в роботі наукової мети використані сучасні *методи* експериментальних досліджень: іонообмінної хроматографії, УФ-спектроскопії, атомно-абсорбційної спектроскопії, спектроскопії комбінаційного розсіювання, електронної мікроскопії, диференційно-термічного аналізу тощо.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше встановлений характер хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень біоорганічного комплексу топінамбура в залежності від температурного режиму конвективного сушіння і з'ясовані умови, що призводять до принципових негативних змін його хімічного складу. На цій підставі визначені межі термостійкості й максимально допустимої критичної температури сушіння, яка для стружки топінамбура становить 80...85 °С.

Встановлені основні кінетичні закономірності конвективного сушіння стружки топінамбура в залежності від параметрів сушильного агента і характеристик вологого матеріалу в умовах постійного і змінного температурного режиму. Для інтенсифікації сушіння стружки і збереження високої якості продукту доведено доцільність застосування двохступінчатого температурного режиму, яким передбачається встановлення підвищеної до 100 °С температури сушильного агента у першому періоді сушіння з обов'язковим її зниженням до максимально допустимого рівня 80...85 °С після досягнення матеріалом першого критичного вологовмісту.

Визначені відносні коефіцієнти сушіння стружки топінамбура для періоду спадаючої швидкості і одержані математичні залежності для розрахунку тривалості і швидкості сушильного процесу.

Оптимізовані режимні параметри конвективного сушіння стружки топінамбура за узагальненим якісно-економічним критерієм.

Розроблено принципову технологічну схему, засновану на застосуванні двохступінчатого конвективного сушіння, і основні технологічні параметри одержання високовуглеводного порошку із стружки топінамбура.

Доведено високу біологічну активність порошку із топінамбура та ефективність його застосування в дієтотерапії цукрового діабету і захворювань обміну речовин.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій. Достовірність одержаних наукових результатів, висновків і рекомендацій забезпечена використанням сучасних методів експериментальних досліджень, сучасних вимірювальних приладів, методів статистичної обробки

експериментальних даних, багаторазовою повторністю і адекватністю результатів лабораторних і промислових випробувань.

Наукове значення роботи. Наукове значення роботи полягає в тому, що отримані нові наукові дані про поведінку основних складових біоорганічного комплексу топінамбура в процесі теплового конвективного сушіння і кінетичних закономірностей цього процесу створюють наукове підґрунтя для подальшого розвитку технологій переробки топінамбура на продукти з низьким вмістом вологи і тривалим терміном зберігання, що є перспективним напрямом у виробництві продуктів харчування.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено спосіб одержання порошку з бульб топінамбура, захищений деклараційним патентом України №30733 А від 15.12.2000 р., і склад для сухого сніданку з використанням порошку, захищений патентом України № 23568 А від 31.08.1998 р.

Розроблено і затверджено комплект НТД на порошок із топінамбура, що дає можливість налагодження його промислового виробництва.

Технологія апробована у виробничих умовах на базі колективного підприємства “Джерело” в смт. Гребінки Васильківського р-ну Київської обл., де цілком підтверджено її дієздатність та ефективність.

За розробленою технологією здійснено промислову переробку топінамбура на ВАТ “Славутський цикорієсушительний завод” в м. Славута Хмельницької обл., в результаті якої вироблено 4,6 т порошку високої якості.

Проведено виробничі випробування одержання сухих продуктів екструзійної технології з порошком із топінамбура на Бориспільському заводі продуктів Київської обл., які підтвердили перспективність його використання у виробництві сухих сніданків.

Соціальний ефект від реалізації розробки полягає у створенні нового дієтичного продукту на основі топінамбура, виробництво якого сприятиме розширенню асортименту та більш повному задоволенню попиту населення України на продукти оздоровчого і профілактичного призначення.

Особистий внесок здобувача. В дисертаційну роботу увійшли результати багаторічних досліджень автора. Особистий внесок автора дисертаційної роботи полягає в її безпосередній участі в організації і проведенні наукових досліджень в лабораторних і виробничих умовах, обробці і узагальненні одержаних результатів, розробленні і затвердженні НТД, проведенні виробничих випробувань, публікації основних результатів роботи.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником к.т.н. Грушецьким Р.І. та д.т.н. Бобрівником Л.Д., дослідження кінетики сушіння топінамбура проведено у співавторстві з к.т.н. Бодровим В.С., визначення мінерального складу продуктів – з к.х.н. Хрістіансен М.Г. та к.х.н. Іщенко В.М., електронно-мікроскопічні дослідження – з к.т.н. Солов’янчиком І.В., спектроскопічні дослідження – з к.х.н. Климовичем В.М., оптимізацію – з к.т.н. Мірошником В.О., розробку складу для сухого сніданку – з д.т.н. Ковбасою В.М., медико-біологічні дослідження – з к.б.н. Мельником І.М.

Автор висловлює глибоку подяку к.т.н., пров.н.с. Ремесло Н.В. і д.т.н., проф. Бобрівнику Л.Д. за консультування під час роботи над дисертацією.

Апробація роботи. Основний зміст матеріалів дисертаційної роботи доповідався і обговорювався на науковій конференції «Научное обеспечение хранения и переработки сырья в пищевой промышленности» (Москва, 1991 р.), Всесоюзній науково-технічній конференції «Разработка комбинированных продуктов питания» (Кемерово, Росія, 1991 р.), Всеукраїнській науково-технічній конференції «Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість» (Київ, 1995 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Энергоресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья» (Мінськ, Білорусь, 1996 р.), ІХ Міжнародній конференції «Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв» (Одеса, 1996 р.), Міжнародному науковому семінарі «Інулін у харчуванні і медицині» (Київ, 1997 р.), Шостій міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості» (Київ, 1999 р.), Київській міській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Стратегія формування здорового способу життя» (Київ, 2000 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Оздоровлюющее природное харчування, розвантажувальна дієтотерапія» (Ужгород, 2000 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 15 друкованих працях, серед яких: 4 статті у виданнях, затверджених ВАК України, 2 патенти і 9 публікацій в матеріалах наукових конференцій.

Структура і об'єм роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Робота викладена на 160 сторінках основного тексту, містить 30 рисунків і 27 таблиць. Список літератури містить 194 вітчизняних та зарубіжних джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету і завдання дослідження, наукову і практичну цінність роботи.

У розділі 1 «Обґрунтування доцільності виробництва порошку із стружки топінамбура (огляд літератури)» охарактеризовані особливості хімічного складу бульб топінамбура як цінної сировини для виробництва порошку з високим вмістом вуглеводів інулін-фруктанового типу та біологічно активною дією на організм. Проаналізовані основні напрями технологічної переробки топінамбура в світі і перспективи використання продуктів із топінамбура в профілактично-лікувальному харчуванні. Розглянуті технологічні засади виробництва плодо-овочевих порошків, проаналізовані сучасні способи сушіння і види використовуваного обладнання, визначені їх переваги і недоліки. Висвітлені питання стосовно перетворень в хімічному складі, структурі та фізико-хімічних властивостях овочів і плодів в процесі теплового сушіння. На основі аналізу науково-технічної інформації визначено мету і задачі дослідження.

