

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

САМІЛИК МАРИНА МИХАЙЛІВНА

УДК: 664.86; 664.83

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙ В ПРОЦЕСАХ ПЕРЕРОБКИ
РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ЇЇ ПОХІДНИХ ПРОДУКТІВ**

Спеціальність – 05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та
фармацевтичних виробництв

РЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Київ – 2023

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Сумському національному аграрному університеті.
Міністерство освіти і науки України.

Опоненти: доктор технічних наук, професор, **Мирончук Валерій Григорович**, Національний університет харчових технологій, МОН України, м. Київ, професор кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування.

доктор технічних наук, професор, **Стаднік Ігор Ярославович**, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, МОН України, м. Тернопіль, професор кафедри обладнання харчових технологій

доктор технічних наук, професор, **Михайлов Валерій Михайлович**, Державний біотехнологічний університет, МОН України, м. Харків, проректор з наукової роботи, професор кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв.

Захист відбудеться «27» грудня 2023 року о 9⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.13 Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, аудиторія____.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, к.с.-г.н., доцент

Наталія СЛОБОДЯНЮК

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Створення ресурсозберігаючих способів переробки рослинної сировини та технологій біологічно повноцінних продуктів із доданою вартістю є одним з актуальних та пріоритетних напрямків сучасної харчової промисловості.

Протягом останніх 50 років у всьому світі спостерігається глобалізація агропромислового комплексу. Впровадження інновацій та стрімкий розвиток промисловості сприяли зміні клімату, деградації природних ресурсів, виснаженню ґрунтів, загостренню соціальної нерівності, втраті біорізноманіття та погіршенню здоров'я, пов'язаного із харчуванням. Незважаючи на постійне зростання числа новинок у сфері харчової політики, спрямованих на вирішення цих проблем за допомогою екологічно стійких інновацій, досі відсутні дослідження, які б пояснювали, як комплексно інтегрувати екотехнології у виробництві харчових продуктів та зменшити кількість ресурсів, а головним чином, які процеси мають бути в основі цих технологій. Важливо, щоб процеси переробки рослинної сировини сприяли збереженню її біологічної цінності. Перспективним шляхом вирішення цього завдання є впровадження нових процесів у типові технології харчових виробництв, а також інтеграція процесів однієї галузі в іншу.

Виробництво продуктів харчування спричиняє утворення щонайменше третини парникових газів у світі, потребує значних витрат води, сировинних та енергетичних ресурсів. Мінімізація відходів під час переробки та стабілізація харчових продуктів дозволить подолати глобальну продовольчу кризу. Ведеться велика інженерна робота по зменшенню споживання енергії на виробництво харчових продуктів. Не меншу роль відіграє оптимізація транспортування сировини та готових продуктів. Оскільки при транспортуванні створюється значний вплив на навколишнє середовище. Для розвитку оптимальної харчової системи необхідні дві передумови: забезпечити здатність до зберігання сировини (для переробки протягом року) та мінімізувати число відходів. Рослинні похідні продукти є багатим джерелом високоцінних сполук, які можуть використовуватися як природні антиоксиданти, консерванти та добавки в харчовій промисловості.

Сучасні способи переробки рослинної сировини мають певні недоліки, серед з яких можна виділити: неповне використання сировини та утворення великої кількості відходів, обмежений асортимент готових продуктів на основі овочів, майже повна відсутність продуктів із використанням дикорослої сировини.

Дослідження щодо збалансованого сталого управління харчовими відходами та використання альтернативних джерел вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, рослинного білка є актуальним для вітчизняної та світової харчової промисловості, продовольчої безпеки в цілому. Питання застосування інновацій в процесах переробки рослинної сировини та її похідних продуктів є до кінця невирішеним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася в межах: науково-технічної роботи за державним замовленням на науково-технічні (експериментальні) розробки та науково-технічну продукцію

0122U200866 «Розроблення технологій комплексної переробки рослинної сировини на харчові продукти» (№ ДЗ/125 - 2022 від 23 вересня 2022р.) за науковим напрямом «Рациональне природокористування»; науково-технічної роботи 0121U111511 «Управління промисловими відходами харчових виробництв» (2021-2024 рр), згідно з стратегічним пріоритетним напрямом інноваційної діяльності «Широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування доцільності застосування осмотичної дегідратації для переробки рослинної сировини та розроблення інноваційних технологій на основі її похідних продуктів.

У відповідності з поставленою метою були сформульовані такі задачі досліджень:

- провести аналітичні дослідження щодо доцільності повторної переробки та застосування вторинної рослинної сировини;
- обґрунтувати методики, створити експериментальну установку для дослідження впливу процесу осмотичної дегідратації на коренеплідні овочі та плоди дикорослих рослин;
- обґрунтувати доцільність застосування осмотичної дегідратації для переробки коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин:
 - встановити оптимальну концентрацію та кількість осмотичного розчину для зневоднення коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин;
 - встановити раціональну температуру та тривалість процесу осмотичної дегідратації коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин;
 - визначити оптимальну величину частинок коренеплідних овочів для осмотичної дегідратації;
 - дослідити кінетику процесу сушіння плодів дикорослих рослин після осмотичної дегідратації;
 - розрахувати матеріальний та енергетичний баланс процесу осмотичної дегідратації коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин;
- визначити біологічну цінність похідних переробки рослинної сировини (коренеплідних овочів, плодів дикорослих рослин);
- розробити математичну модель процесу осмотичної дегідратації;
- провести оптимізацію процесу осмотичної дегідратації;
- розробити способи виробництва харчових продуктів з доданою вартістю із використанням похідних переробки коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин;
- надати рекомендації промисловості щодо практичного використання процесу осмотичної дегідратації при переробці рослинної сировини;
- визначити ефективність витрат на наукові дослідження, розробку і її впровадження в умовах цукрового заводу.

Об’єктом досліджень є процеси заморожування, осмотичної дегідратації, сушіння; способи переробки рослинної сировини; похідні переробки рослинної сировини; технології застосування похідних переробки рослин.

Предметом досліджень є апарат для осмотичної дегідратації; порошки із коренеплідних овочів; цукати із коренеплідних овочів; похідні переробки плодів дикорослих рослин (частково зневоднені плоди, порошки, осмотичні розчини); показники якості похідних переробки коренеплідних овочів, плодів дикорослих рослин та харчових продуктів виготовлених на їх основі.

Методи дослідження натурні дослідження в промислових та лабораторних умовах, математичне моделювання, обчислювальний експеримент та оброблення результатів досліджень. Накопичення і аналіз інформації щодо об'єкту та предмету досліджень здійснювали емпірично-дослідним методом. Натурні експерименти здійснювалися за допомогою дослідної установки, виготовленої за розробленою нами конструкцією, в умовах пасивного експерименту. Оброблення експериментальних даних та розрахунки виконувались із застосуванням сучасних інтегрованих систем MathCAD 14, програми Microsoft Office Excel, редактора векторної графіки Microsoft Visio.

Наукова новизна отриманих результатів:

На основі теоретичних та експериментальних досліджень у роботі сформульовано та доведено такі наукові положення:

Раціональний спосіб переробки та застосування похідних продуктів рослинного походження дозволяє сформулювати науково-практичний напрям застосування промислових органічних відходів та отримати біологічно повноцінні продукти з доданою вартістю.

Осмотична дегідратація сприяє збільшенню інтенсивності зневоднення коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин, зменшенню енергетичних витрат на процес.