У розділі 2 “Об’єкти і методи дослідження” наведено характеристику об’єктів дослідження, якими були свіжі бульби топінамбура осіннього врожаю, стружка із свіжих бульб, висушена стружка і порошок із неї.

Викладена методика дослідження кінетичних закономірностей конвективного сушіння стружки топінамбура, описано устрій і принцип роботи лабораторної експериментальної сушильної установки.

Описано методи аналізу хімічного складу та фізико-хімічних властивостей досліджуваної сировини і сухих продуктів, зокрема вуглеводного складу, азотистих і пектинових речовин, мінерального і вітамінного складу, фізико-механічних характеристик порошку, регідраційної здатності, гігроскопічних властивостей, барвоутворення, термостійкості і характеру зв’язку вологи, структури рослинної тканини тощо.

Наведено методи математичної статистики, застосовані для вирішення оптимізаційних задач та методику оцінки ефективності інвестиційного проекту виробництва порошку із стружки топінамбура.

У розділі 3 “Дослідження хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень, що відбуваються в процесі конвективного сушіння топінамбура” з урахуванням специфіки складу і структури досліджуваної сировини обґрунтовано вибір конвективного способу сушіння стружки топінамбура, як найбільш поширеного, технічно оснащеного і порівняно недорогого способу, що відкриває перспективу широкого впровадження технології в масове виробництво. Вивчений характер хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень біоорганічного комплексу топінамбура в процесі теплового конвективного сушіння. Зокрема досліджені кількісні і якісні зміни в комплексі вуглеводів, азотистих і пектинових речовин топінамбура в залежності від температурного режиму сушіння стружки.

Одержані результати показали (рис. 1), що під час сушіння у вуглеводному комплексі топінамбура спостерігається поступова деполімеризація інуліну і високомолекулярних фруктанів (ВМФ) і їх перехід в низькомолекулярну форму. Паралельно цьому відбувається поступове витрачання низькомолекулярних фруктанів (НМФ), пов’язане, очевидно, з участю цукрів в реакціях меланоїдиноутворення, і, у деякій мірі, карамелізації, про що свідчить динаміка вмісту низькомолекулярної фракції у вуглеводному комплексі стружки. Особливої інтенсивності ці процеси набувають при температурі сушіння вище 90 °С.

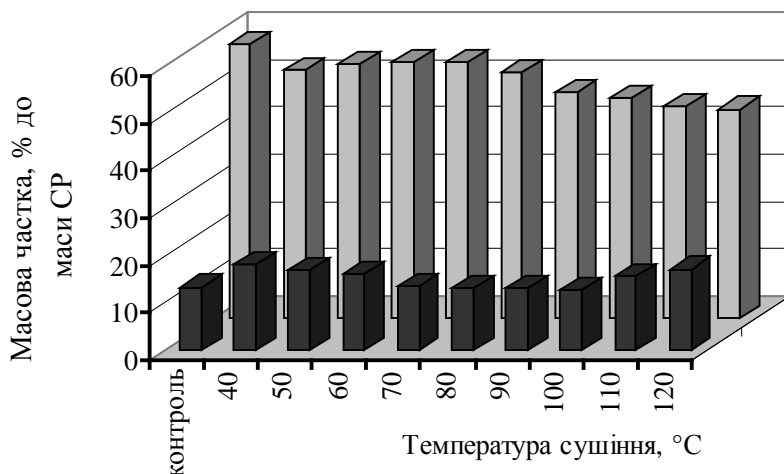


Рис.1. Вплив температури сушіння стружки топінамбура на вміст вуглеводів у висушених зразках: ■ НМФ □ ВМФ

На підставі досліджень впливу температури сушіння на азотисті речовини і амінокислотний склад топінамбура встановлено, що кількість загального азоту в процесі сушіння майже не змінюється, але співвідношення окремих його форм змінюється істотно в напрямку переходу з білкової в небілкову форму внаслідок теплової денатурації і гідролітичного розщеплення білків і пептидів (рис. 2). Зростання кількості небілкового азоту спостерігається в температурному інтервалі від 40 до 90 °С.

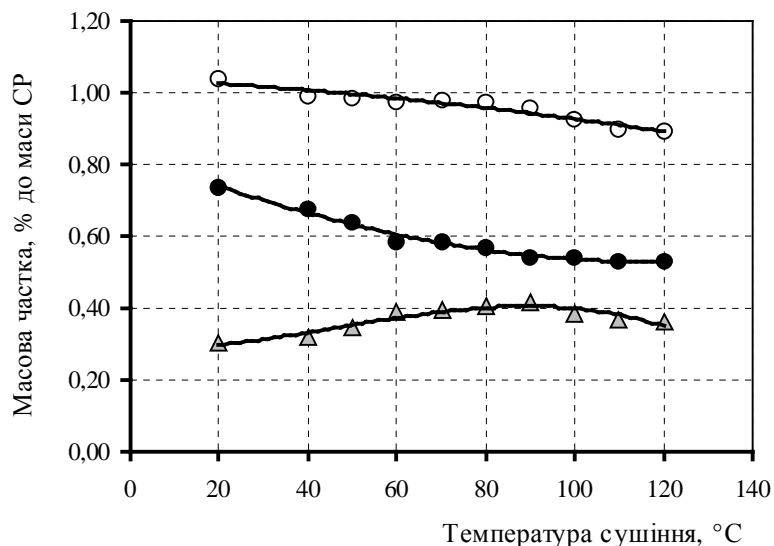


Рис. 2. Вплив температури сушіння стружки топінамбура на вміст азоту у висушених зразках:
 ○ загального ● білкового Δ небілкового

Збільшення температури сушіння понад 90 °С призводить до одночасного зменшення кількості білкових і небілкових азотистих сполук, що може бути пов'язано з витрачанням низькомолекулярних продуктів гідролізу білків у реакціях Майяра, утворенням летких азотвмісних продуктів або новоутворенням речовин колоїдного характеру.

Дослідженнями залежності вмісту пектинових речовин і співвідношення їх окремих фракцій від температури сушіння стружки топінамбура було встановлено, що під час сушіння відбувається поступовий гідроліз протопектину топінамбура і його перехід у водорозчинну форму. Деструктивна дія тепла на протопектин особливо посилюється з підвищенням температури сушіння понад 90 °С. При цьому можливі не лише структурні, але й істотні якісні зміни пектинових молекул (деметоксилювання, руйнування внутрішньо- та міжмолекулярних водневих зв'язків тощо).

Дослідження кінетики набухання і визначення констант швидкості набухання показали, що найвища регідраційна здатність була властива порошку із стружки топінамбура, висушеної при температурі 80 °С. Збільшення температури сушіння стружки до 100 і, тим більше, до 120 °С погіршувало регідраційну здатність порошку та призводило до істотного зменшення констант швидкості набухання, що може свідчити про ущільнення та деформацію структури рослинної тканини та незворотні зміни в комплексі біополімерів топінамбура.

Досліджені гігроскопічні властивості порошку із стружки топінамбура за ізотермами сорбції-десорбції водяної пари і розраховані деякі параметри цього процесу (табл. 1). На підставі отриманих даних було зроблено ряд практичних висновків. Встановлено, що сушіння стружки топінамбура при температурі 100...120 °С веде до значного зниження гідрофільності одержаного з неї порошку внаслідок деформації капілярно-пористої структури та зменшення

об'єму мікропор рослинної тканини. Визначено, що порошок із топінамбура має високу гігроскопічність, тому процеси його одержання слід проводити в умовах відносної вологості повітря не вище 75 %, а зберігання можливе лише в герметичній тарі.

Таблиця 1

Параметри процесу сорбції-десорбції вологи порошком із стружки топінамбура

Температура сушіння стружки, °С	Параметри сорбції-десорбції		
	Максимальна вологість порошку, %	Об'єм мікропор, см ³ /г	Характеристична енергія адсорбції, кДж/моль
40	30,0	0,063	7,55
60	30,0	0,069	7,63
80	30,0	0,069	7,74
100	28,0	0,060	7,68
120	27,0	0,054	7,53

Аналіз характеру поглинання і видалення вологи показав, що перший період сушіння стружки топінамбура, коли з матеріалу видаляється переважно вільна слабо зв'язана волога, можна проводити в більш жорстких температурних умовах. По закінченні цього періоду, коли починає видалятися волога гігроскопічного стану, температура вище 90 °С неприпустима, бо призводить до глибоких змін як в хімічному складі, так і в капілярно-пористій структурі рослинної тканини.

Методом диференційно-термічного аналізу досліджено термостійкість і характер зв'язку вологи в тканині бульб і порошках із стружки топінамбура. Встановлено, що температурний інтервал внутрішньомолекулярної дегідратації в моносахаридних кільцях порошку знаходиться в межах 150...196 °С. Подальше нагрівання викликає ендотермічне руйнування порошку: тління з відщепленням і спалахуванням летких продуктів термолізу. В цілому порошок із топінамбура характеризується значною термостійкістю і може використовуватись як добавка в складі харчових продуктів, що підлягають термообробці.

Для вивчення процесу барвоутворення досліджено спектральні характеристики в УФ (рис. 3) та видимій області спектру екстрактів порошку із стружки топінамбура в залежності від температурного режиму її сушіння. Аналіз одержаних спектральних кривих показав наявність характерних максимумів світлопоглинання, інтенсивність яких залежить від температури сушіння стружки і може свідчити про

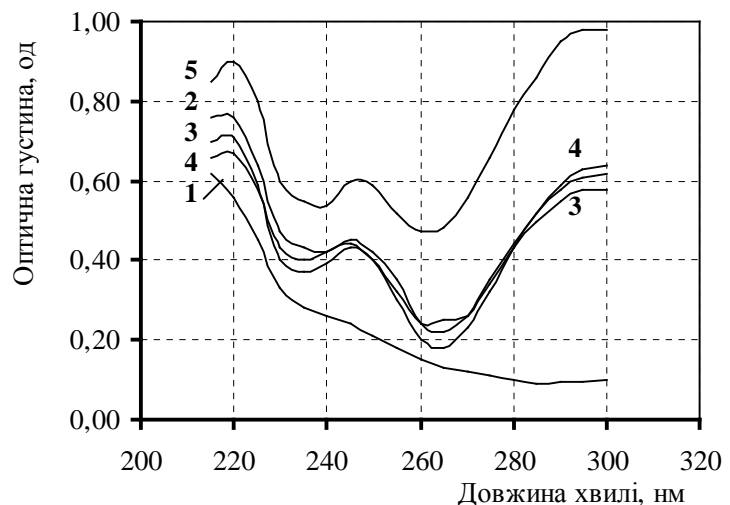


Рис. 3. УФ-спектри спиртових екстрактів порошку із стружки топінамбура, висушеної при температурі, °С:

1- контроль; 2 - 40; 3 - 80; 4 - 100; 5 - 120

те, що найбільш інтенсивне утворення і накопичення барвних речовин та інтермедіатів – їх попередників відбувалося при температурі сушіння 40...50 °С та 100...120 °С. В першому випадку ймовірною причиною потемніння продукту можна вважати ферментативне окислення поліфенольних сполук (ПФС). В інших випадках зростання кольоровості стружки може бути слідством формування проміжних і кінцевих забарвлених продуктів меланоїдинових реакцій на основі перетворень карбонільних і аміносполук, а також посилення процесу дегідратації цукрів, який при температурі 100...120 °С може призводити до їх карамелізації. Результатом цих перетворень є не лише зростання забарвленості, але й окислення ПФС, вітамінів, утворення різноманітних продуктів реверсії, а також важко перетравлюваних меланоїдинів, що знижує харчову і біологічну цінність кінцевого продукту. Щоб запобігти розвитку цих негативних процесів температура сушіння стружки топінамбура в умовах постійного температурного режиму не повинна перевищувати 80...85 °С.

Методом електронної мікроскопії досліджені структурні зміни тканини топінамбура під час сушіння. Порівняння клітинної структури тканини топінамбура в залежності від температурного режиму сушіння стружки показало, що найбільш сприятливим для збереження структури даного виду сировини виявилось сушіння при помірній температурі 80 °С. Це дозволило одержати продукт із задовільною розрихленою рівномірною пористою структурою. В результаті висушена стружка і порошок із неї мали високу регідратаційну здатність і відновлюваність при оводненні.

Для характеристики впливу температурного режиму сушіння на хімічний склад і перетворення біокомпонентів топінамбура був використаний метод лазерної спектроскопії комбінаційного розсіювання. З його допомогою було встановлено (рис. 4), що із збільшенням температури сушіння стружки до 90 °С і вище в хімічному складі топінамбура відбуваються принципові зміни в напрямку деполімеризації високомолекулярних вуглеводів, термічної дегідратації та інтенсивного окислення складових біоорганічного комплексу.

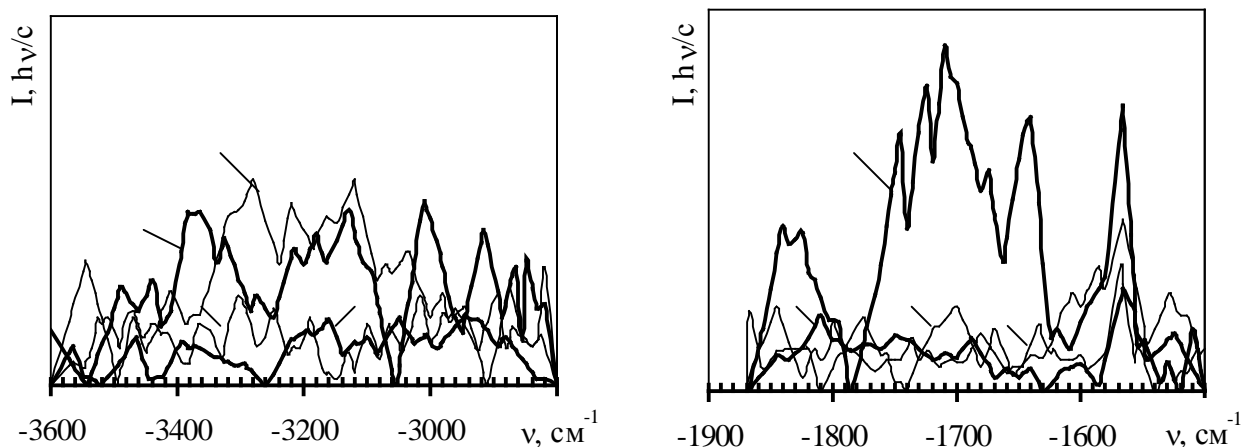


Рис. 4. КР-спектр порошку із стружки топінамбура, висушеної при температурі, °С: 1 – 60; 2 – 80; 3 – 100; 4 – 120.