Застосування способу комплексної обробки плодів дикорослих рослин, який включає заморожування, осмотичну дегідратацію та сушіння сприяє збереженню біологічної цінності та органолептичних властивостей плодів дикорослих рослин.

Запропонований спосіб спрямований на максимальну екологізацію виробництва, зменшення числа відходів, а як наслідок – площі полігонів твердих побутових відходів.

В результаті комплексу аналітичних, експериментальних і виробничих досліджень вперше:

- розроблено конструкцію апарату для проведення осмотичної дегідратації, визначено вплив конструктивних та режимних параметрів на кінетику процесу зневоднення коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин;
- досліджено кінетику процесу сушіння плодів дикорослих рослин із застосуванням попереднього зневоднення шляхом осмотичної дегідратації;
- розраховано матеріальний та енергетичний баланс процесу зневоднення плодів дикорослих рослин за умов використання заморожування, осмотичної дегідратації та сушіння;
- обґрунтовано доцільність комплексної переробки коренеплідних овочів (буряків, моркви, селери, пастернака) та плодів дикорослих рослин (калини, обліпихи, бузини, горобини) без утворення відходів;

- доведено збереження біологічної цінності похідних переробки рослинної сировини при використанні осмотичної дегідратації;
- розроблено математичну модель та оптимальні параметри процесу зневоднення коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин із застосуванням осмотичної дегідратації;
- на основі запропонованого способу обробки рослинної сировини розроблено ряд інноваційних харчових технологій: хліба з підвищеним терміном придатності, збагаченого молока, збагаченого цукру, макаронних виробів із підвищеним вмістом харчових волокон, натуральних овочевих желейних виробів та цукатів, збагачених сухих сніданків, вермутів та десертного хліба;
- на основі принципу раціонального використання сировини розроблено модель переробки, що забезпечує мінімальний вплив на функціонування екосистеми;
- обґрунтовано економічну ефективність комплексної переробки плодів дикорослих рослин із застосуванням осмотичної дегідратації в умовах цукрового заводу.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечена проведенням натурних досліджень в промислових та лабораторних умовах, використанням сучасних методик досліджень та технічних рішень, математичних методів оброблення експериментальних даних, використанням метрологічно атестованої вимірювальної техніки і приладів, застосуванням сучасних інформаційних систем, адекватністю експериментальних даних і даних промисловості з розбіжністю 2-7 %.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблені раціональні режими процесу осмотичної дегідратації можна застосовувати не лише для зневоднення коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин, які були предметом дослідження.

Нова конструкція апарату для процесу осмотичної дегідратації вирішує задачу впровадження розробленого способу раціональної переробки рослинної сировини у різноманітних технологіях виробництва харчових продуктів. Результати розробки можливо масштабувати на виробництво будь-якої потужності. Розроблену математичну модель та параметри оптимізації можна адаптувати в будь-якій технології, що включатиме осмотичну дегідратацію плодів дикорослих рослин та коренеплідних овочів. Термін окупності впровадження способу в межах 3 сезонів роботи цукрового заводу.

Розроблені технологічні інструкції та технічні умови на виготовлення продуктів із застосуванням запропонованого раціонального способу обробки рослинної сировини, можуть бути використані виробниками харчових продуктів.

Екологічна ефективність розробленого способу полягає у зменшенні навантаження на навколишнє середовище за рахунок: скорочення витрат на вирощування сировини (при переробці плодів дикорослих рослин); зменшення логістичних витрат за рахунок комплексної переробки сировини та виробництва декількох різноманітних харчових продуктів в межах одного підприємства; скорочення енергоносіїв за рахунок інтенсифікації процесу зневоднення рослинної

сировини; зменшення числа органічних відходів, оскільки спосіб передбачає безвідходну переробку.

Соціально-економічна ефективність від впровадження розробок у практику полягає в розширенні асортименту харчових продуктів із доданою вартістю на основі нетрадиційної, але доступної сировини, збільшення числа зайнятого населення у сільській місцевості.

Реалізація роботи. Науково-технологічні розробки упроваджено: ФОП «Максименко А.О.» (Юнаківська сироварня), акт від 30.03.2020; ФОП «Марченко Ю.П.» (Сумські макаронні вироби), акт від 16.04.2020; ФОП «Опришко Д.В.» (Сумська крафтова сироварня) акт від 20.07.2022, 29.11.2022; ТОВ «Сумська паляниця», акти від 31.08.2023; ТОВ «Продовольча компанія «Зоря Поділля» (Гайсинський цукровий завод), акт від 29.08.2023, ТОВ «Радехівський цукор» (Збаражський цукровий завод), акт від 10.08.2023.

Особистий внесок здобувача полягає у формулюванні актуальності теми, наукової концепції роботи та її теоретичному та експериментальному підтвердженні, аналізі й узагальненні отриманих результатів, формулюванні висновків і пропозицій, у підготовці результатів досліджень до публікацій та складанні заявок на об'єкти інтелектуальної власності, розробці нормативної та технологічної документації, впровадженні науково-технічних розробок у виробництво.

Безпосередньо здійснювала наукове керівництво: аспіранткою Цзін Сюаньсюань в напрямку використання похідних переробки рослинної сировини та їх впливу на показники якості харчових продуктів; аспірантом Цируликом Р.В. в напрямку розробки способу переробки коренеплідних овочів та застосування їх похідних продуктів для збагачення молока; брала участь в постановці досліджень по розробці технологій із використанням похідних переробки плодів дикорослих рослин, які проводили аспіранти Демидова Є.В., Корнієнко Д.А. Надалі представляла з ними спільні доповіді на міжнародних конференціях. Самостійно узагальнила результати цих робіт і запропонувала спосіб переробки сировини в апаратах осмотичної дегідратації.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень, що включені до дисертації, було оприлюднено на: Міжнародній науково-практичній конференції «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience» (Влоцлавек, Польща, 2019); Міжнародній науково-практичній конференції «Science, engineering and technology: global and current trends» (Прага, Чехія, 2019); VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції» (Київ, Україна, 2019); Міжнародній конференції «Nanomaterials: Applications & Properties» (NAP-2020) (Суми, Україна, 2020); III Міжнародній науково-практичній конференції «Priority directions of science and technology development» (Київ, Україна, 2020); IV Спеціалізованому міжнародному запорізькому екологічному форумі «Еко Форум – 2020» (Запоріжжя, Україна, 2020); V Міжнародній науково-практичній конференції «Eurasian scientific congress» (Барселона, Іспанія, 2020); I Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових

виробництв» (Полтава, Україна, 2021); I Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, Україна, 2021); II Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інформаційні та інноваційні технології у готельно-ресторанному бізнесі, туризмі та дизайні» (Дніпро, Україна, 2021); Міжнародній науковій інтернет-конференції «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення» (Тернопіль, Україна – Переворськ, Польща, 2022); II Всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, Україна, 2022); XI Міжнародної науково-технічної конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції» (Київ, Україна, 2022); XV Міжнародній науково-практичній конференції «Innovations and prospects of world science» (Ванкувер, Канада, 2022); I Міжнародній науково-практичній конференції «Science and technology: problems, prospects and innovations» (Осака, Японія, 2022); X Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні проблеми теорії та практики експертизи товарів» (Полтава, Україна, 2023); III Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Інновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика» (Львів, Україна, 2023).

Публікації. Основні матеріали дисертаційної роботи опубліковано у 60 наукових працях, у тому числі: 2 монографії, 35 статей, серед яких 12 у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science, 18 у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б», 5 статей у наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлено дисертацію; 2 патенти України на винахід та 1 патент України на корисну модель; 20 тез доповідей та матеріалів конференцій, серед яких 1 у виданні, що включене до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, восьми розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 369 найменування, в т.ч. 286 іноземних, та 18 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 365 сторінок, обсяг основного тексту викладено на 295 сторінках, містить 121 рисунки та 29 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми, визначені мета та основні завдання досліджень, наукова новизна і практична цінність отриманих результатів.

У **першому розділі** проаналізовано тенденції у секторі харчової та переробної промисловості, обґрунтовано доцільність комплексної переробки рослинної сировини, повторного застосування побічних продуктів виробництва, сучасні способи переробки рослинної сировини (коренеплідних овочів, плодів дикорослих рослин). На основі проведеного аналізу сформульовано мету і задачі досліджень.

У **другому розділі** наведені методики проведення досліджень, описані засоби їх забезпечення. Представлено матеріали, що досліджувалися та способи їх

отримання: овочевих порошків (рис.1, 2) виготовлених із основної частини коренеплодів та їх шкірок; овочевих цукатів та розчини після осмотичної дегідратації овочів (рис.3, 4); порошки і осмотичні розчини із плодів дикорослих рослин (рис.5, 6).



Рис.1. Порошки із коренеплідних овочів: а – *Apium graveolens*; б – *Pastinaca sativa*; в – *Daucus carota*; г – *Beta vulgaris*



Рис.2. Порошки із шкірок коренеплідних овочів: а – *Apium graveolens*; б – *Pastinaca sativa*; в – *Daucus carota*; г – *Beta vulgaris*



Рис.3. Овочеві цукати: а – *Apium graveolens*; б – *Pastinaca sativa*; в – *Daucus carota*; г – *Beta vulgaris*



Рис.4. Розчини після осмотичної дегідратації овочів: а – *Apium graveolens*; б – *Pastinaca sativa*; в – *Daucus carota*; г – *Beta vulgaris*

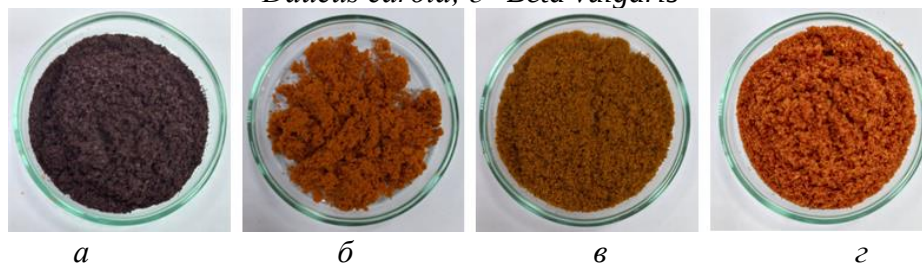


Рис.5. Порошки із плодів дикорослих рослин: а – *Hippophae rhamnoides* L.; б – *Viburnum opulus*; в – *Sambucus nigra*; г – *Sorbus aucuparia*



а б в з

Рис.6. Осмотичні розчини після дегідратації плодів: а – *Sambucus nigra*; б – *Sorbus aucuparia*; в – *Hippophae rhamnoides*; з – *Viburnum opulus*

Лабораторні експерименти проводили за розробленою методикою на дослідній установці (рис. 7).

Промислові дослідження запропонованих способів виробництва харчових продуктів проведено на підприємствах Сумщини: ФОП «Опришко Д.В» (Сумська крафтова сироварня); ФОП «Максименко А.О.» (Юнаківська сироварня); ФОП «Марченко Ю.П.» (Сумські макаронні вироби). При виконанні експериментальних досліджень використовували прилади та устаткування навчально-наукової лабораторії крафтових технологій та гастрономічних інновацій Сумського національного аграрного університету та виробничих лабораторіях підприємств, на яких здійснювалася апробація розроблених способів збагачення харчових продуктів.

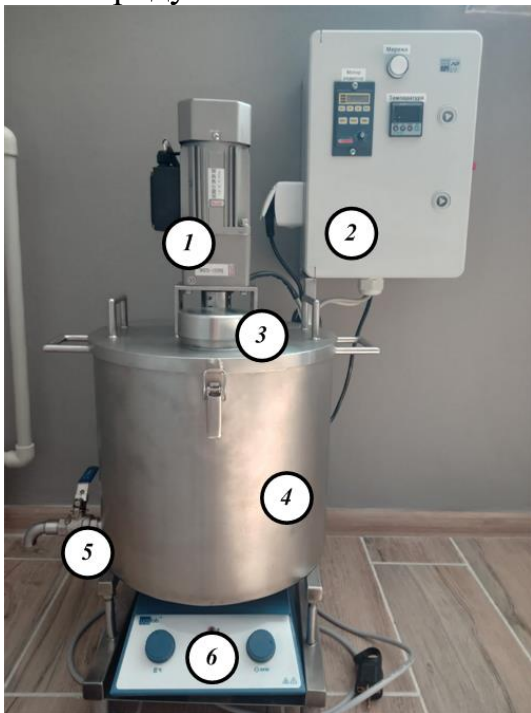


Рис. 7. Лабораторна установка для дослідження процесу осмотичної дегідратації рослинної сировини

На основі лабораторних аналізів визначили режими процесу осмотичної дегідратації рослинної сировини за відомими та розробленими нами методиками. Обчислювальні експерименти здійснювали за допомогою розробленої нами математичної моделі.

У третьому розділі запропоновано спосіб переробки рослинної сировини: коренеплідних овочів (буряка, моркви, пастернака, селери) та плодів дикорослих рослин (калини, бузини, обліпихи, горобини) із застосуванням осмотичної дегідратації. Шляхом лабораторних експериментальних досліджень встановлено раціональні параметри даного процесу (температура зневоднення 50°C, концентрація

цукрового розчину – 70%, гідромодуль – 1, тривалість процесу при зневодненні коренеплідних овочів – 2 год, плодів дикорослих рослин – 1 год, форма і розмір овочевої сировини – кубики 5×5×5 мм).

Розроблено конструкцію апарату для проведення осмотичної дегідратації (рис.8). Апарат оснащений двома мішалками: якірною для ефективного

перемішування суміші осмотичного розчину та рослинної сировини та магнітною з нагрівною поверхнею, яка забезпечує рівномірне прогрівання суміші.

Переваги запропонованої конструкції апарату для осмотичної дегідратації:

- магнітний якір, який занурений у розчин, вкритий тефлоном. Таке покриття запобігає будь-яким хімічним реакціям із сумішшю, що перемішується. Це покриття гарантує, що мішалка залишається інертною та не забруднює розчин;
- порівняно із іншими громіздкими пристроями, магнітна мішалка відрізняється простотою очищення та стерилізації, її можна легко вийняти з рідини;
- принцип роботи магнітної мішалки базується на фундаментальних властивостях магнітних полів, включаючи притягання між протилежними зарядами та відштовхування між однаковими зарядами. Використовуючи ці принципи, магнітна мішалка полегшує перемішування та змішування розчинів;
- за рахунок системи нагріву і одночасного перемішування, яке забезпечується магнітною мішалкою, підтримується задана температура, суміш розчину та рослинної сировини відповідає встановленому технологічному режиму;
- оскільки магнітна мішалка розміщена під ситом, не утворюються застійні зони, які характерні для шнекових апаратів;
- рослинна сировина, що зневоднюється, знаходиться всередині сита і рівномірно змішується з осмотичним розчином за рахунок рамної мішалки. Крім того, сито забезпечує відокремлення осмотичного розчину від частково зневодненої сировини після осмотичної дегідратації.