Подальше підвищення температури сушіння призводило до поглиблення цих негативних процесів.

Таким чином на підставі зіставлення і узагальнення результатів проведених досліджень зроблено висновок, що температура сушіння стружки топінамбура в умовах постійного температурного режиму для одержання якісного продукту не повинна перевищувати величини 80...85 °С, яку для даного виду сировини можна вважати максимально допустимою критичною температурою.

У розділі 4 “Дослідження кінетичних закономірностей конвективного сушіння стружки топінамбура” обґрунтовано величину кінцевої вологості стружки топінамбура 6,0 %, яка повинна забезпечувати її високу мікробіологічну стабільність, стійкість до ферментативних і неферментативних хімічних змін, оптимальні для здійснення наступного подрібнення в порошок структурно-механічні властивості.

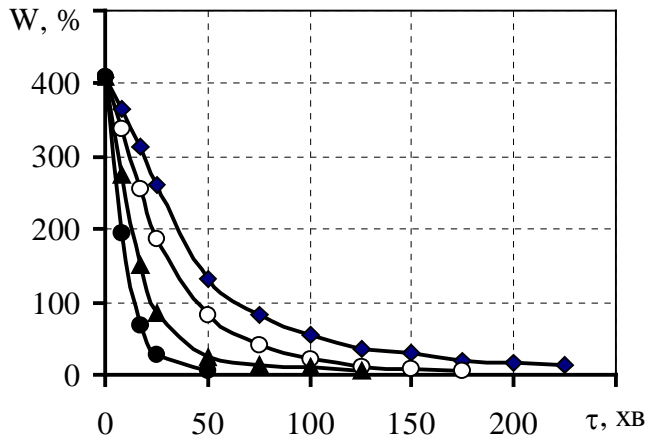


Рис. 5. Криві сушіння стружки топінамбура при температурі СА, °С:

◆ 40 ○ 60 ▲ 80 ● 120

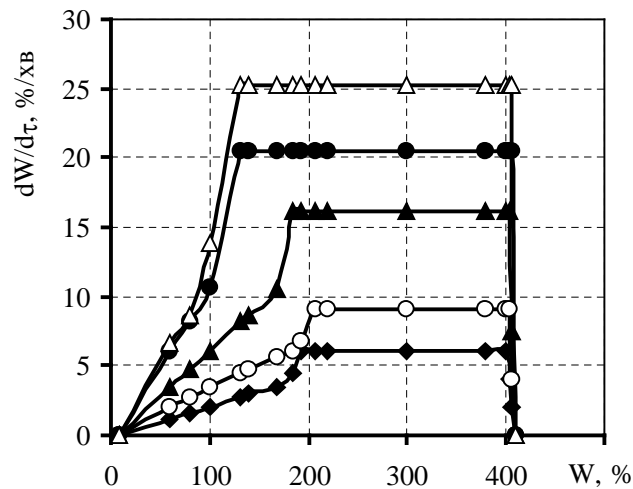


Рис. 6. Криві швидкості сушіння стружки топінамбура при температурі СА, °С:

◆ 40 ○ 60 ▲ 80 ● 100 ▲ 120

Зростанні тривалості сушіння, але збільшення температури СА до 100...120 °С призводить до побуріння і підгоряння сировини внаслідок глибоких змін в її хімічному складі.

Досліджено вплив параметрів сушильного агента (СА) і характеристик вологого матеріалу на кінетику сушіння стружки топінамбура.

Визначення впливу температури і швидкості руху СА в діапазоні 40...120 °С і 1,0...2,0 м/с на кінетику видалення вологи показало (рис. 5, б), що період постійної швидкості сушіння становить 13...22 % від загальної тривалості сушіння і закінчується при досягненні матеріалом першого критичного вологовмісту, який знаходиться в межах 130...180 %. Застосування теплоносія з температурою 40...60 °С не дозволяє або ускладнює висушування стружки до низької (6,0 %) кінцевої вологості. Підвищення температури СА значно інтенсифікує процес, що позначається в зростанні максимальної швидкості і скороченні тривалості сушіння, але збільшення температури СА до 100...120 °С призводить до побуріння і підгоряння сировини внаслідок глибоких змін в її хімічному складі.

Збільшення швидкості повітряного потоку прискорювало сушіння переважно у першому періоді розвинутої зовнішньої дифузії вологи. Тому на початковій ділянці сушіння слід забезпечити швидкість руху теплоносія в межах 2,0...2,5 м/с, а на ділянці низького вологовмісту з метою економії енерговитрат доцільно зменшувати її до 1,0...1,5 м/с. На якісні показники матеріалу зростання швидкості руху СА практично не впливало.

Досліджено вплив геометричних розмірів та висоти шару подрібненого матеріалу на кінетику сушіння стружки топінамбура. Встановлено, що подрібнення топінамбура на стружку з поперечним перерізом від 3 до 6 мм і сушіння її в шарі висотою 30...60 мм забезпечує видалення вологи з інтенсивністю, достатньою для досягнення необхідної величини кінцевої вологості 6,0 % з мінімальними втратами від соковиділення та утворення відходів під час різання.

З метою інтенсифікації сушильного процесу і збереження якості сухого продукту досліджено можливість застосування ступінчатих температурних режимів для сушіння стружки топінамбура. Аналіз кривих сушіння (рис.7) та показників якості висушеної стружки топінамбура (табл. 2) показав, що ефективним і доцільним можна вважати двохступінчатий температурний режим сушіння, який передбачає застосування СА з підвищеною до 100 °С температурою в першому періоді сушіння з наступним зниженням її до максимально допустимого критичного значення 80 °С після досягнення матеріалом першого критичного вологовмісту.