Розраховано матеріальний та енергетичний баланс процесів зневоднення. Встановлено кількість вологи, яка видаляється із рослинної сировини при заморожуванні, дефростації, осмотичній дегідратації та сушінні. Доведено, що застосування осмотичної дегідратації дозволяє скоротити тривалість сушіння та енерговитрати на зневоднення. При застосуванні осмотичної дегідратації для зневоднення коренеплідних овочів загальні енерговитрати знижуються на 1,12 кВт. При зневодненні плодів дикорослих рослин – на 5,75 кВт.

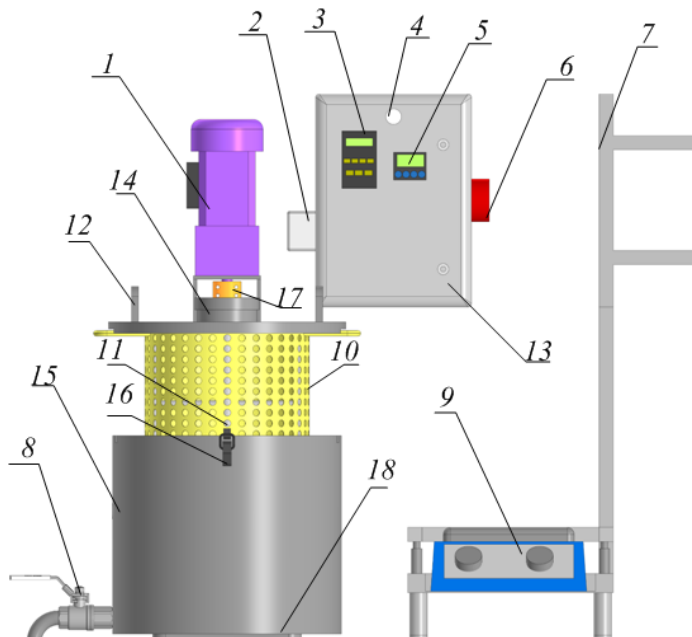
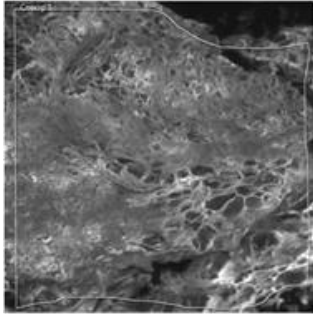
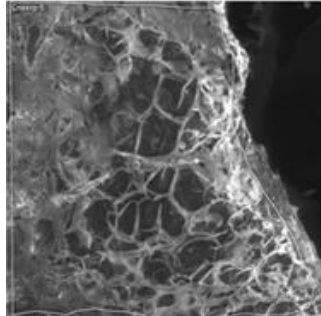


Рис. 8. Схема апарату для проведення осмотичної дегідратації: 1 – мотор-редуктор; 2 – роз'єм електричної мережі; 3 – контролер запуску; 4 – індикатор мережі; 5 – індикатор температури; 6 – вимикач; 7 – металічна опора; 8 – кран зливний; 9 – магнітна мішалка з підігрівом поверхні; 10 – сито; 11 – мішалка; 12 – кришка з ручками; 13 – щит керування; 14 – завантажувальний отвір; 15 – циліндричний сталевий корпус; 16 – затискачі кришки; 17 – площадка під мотор-редуктор; 18 – орієнтуюча рамка

У четвертому розділі обґрунтовано доцільність переробки і використання похідних переробки овочів. Аналіз мікроструктури (рис.9–12) показав, що порошки виготовлені із основної частини коренеплодів та їх шкірок можуть використовуватися для виробництва багатьох харчових продуктів (в якості стабілізаторів структури, емульгаторів, вологоутримувачів та згущувачів).

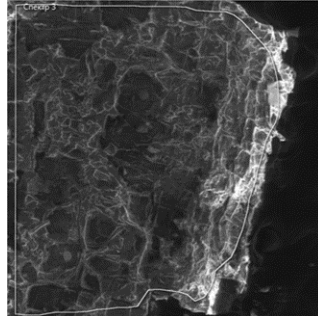


а

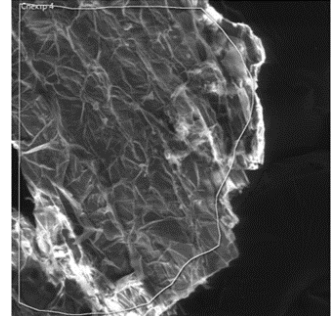


б

Рис.9. Мікроструктура бурякового порошку:
а – коренеплоду, б – шкірки

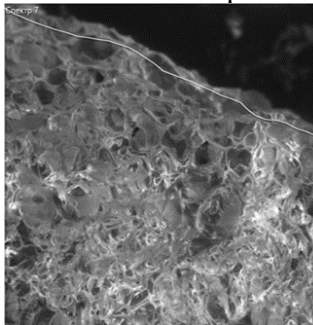


а

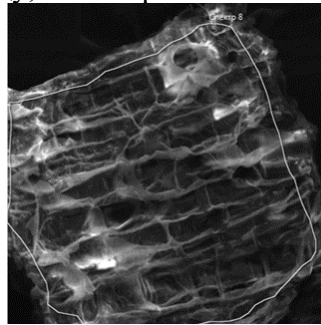


б

Рис. 10. Мікроструктура морквяного порошку:
а – коренеплоду, б – шкірки

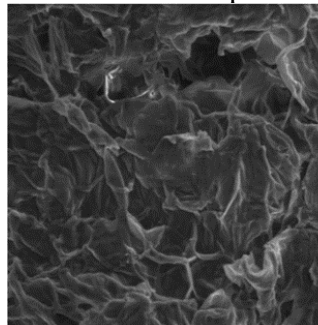


а

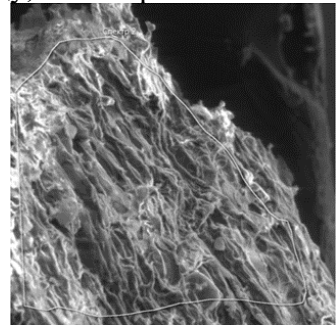


б

Рис.11. Мікроструктура порошку із кореня
селери: а – коренеплоду, б – шкірки



а



б

Рис.12. Мікроструктура порошку із білого кореня
(пастернака): а – коренеплоду, б – шкірки

Досліджено вміст сирової клітковини у овочевих порошках. Встановлено, що найбільше клітковини міститься у морквяних порошках ($2,9 \pm 0,05\%$), найменше – у порошках із білого кореня ($2,6 \pm 0,05\%$). Овочеві порошки містять мінерали (рис.13–16), головним чином К, Са, Mg, Р, Fe. Вони також містять сліди олігоелементів (S, N).

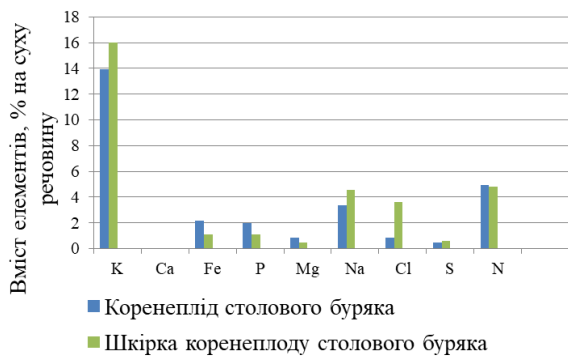


Рис.13. Вміст мікроелементів у бурякових порошках

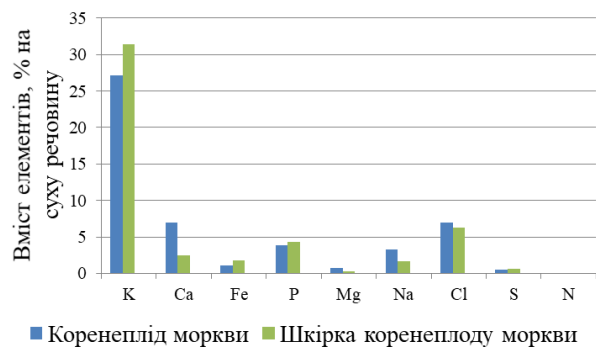


Рис.14. Вміст мікроелементів у морквяних порошках

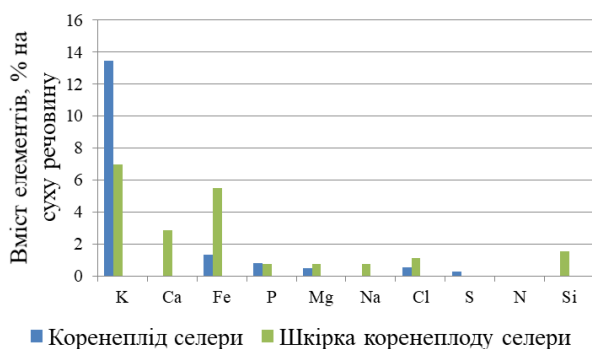


Рис.15. Вміст мікроелементів у порошках із селери

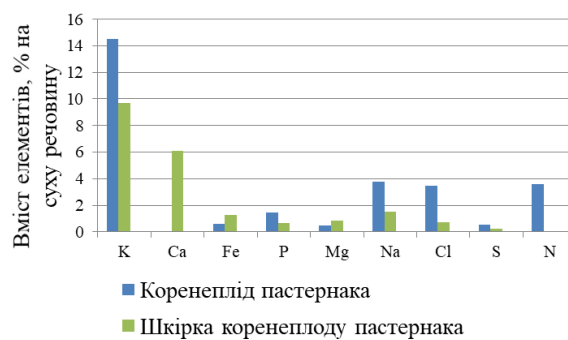


Рис.16. Вміст мікроелементів у порошках із пастернака

Аналіз показав, що шкірки коренеплідних овочів не поступаються за хімічним складом та біологічною цінністю основній частині коренеплоду. Тому, доцільно їх переробляти у порошки та використовувати в якості харчових добавок функціонального призначення, багатих на макро- та мікроелементи.

Проаналізовано органолептичні та фізико-хімічні показники якості овочевих цукатів, вміст сирової клітковини в них.

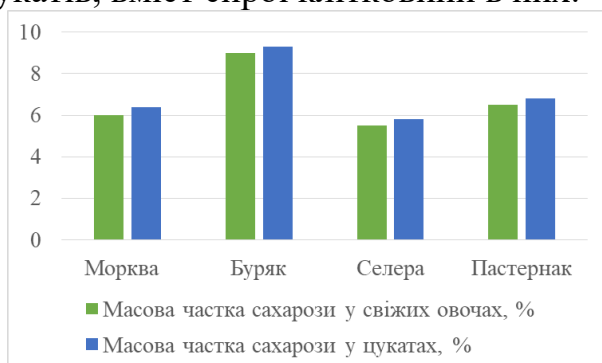


Рис.17. Підвищення вмісту сахарози за рахунок осмотичної дегідратації

Таблиця 1

Вміст сирової клітковини у овочевих цукатах

Найменування продуктів	Вміст «сирової» клітковини, %
Морквяні цукати	2,8±0,05
Бурякові цукати	2,7±0,05
Селерові цукати	2,6±0,05
Цукати із пастернака	2,4±0,05

Результати показали, що найбільше сахарози міститься у цукатах із моркви, а цукати із пастернака – її найменшу кількість. Застосування овочевих цукатів при виробництві харчових продуктів, може призводити до зменшення кількості цукру у рецептурі. Встановлено, що вживаючи 100 г овочевих цукатів на день, можна забезпечити потребу організму у харчових волокнах на 10-15%.

Доведено ефективність застосування похідних переробки овочів для збагачення харчових продуктів мінеральними речовинами, харчовими волокнами, каротиноїдами, амінокислотами тощо.

Запропоновано спосіб комплексної переробки і використання похідних переробки плодів дикорослих рослин, який передбачає отримання порошків та вітамінізованих сиропів. Проаналізовано їх органолептичні, фізико-хімічні показники, мікробіологічні показники та показники безпечності, доведено біологічну цінність.

Проаналізовано мікроструктуру порошків із похідних переробки плодів дикорослих рослин (рис.18–21).

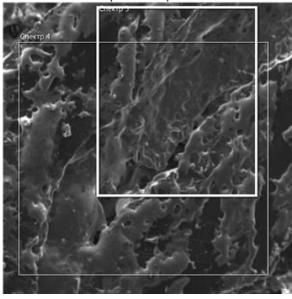


Рис.18.

Мікроструктура
порошку із бузини

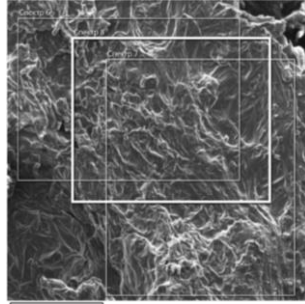


Рис.19. Мікроструктура
порошку із плодів
горобини

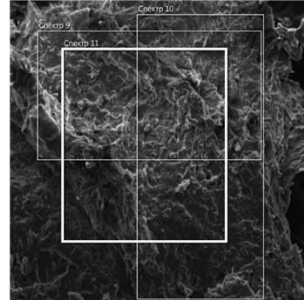


Рис.20. Мікроструктура
порошку із калини

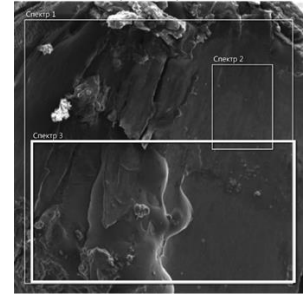


Рис.21. Мікрострукту
ра порошку із
обліпихи

Аналіз мікроструктури порошків показав високу пористість і вміст харчових волокон. Проаналізовано вміст мікро- та макроелементів у порошках із плодів дикорослих рослин (рис.22-25).