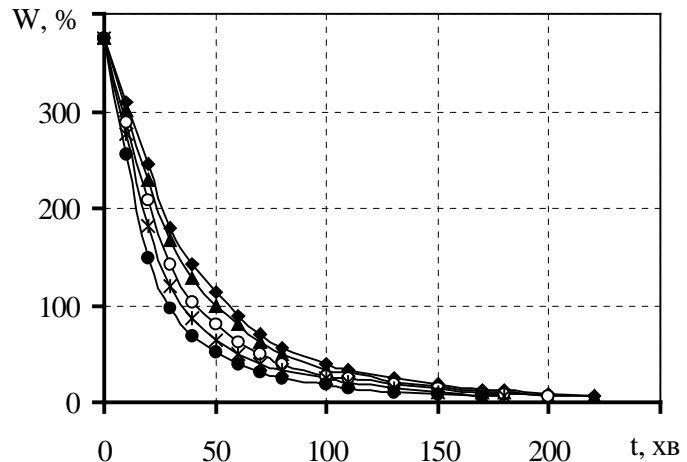


Рис. 7. Криві сушіння стружки топінамбура в шарі висотою 30 мм при температурному режимі:

- ◆ 80 °С
- 100...80 °С
- 120...80 °С
- ▲ 90...80 °С
- ✱ 110...80 °С

Таблиця 2

Вплив ступінчатих температурних режимів сушіння на органолептичні та фізико-хімічні показники якості висушеної стружки топінамбура

Показники якості	Температурні режими сушіння, °С				
	одноступінчатий, 80	двохступінчаті			
		90...80	100...80	110...80	120...80
<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
<u>Органолептичні:</u> колір	світло-кремовий	світло-кремовий	світло-кремовий	кремовий, наявні окремі підгорілі часточки	світло-коричневий, наявні підгорілі часточки

1	2	3	4	5	6
смак і запах	солодкуватий, властивий топінамбуру	солодкуватий, властивий топінамбуру	солодкуватий, властивий топінамбуру	солодкуватий з відтінком підсмаженого	солодкуватий з присмаком підсмаженого і підгорілого
<u>Фізико-хімічні:</u> -вміст ВМФ, % до маси СР	52,0	52,0	51,4	50,2	48,8
-кольоровість екстракту стружки, од. опт. густини (λ 365 нм)	1,02	1,04	1,08	1,14	1,26
-коефіцієнт набухання у воді (20 °С, 1:20, 4 год)	4,68	4,68	4,63	4,55	4,42

З метою математичного описання кінетики сушіння стружки топінамбура експериментальні кінетичні криві, отримані в різних температурних режимах, були узагальнені за методом Краснікова В.В., на підставі чого після відповідної обробки були визначені відносні коефіцієнти сушіння стружки топінамбура для періоду спадаючої швидкості і одержані експоненційні залежності для визначення величини узагальненої швидкості сушіння для різних діапазонів вологовмісту (табл. 3). Їх практична цінність полягає в тому, що вони входять до основних рівнянь кінетики і дозволяють розраховувати тривалість і швидкість сушіння стружки топінамбура в будь-який час при будь-якій зміні режиму.

Таблиця 3

Відносні коефіцієнти та узагальнена швидкість сушіння стружки топінамбура

Діапазон зміни вологовмісту, %	Відносні коефіцієнти сушіння			Значення узагальненої швидкості сушіння
	χ_2	χ_3	χ_4	
409...182	0,0018	0,0013	0,0008	$N^*=1,00$
182...57				$N^*=0,0891 e^{0,013 w}$
57...18				$N^*=0,0319 e^{0,031 w}$
18...4,5				$N^*=0,0056 e^{0,129 w}$

Для визначення оптимальних параметрів сушіння стружки топінамбура в умовах стаціонарного температурного режиму був використаний узагальнений критерій оптимізації, що об'єднав наступні локальні критерії: вміст ВМФ у сухому продукті; кольоровість екстракту висушеної стружки; енерговитрати на процес сушіння. Була побудована математична модель у вигляді сукупності поліноміальних рівнянь залежності локальних критеріїв оптимальності від двох факторів: температури СА та тривалості сушіння. Для розрахунку цільової функції здійснювали переведення натуральних значень локальних критеріїв в безрозмірну форму методом Харрінгтона за допомогою функції бажаності для чого були розроблені блок-схеми алгоритму і програма оптимізації мовою Basic. Визначені за допомогою узагальненого критерія значення режимних параметрів – температура СА 80,8 °С, тривалість сушіння 104 хв, забезпечують одержання продукту з найкращими показниками якості при мінімальних енерговитратах.

У розділі 5 “Організація дослідно-промислового виробництва порошку із стружки топінambuра” наведено розроблену на підставі проведених досліджень принципову технологічну схему (рис. 8) і основні технологічні параметри виробництва порошку із стружки топінambuра (далі по тексті – “порошку із топінambuра”), якими передбачено конвективне сушіння стружки в двохступінчатому режимі при температурі 100 ± 5 °С на ділянці постійної швидкості сушіння з наступним зниженням її до 80 ± 5 °С після досягнення матеріалом першого критичного вологовмісту до кінцевої вологості стружки 6,0 %, подальшого охолодження, подрібнення висушеного продукту в порошок, просіювання з проміжним відсівом крупних фракцій і поверненням їх на повторне подрібнення.

Охарактеризовані екологічні аспекти виробництва порошку, пов’язані з утворенням та утилізацією відходів, стічних вод, забруднень і викидів в атмосферу, які свідчать про достатній рівень екологічної чистоти та безпечності даного виробництва.

Представлені результати промислової апробації технології порошку із стружки топінambuра на технологічній лінії по виробництву порошків з яблук та овочів, розробленій ІТТФ НАН України, (КП “Джерело”, смт. Гребінки Васильківського р-ну Київської обл.), які повністю підтвердили її дієздатність та ефективність. На виробничій базі ВАТ “Славутський цикорієсушільний завод” (м. Славута Хмельницької обл.) за розробленою технологією здійснено промислову переробку топінambuра, в результаті якої одержано 4,6 т порошку з високими показниками якості. Наведені акти промислових випробувань.