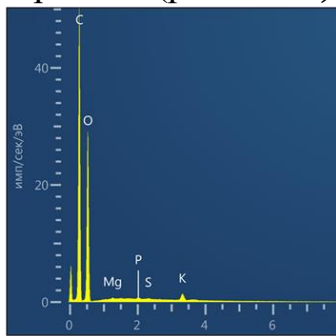


Рис.22. Вміст макро- та мікроелементів у
порошках із бузини

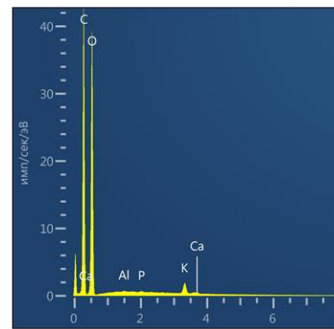


Рис.23. Вміст макро- та мікроелементів у
порошках із горобини

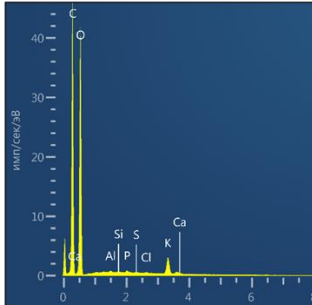


Рис.24. Вміст макро- та мікроелементів у
порошках із калини

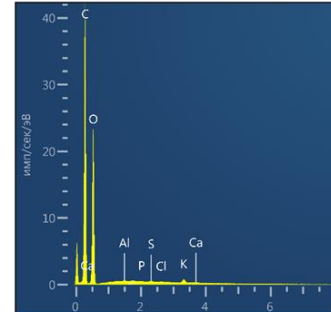


Рис.25. Вміст макро- та мікроелементів у
порошках із обліпихи

Встановлено, що у порошках із похідних переробки бузини містяться наступні мінеральні речовини, %: калію (0,61), фосфору (0,08), сірки (0,05), магнію (0,07). У порошках із похідних переробки горобини виявлено калій (0,85%), алюміній (0,04%), фосфор (0,05%), кальцій (0,1%). У порошках із похідних переробки калини виявлено наступні мінеральні речовини, %: калію (1,37), алюмінію (0,07), фосфору (0,1), хлору (0,05), сірки (0,04), кальцію (0,11), кремнію (0,03). У порошках із похідних переробки обліпихи знайдено, %: калій (0,35), алюміній (0,05), фосфор (0,04), хлор (0,04), сірку (0,06), кальцій (0,07), кремній (0,03). Доведено, що порошки із плодів дикорослих рослин, особливо калиновий, можуть використовуватися для збагачення харчових продуктів деякими мінеральними елементами, які виконують певні функціональні задачі в організмі.

Досліджено вміст вітаміну С у порошках та осмотичних розчинах, утворених в результаті осмотичної дегідратації. Результати представлено на рис.26, 27.



Рис.26. Вміст вітаміну С у порошках

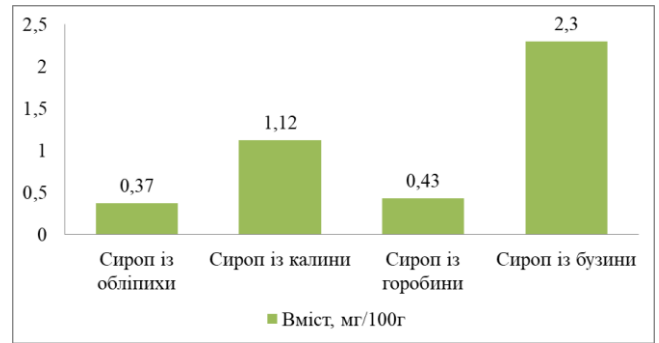
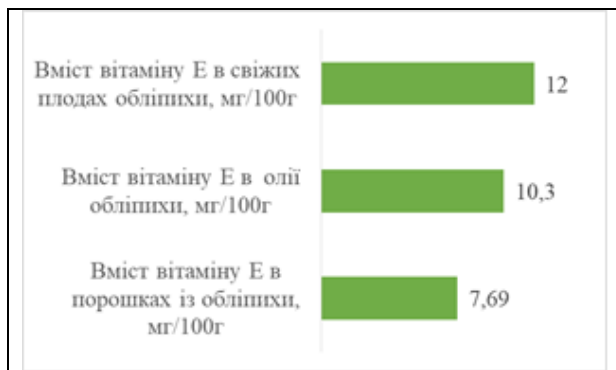


Рис.27. Вміст вітаміну С у сиропках (осмотичних розчинах)

Встановлено, що найбільше вітамін С при осмотичній дегідратації та сушінні зберігається у порошках калини (8,38 мг/100г), найменше його залишається у горобинових порошках. Найбільший перехід вітаміну С у осмотичний розчин спостерігається при зневодненні плодів бузини (2,3 мг/100г).

Рис.28. Вміст вітаміну Е у плодах обліпихи *Hippophae rhamnoides* L. та похідних її переробки

Проаналізовано вміст вітаміну Е у порошках із плодів обліпихи, проведено порівняльний аналіз свіжих плодів та продуктів їх переробки (рис.28). Зазвичай макуха, утворена після добування обліпихової олії, утилізується.

Використовуючи запропоновану нами технологію, можна повністю зберегти вітамін Е, оскільки порошки виготовляються із цільних плодів.

Досліджено амінокислотний склад плодів дикорослих ягід *Viburnum opulus*, *Hippophae rhamnoides* L., *Sambucus nigra*,

Sorbus aucuparia та продуктів її переробки. Результати переходу амінокислот у осмотичний розчин представлено на рисунках 29, 30, 31, 32.

До складу порошку калини *Viburnum opulus* входить 18 амінокислот (рис.29, б) у кількості 4,63 г/100 г, з них незамінних амінокислот виявлено у кількості 1,63 г/100 г (ізолейцин – 0,17; лейцин – 0,37; лізин – 0,24; метіонін – 0,07; фенілаланін – 0,23; треонін – 0,19; валін – 0,23).

У похідному продукті переробки (осмотованому розчині) ягід калини *Viburnum opulus* було визначено 7 незамінних амінокислот (рис.29, в), мг/100 г: валін (0,08), лейцин (0,1), ізолейцин (0,14), лізин (0,09), гістидин (0,18), треонін (0,08), фенілаланін (0,13). Порошок із похідних переробки обліпихи містить 17 амінокислот (рис.30, б) у кількості 7,48 г/100 г, із них незамінних амінокислот – 2,17 г/100 г таких, як лейцин (0,52 г/100 г), ізолейцин (0,28 г/100 г), лізин (0,42 г/100 г), валін (0,33 г/100 г), треонін (0,3 г/100г), фенілаланін (0,32 г/100г). У осмотичний розчин переходить 16 амінокислот (рис.30, в) у кількості 16,14 мг/100 г із яких найбільша концентрація серину (7,43 мг/100 г), проліну (2,51 мг/100 г) та аспарагінової кислоти (2,2 мг/100 г). Серед незамінних амінокислот у продукті переробки обліпихи міститься найбільше фенілаланіну (0,57 мг/100 г), який є попередником тирозину, сигнального монамінудопаміну, адреналіну та норадреналіну, а також пігменту шкіри меланіну.

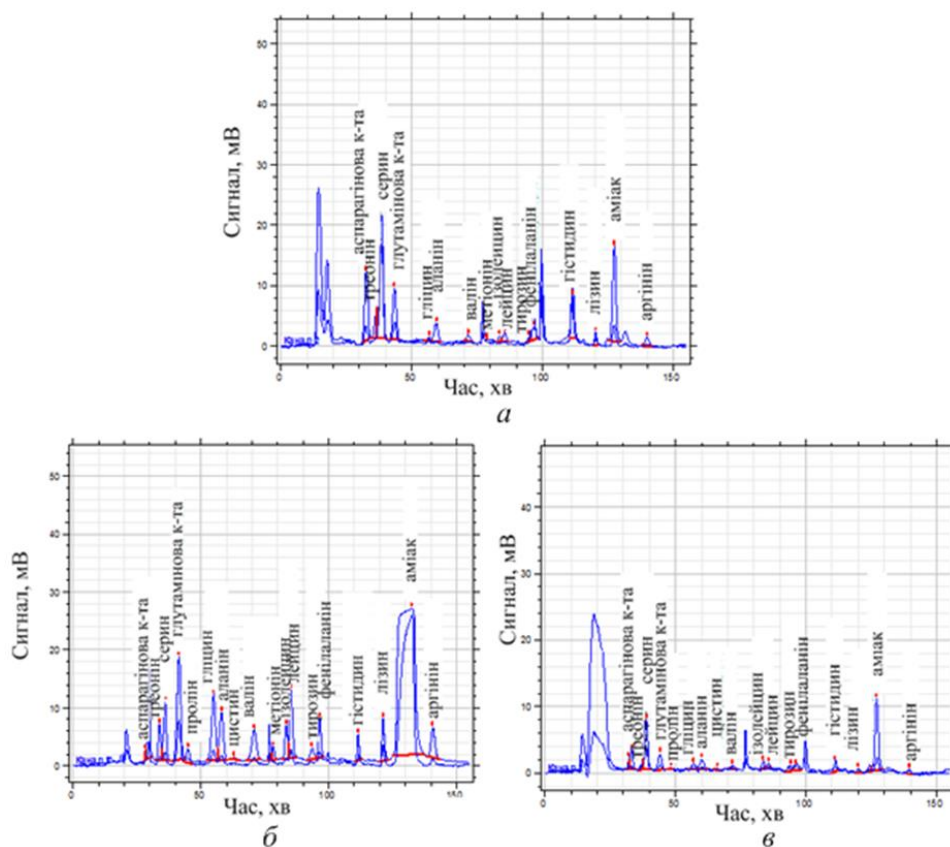


Рис.29. Амінокислотний склад *Viburnum opulus*: а – плодів; б – порошоків; в – осмотичного розчину

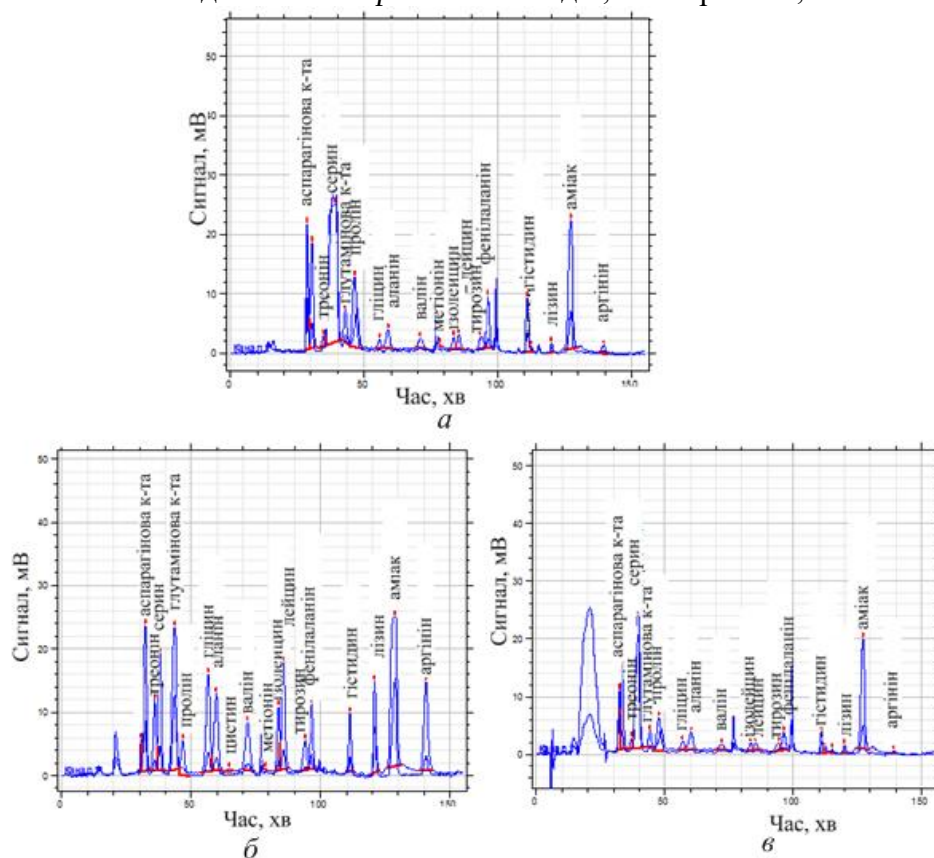


Рис.30. Амінокислотний склад *Hippophae rhamnoides* L.: а – плодів; б – порошоків; в – осмотичного розчину

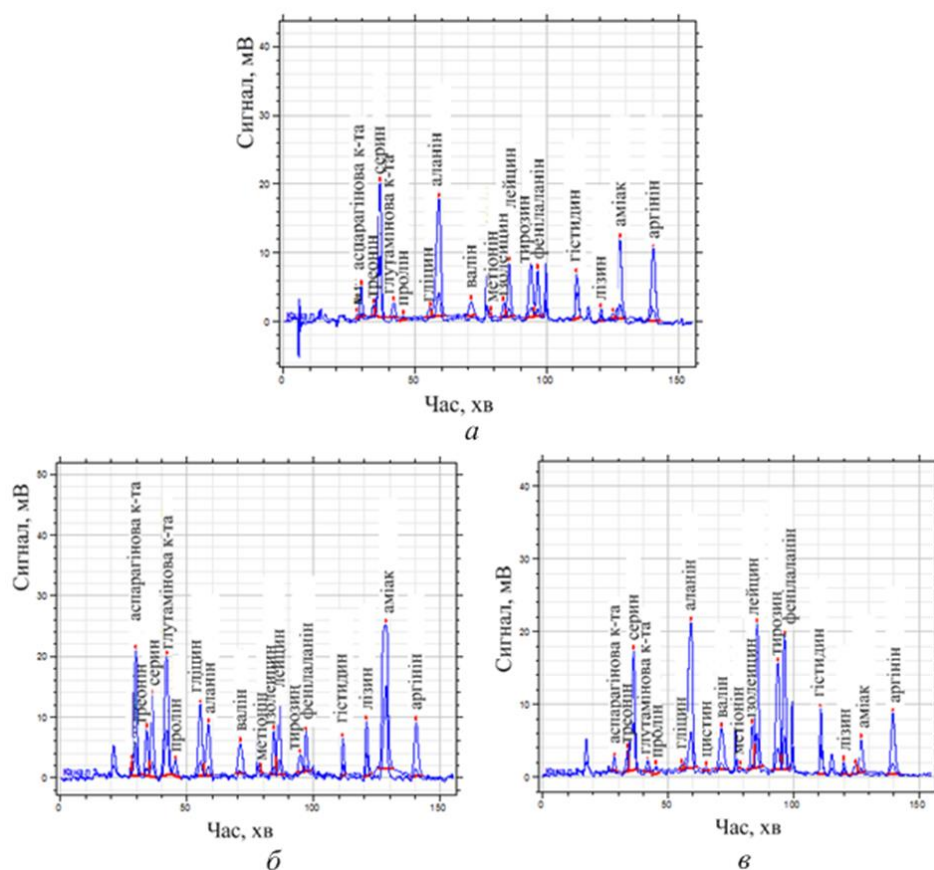


Рис.31. Амінокислотний склад *Sambucus nigra* L.: а – плодів; б – порошок; в – осмотичного розчину