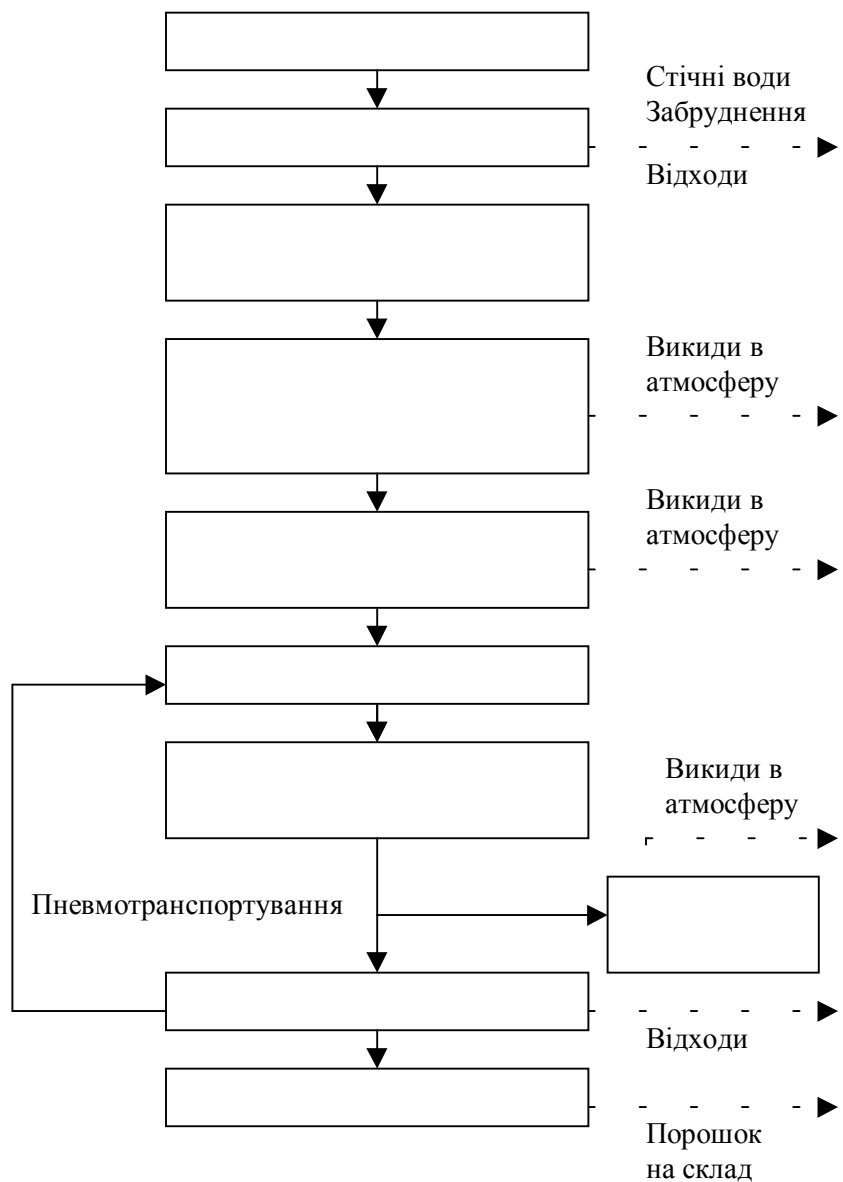


Рис. 8. Принципова технологічна схема виробництва порошку із стружки топінambuра

Порошок із топінамбура, одержаний у виробничих умовах, був досліджений за органолептичними, фізико-хімічними і фізико-механічними показниками якості. Вміст основних харчових речовин порошку в порівнянні із складом вихідної сировини наведено в табл. 4.

Як свідчать результати досліджень, запропонована технологія забезпечує добре збереження вуглеводного, амінокислотного і мінерального складу топінамбура (зокрема високий вміст інуліну та ВМФ, цинку, міді, заліза), які в комплексній взаємодії зумовлюють високу харчову цінність та біологічну активність порошку в нормалізації обмінних процесів. Вироблений продукт одержав високу гігієнічну оцінку Українського НДІ харчування і Державної санітарно-гігієнічної експертизи МОЗ України (висновки додаються), якими рекомендовано використання порошку із топінамбура в харчовій промисловості і харчуванні населення.

Таблиця 4

Хімічний склад бульб і порошку із топінамбура

Показники	Масова частка, % до маси СР	
	бульби (очищені)	порошок
Волога (% до маси продукту)	81,75	5,88
Вуглеводи	64,20	64,00
в тому числі:		
<i>високомолекулярні</i>	39,80	36,10
<i>низькомолекулярні</i>	24,40	27,90
Білкові речовини	10,12	9,47
Загальні ліпіди	1,72	1,70
Харчові волокна	15,00	14,89
в тому числі:		
<i>пектини</i>	3,56	3,35
Мінеральні речовини	5,87	5,85
Неідентифіковані речовини*	3,09	4,09

*Неідентифіковані речовини – органічні кислоти, нуклеїнові кислоти, ПФС тощо.

Представлені результати медико-біологічних і клінічних досліджень порошку із топінамбура, проведених спільно з Інститутом фармакології і токсикології АМН України та Інститутом ендокринології і обміну речовин МОЗ України, які підтвердили його високу біологічну активність та ефективність застосування в дієтотерапії цукрового діабету та атеросклерозу.

Розроблено і затверджено НТД: ТУ У 18 326-96 і ТІ на порошок із топінамбура, що дає можливість налагодження його промислового виробництва.

У виробничих умовах Бориспільського заводу продтоварів досліджено можливість застосування порошку із топінамбура у виробництві сухих продуктів екструзійної технології. Спільно із науковцями кафедри технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів НУХТ розроблено нову рецептурну композицію для сухого сніданку з порошком із топінамбура в кількості 15,5...16,0 %, захищену патентом України на винахід.

Визначені основні показники ефективності інвестицій у виробництво порошку із топінамбура: чистий приведений дохід 381,123 тис. грн, внутрішня норма рентабельності 60 %, індекс прибутковості 1,59, термін окупності 1,67 р. (простий) та 2,65 р. (дисконтний), які свідчать про високий рівень його економічної привабливості, значний запас фінансової і антиризикової стійкості.

Соціальний ефект від реалізації розробки полягає у створенні нового дієтичного продукту харчування на основі топінамбура, виробництво якого сприятиме покращенню якості життя та більш повному задоволенню потреб населення України в продуктах профілактично-оздоровчого призначення.

ВИСНОВКИ

В результаті теоретичних, експериментальних і виробничих досліджень, здійснених для вирішення поставленої в роботі наукової мети, розроблено технологію нового дієтичного продукту харчування – високовуглеводного порошку біологічно активної дії із стружки топінамбура, призначеного для безпосереднього споживання, а також використання як добавки в складі інших харчових продуктів з метою надання їм дієтичних властивостей.

1. Проведено комплексне дослідження характеру хімічних, фізико-хімічних і структурних змін біоорганічного комплексу топінамбура в залежності від температурного режиму конвективного сушіння. Встановлені умови процесу, що призводять до принципових незворотних змін хімічного складу топінамбура в напрямку термічної дегідратації та інтенсивного окислення його складових, на підставі чого визначені межі максимально допустимої критичної температури сушіння, яка для даного виду сировини становить 80...85 °С.

2. Досліджений вплив параметрів сушильного агента і характеристик вологого матеріалу на кінетичні закономірності конвективного сушіння стружки топінамбура. Доведено доцільність застосування ступінчатого температурного режиму із застосуванням підвищеної до 100 °С температури на ділянці постійної швидкості сушіння з наступним зниженням її до максимально допустимого значення 80 °С в періоді спадаючої швидкості сушіння для інтенсифікації сушильного процесу і збереження якості продукту.

3. Визначені відносні коефіцієнти сушіння стружки топінамбура для періоду спадаючої швидкості і одержані математичні залежності для розрахунку тривалості і швидкості сушильного процесу.

4. Визначені оптимальні параметри конвективного сушіння стружки топінамбура в умовах стаціонарного температурного режиму за узагальненим якісно-економічним критерієм: температура сушильного агента 80,8 °С, тривалість сушіння 104 хв, які забезпечують одержання продукту з найвищими показниками якості при мінімально можливих енерговитратах.

5. Розроблено принципову технологічну схему і основні технологічні параметри виробництва порошку із стружки топінамбура, якими передбачено конвективне сушіння стружки в двохступінчатому режимі при температурі 100±5 °С на ділянці постійної швидкості сушіння з наступним зниженням її до максимально допустимого значення 80±5 °С після досягнення матеріалом

першого критичного вологовмісту до кінцевої вологості 6,0 % з подальшим охолодженням і подрібненням висушеного продукту в порошок.

6. Промислова апробація розробленої технології на технологічній лінії КП “Джерело” (сmt. Гребінки Київської обл.) і Славутського цикорієсушильного заводу (м. Славута Хмельницької обл.) підтвердила її ефективність. На вироблений продукт одержано висновок Державної санітарно-гігієнічної експертизи МОЗ України, яким рекомендовано використання порошку із топінамбура в харчовій промисловості і харчуванні населення.

7. Проведені медико-біологічні і клінічні дослідження порошку із топінамбура спільно з Інститутом фармакології і токсикології АМН України та Інститутом ендокринології та обміну речовин МОЗ України, які підтвердили його високу біологічну активність та ефективність застосування в дієтотерапії цукрового діабету та інших захворювань обміну речовин.

8. Розроблено і затверджено НТД: ТУ У 18 326-96 і ТІ на порошок із топінамбура, що дає можливість налагодження його промислового виробництва.

9. Розроблено склад для сухого сніданку з використанням порошку із топінамбура в кількості 15,5...16,0 %.

10. Визначені основні показники ефективності інвестицій у виробництво порошку із топінамбура, які свідчать про високий рівень його економічної доцільності і привабливості для потенційних інвесторів.

Список праць, опублікованих за темою дисертації

1. Сипало Л.О., Бобрівник Л.Д., Бодров В.С., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Кінетичні та технологічні характеристики процесу конвективного сушіння інуліновмісної сировини – топінамбура // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: УДУХТ. – 1998. – Вип.43-44. – С. 82-88.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, участь в аналізі та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації.

2. Горбатюк Л.О., Бобрівник Л.Д., Бодров В.С., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Гігроскопічні властивості порошку з топінамбура // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: УДУХТ. – 2000. – Вип. 45. – С. 169-172.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, участь в аналізі та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації.

3. Горбатюк Л.О., Бобрівник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Зміна комплексу речовин колоїдної дисперсності топінамбура в процесі конвективного сушіння // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий журнал. – К.: УДУХТ. – 2001. - № 1 (46). – С.36-38.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, участь в аналізі та узагальненні їх результатів, підготовка матеріалів до публікації.

4. Горбатюк Л.О., Ремесло Н.В., Грушецький Р.І., Клімович В.М. Дослідження впливу процесу сушіння на хімічний склад топінамбура спектроскопічними методами // Наукові праці НУХТ. – К.: НУХТ. – 2002. - № 13. – С. 43-45.

- Особистий внесок:* проведення експериментальних досліджень, участь в аналізі та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації.
5. Патент на винахід 23568 А (Україна), МПК А 23 L 1/64. Склад для сухого сніданку / Н.Г.Миронова, В.М.Ковбаса, Л.О.Сипало, І.С.Гулий, Л.Д.Бобрівник, Н.В.Ремесло - № 97063296; Заявл. 27.06.97; Опубл. 31.08.98, Бюл. № 4.
Особистий внесок: участь у висуненні та обговоренні ідеї, проведенні виробничих досліджень, підготовка матеріалів до подання.
6. Деклараційний патент на винахід 30733 А (Україна), МПК А 23 L 1/214. Спосіб одержання порошку з бульб топінамбура / Л.О.Сипало, Л.Д.Бобрівник, Н.В.Ремесло, В.С.Бодров, І.С.Гулий, О.І.Сидорченко. - № 98042137; Заявл. 28.04.98; Опубл. 15.12.2000, Бюл. № 7-II.
Особистий внесок: проведення патентного пошуку, експериментальних досліджень, висунення та обговорення ідеї, підготовка матеріалів до подання.
7. Дробот В.И., Доценко В.Ф., Горбатюк Л.О. Перспективы использования топинамбурного сырья // Тез. докл. науч. конф. “Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности”. – М. – 1991. – С. 44-45.
Особистий внесок: участь в проведенні експериментальних досліджень, узагальненні результатів, підготовці матеріалів до публікації.
8. Доценко В.Ф., Горбатюк Л.О., Ефимов А.С., Мельник И.М. Новые виды сахаросодержащего сырья, перспективы использования // Тез. докл. четвертой Всесоюз. науч.-техн. конф. «Разработка комбинированных продуктов питания». – Кемерово. – 1991. – С. 153.
Особистий внесок: участь в проведенні експериментальних досліджень, узагальненні результатів, підготовці матеріалів до публікації.
9. Сипало Л.О., Ремесло Н.В., Бобрівник Л.Д. Дослідження деяких фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей порошку з бульб топінамбура // Тези доп. Всеукраїнської наук.-техн. конф. “Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість”. – Київ.: УДУХТ. – 1995. – С. 142.
Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, оброблення та узагальнення їх результатів, підготовка матеріалів до публікації.
10. Сипало Л.О., Бодров В.С., Бобровник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко Е.И. Процессно-технологические и энергетические характеристики конвективной сушки инулинсодержащего сырья – топинамбура // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. “Энергоресурсосберегающие технологии переработки сельскохозяйственного сырья”. – Минск. – 1996, Ч. II. – С. 140.
Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, участь в аналізі та узагальненні їх результатів, підготовка матеріалів до публікації.
11. Сипало Л.О., Бодров В.С., Бобрівник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Оптимізація процесу конвективного сушіння інулінвмісної сировини – топінамбура // Тези доп. IX Міжнар. конф. “Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв”. – Одеса. – 1996. – С. 88.
Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, оброблення та узагальнення їх результатів, підготовка матеріалів до публікації.

12. Sipalo L., Bodrov V., Remeslo N. Kinetic regularities of convection drying Jerusalem Artichokes being an inulin-bearing edible raw material // Abstracts of International workshop on inulin as medicine & food ingredient. – Kiev. – 1997. – P. 21.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, оброблення та узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації.

13. Горбатюк Л.О., Бобрівник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Змінювання вуглеводного комплексу топінамбура в процесі конвективного сушіння // Матеріали Шостої міжнар. наук.-техн. конф. “Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості”. – Київ.: УДУХТ. – 2000, Ч. II. – С. 24-25.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, участь в аналізі та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації.

14. Ремесло Н.В., Горбатюк Л.О., Гулий І.С., Мельник І.М., Грицай М.П. Топінамбур і амарант та продукти їх переробки в системі природного харчування та комплексного оздоровлення дітей і дорослих // Матеріали Київської міської наук.-практ. конф. з міжнар. участю “Стратегія формування здорового способу життя”. – Київ. – 2000. – С. 35-37.

Особистий внесок: літературний огляд, проведення експериментальних досліджень, участь в аналізі та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації.

15. Ремесло Н.В., Горбатюк Л.О., Гулий І.С., Мельник І.М., Грицай М.П. Перспективи використання топінамбура і амаранта та продуктів їх переробки у системі природного харчування та комплексного оздоровлення людей // Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. “Оздоровлююче природне харчування, розвантажувальна дієтотерапія”. – Ужгород. – 2000. – С. 90-94.

Особистий внесок: літературний огляд, проведення експериментальних досліджень, участь в аналізі та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації.

Горбатюк Л.О. Розроблення технології високовуглеводного порошку біологічно активної дії із стружки топінамбура. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05. – Технологія цукристих речовин, Національний університет харчових технологій, Київ, 2003.

Дисертацію присвячено розробленню технології нового дієтичного продукту – порошку із стружки топінамбура, з максимальним збереженням хімічного складу і біологічної активності вихідної сировини.

Здійснено комплексне дослідження хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень біоорганічного комплексу топінамбура в процесі конвективного сушіння. На цій підставі визначено межі термостійкості і максимально допустимої критичної температури сушіння для даного виду сировини.

Встановлено основні кінетичні закономірності конвективного сушіння стружки топінамбура в умовах постійного і змінного температурного режиму і

одержано математичні залежності для розрахунку кінетики сушильного процесу. Визначено оптимальні параметри сушіння стружки в умовах постійного температурного режиму.

Розроблено принципову технологічну схему і технологічні параметри виробництва порошку із топинамбура, апробовані у виробничих умовах. Наведені результати медико-біологічних досліджень порошку, які підтверджують його біологічну активність та лікувальну ефективність в дієтотерапії цукрового діабету. Розроблено склад для сухого сніданку з використанням порошку із топинамбура.

Ключові слова: топинамбур, вуглеводи, порошок, інулін, фруктани, конвективне сушіння, кінетика, хімічні перетворення, біологічна активність.

Горбатюк Л.О. Разработка технологии высокоуглеводного порошка биологически активного действия из стружки топинамбура. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05. – Технология сахаристых веществ, Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2003.

Диссертация посвящена разработке технологии нового диетического продукта – порошка из стружки топинамбура, сохраняющего углеводный комплекс и биологическую активность исходного сырья.

Обоснован выбор способа конвективной сушки стружки топинамбура, как наиболее приемлемого для получения порошка высокого качества и открывающего перспективу широкого внедрения технологии в массовое производство.

Проведены комплексные исследования химических, физико-химических и структурных превращений биоорганического комплекса топинамбура, в том числе изменений углеводного комплекса, белковых и пектиновых веществ, регидратационной способности, гидрофильных свойств, термостойкости и характера связи влаги с материалом, образования красящих веществ, структуры растительной ткани и др., в зависимости от температурного режима конвективной сушки. Установлены условия сушки, приводящие к принципиальным изменениям химического состава топинамбура вследствие термической дегидратации и интенсивного окисления составляющих биоорганического комплекса. На основании полученных результатов определены границы максимально допустимой критической температуры сушки, которая для стружки топинамбура составляет 80...85 °С.

Установлены основные кинетические закономерности конвективной сушки стружки топинамбура в условиях постоянного и переменного температурного режима. Доказана целесообразность применения двухступенчатого температурного режима сушки с установлением повышенной до 100 °С температуры в периоде постоянной скорости сушки с обязательным ее снижением до максимально допустимого уровня 80...85 °С в периоде убывающей скорости для интенсификации процесса сушки и сохранения высокого качества продукта. Определены относительные коэффициенты сушки стружки топинамбура и получены математические зависимости для расчета продолжительности и

скорости сушильного процесса. Оптимизированы параметры конвективной сушки стружки топинамбура в условиях постоянного температурного режима по обобщенному качественно-экономическому критерию.

Разработана принципиальная технологическая схема и основные технологические параметры производства порошка из стружки топинамбура, которыми предусмотрена сушка предварительно подготовленных и измельченных в стружку клубней в двухступенчатом режиме при температуре 100 ± 5 °С на участке постоянной скорости сушки с последующим ее снижением до 80 ± 5 °С после достижения материалом первого критического влагосодержания, до конечной влажности стружки 6,0 %, дальнейшим охлаждением, измельчением высушенной стружки в порошок и просеиванием с промежуточным отсевом крупных фракций и возвратом их на повторное измельчение. Охарактеризованы экологические аспекты производства порошка, связанные с образованием и утилизацией отходов, сточных вод, загрязнений и выбросов в атмосферу.

Представлены результаты промышленной апробации разработанной технологии на технологической линии по производству порошков из яблок и овощей КП «Джерело» (пгт. Гребенки Киевской обл.) и ОАО «Славутский цикориесушильный завод» (г. Славута Хмельницкой обл.), полностью подтверждающие ее эффективность. Исследование основных показателей качества порошка, полученного в условиях производства, показало, что предложенная технология позволяет хорошо сохранить углеводный, аминокислотный и минеральный состав топинамбура, которые в комплексном взаимодействии обеспечивают высокую пищевую ценность и биологическую активность порошка в нормализации обменных процессов.

Приведены результаты медико-биологических исследований порошка из топинамбура, подтверждающие его высокую биологическую активность и лечебную эффективность в диетотерапии сахарного диабета и атеросклероза.

Разработан и утвержден комплект НТД на порошок из топинамбура, что дает возможность наладить его промышленное производство.

Разработан состав для сухого завтрака, содержащий порошок из топинамбура в количестве 15,5...16,0 %.

Проведена оценка эффективности инвестиционного проекта производства порошка из топинамбура, подтверждающая его экономическую целесообразность и эффективность.

Ключевые слова: топинамбур, углеводы, порошок, инулин, фруктаны, конвективная сушка, кинетика, химические превращения, биологическая активность.

Gorbatyuk L.O. Development of technology of a high carbohydrate powder of biologically active action from a Jerusalem artichoke's chip. – Manuscript.

The thesis for the scientific degree of candidate of technical science on the speciality 05.18.05. – Technology of sugary substances, National University of Food Technologies, Kyev, 2003.

The thesis is devoted to development of the technology of a new dietary product – a powder of the Jerusalem artichoke's chip at most keeping a chemical structure and biological activity of initial raw materials.

It has been realized a complex researches of a chemical, physical-and-chemical and structural conversions of a bioorganic complex of Jerusalem artichoke in process of convective drying. On these grounds the borders of thermostability and at most permissible critical temperature of drying for the given kind of raw materials have been determined.

It was established a basic appropriates of convective drying of Jerusalem artichoke's chip in condition of constant and variable temperature regime and the mathematical dependences for account of kinetic drying process have been received. The optimum parameters of drying of chip in conditions of a constant temperature regime have been determined.

It was worked out a principle technological scheme and technological parameters of manufacture of the powder of Jerusalem artichoke's chip approved in production conditions. There have been given the results of medical-biological researches of powder confirming its biological activity and medical efficiency in diet therapy of sugar diabetes. The composition for the dry breakfast with the Jerusalem artichoke's powder has been developed.

Key words: Jerusalem artichoke, carbohydrates, powder, inulin, fructans, convection drying, kinetic, chemical transformations, biological activity.