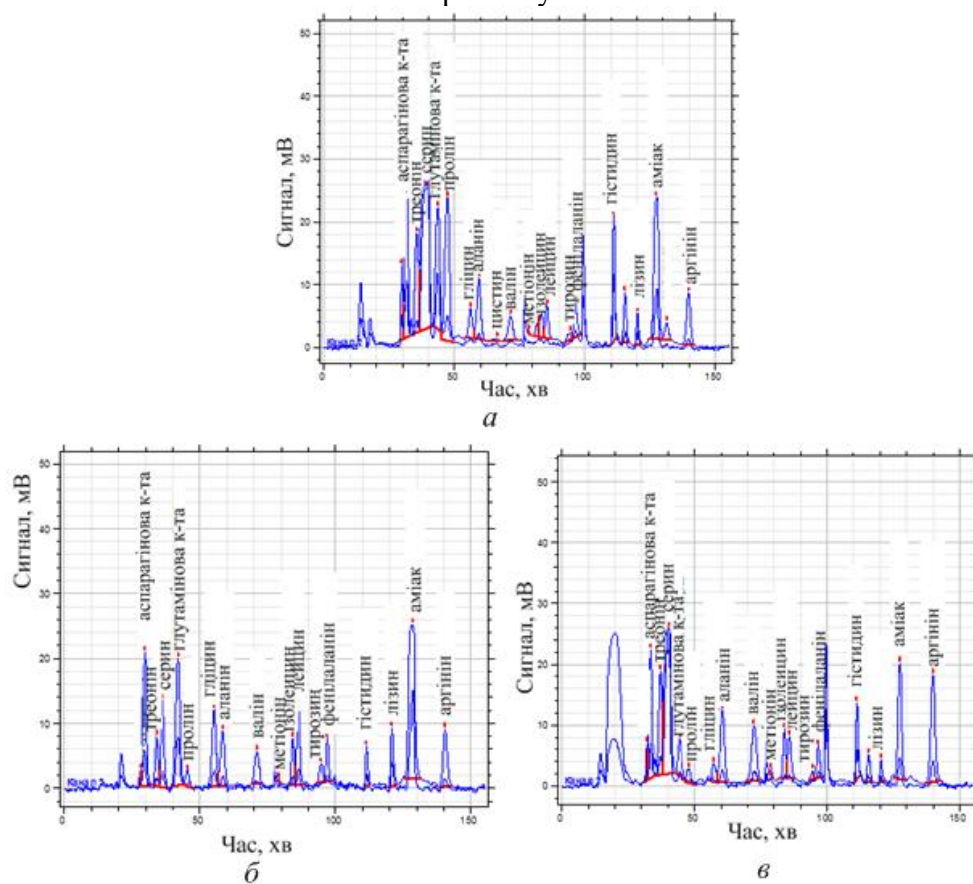


Рис.32. Амінокислотний склад *Sorbus aucuparia*: а – плодів; б – порошок; в – осмотичного розчину

Загальна кількість амінокислот у порошку із бузини (рис.31, б) складає 6,65 г/100 г, з них незамінних – 2,16 г/100 г (ізолейцин – 0,26; лейцин – 0,50; лізин – 0,37; метіонін – 0,01; фенілаланін – 0,26; треонін – 0,28; валін – 0,21). Найбільше у порошках із бузини виявлено глутамінової (1,23 г/100г) та аспарагінової кислоти (0,92 г/100г). Найменша кількість метіоніну 0,01 г/100 г. Амінокислотний спектр (рис.31, в) продукту переробки ягід *Sambucus nigra* показав наявність 17 амінокислот (55,47 мг/100 г). У складі цього продукту виявлено всі незамінні амінокислоти.

При висушуванні концентрація амінокислот у кінцевому продукті значно збільшується (рис.32, б). У порошку горобини було виявлено 7 незамінних амінокислот, г/100 г: валін (0,29), лейцин (0,47), ізолейцин (0,26), лізин (0,23), метіонін (0,03), треонін (0,28), фенілаланін (0,28). У цукровий розчин після осмотичної дегідратації ягід *Sorbus aucuparia* (рис.32, в) переходить також 17 амінокислот (32,97 мг/100 г), 8 із яких є незамінними. Найбільшу кількість становлять наступні амінокислоти, мг/100 г: серин (9,96), аргінін (5,23), аспарагінова кислота (3,3), треонін (2,52) та валін (1,9), лейцин (0,97).

У п'ятому розділі дисертації встановлено оптимальні параметри процесу переробки рослинної сировини та розроблено математичну модель (рис.33). Властивості цукрового розчину є визначальним для процесу осмотичної дегідратації. Теплофізичні властивості цукрового розчину залежать від концентрації та температури. Для отримання математичних залежностей використовували метод найменших квадратів. З використанням програми Table Curve отримано рівняння залежності теплоємності цукрового розчину від температури та концентрації. Отримано, також, залежність оптимальної концентрації та енерговитрат від еквівалентного розміру частинок (рис.34).

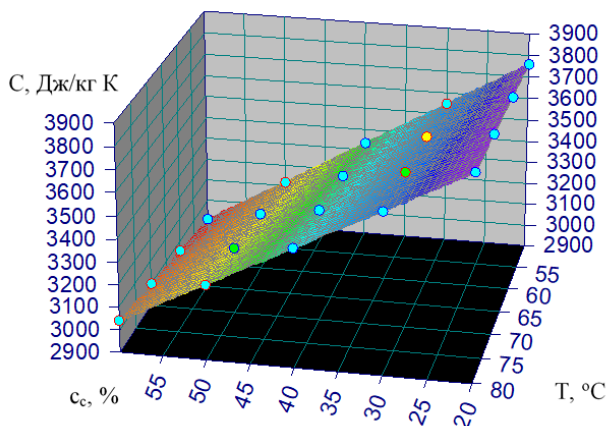


Рис. 33. Апроксимація даних для цукрового розчину

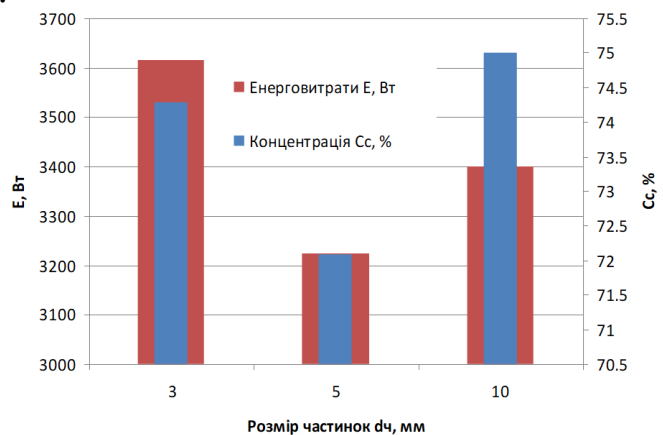


Рис.34. Залежність сумарних енерговитрат на процес та концентрації розчину від розміру частинок

Визначено розмір частинок сировини, при якому сумарні енерговитрати наближуються до мінімуму. Проведено моделювання процесу осмотичної дегідратації та отримано рівняння в числах подібності. Отримана модель із високою точністю описує отримані експериментальні дані.

У шостому розділі представлено інноваційні способи виробництва харчових продуктів із використанням похідних переробки рослинної сировини: збагаченого

молока, цукатів із коренеплідних овочів, натурального желейного мармеладу із коренеплідних овочів, желейних цукерок із моркви, макаронних виробів та хліба збагачених порошками із плодів дикорослих рослин, натуральних харчових барвників, вермутів із квіткові сировини. Розроблено технологічні та апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів (рис.35), технологічні інструкції та технічні умови на виготовлення деяких харчових продуктів.

Технології переробки коренеплідних овочів із застосуванням процесу осмотичної дегідратації є безвідходними, можуть бути впроваджені на діючих підприємствах із виробництва мармеладу, пастели та інших цукрових кондитерських виробів.

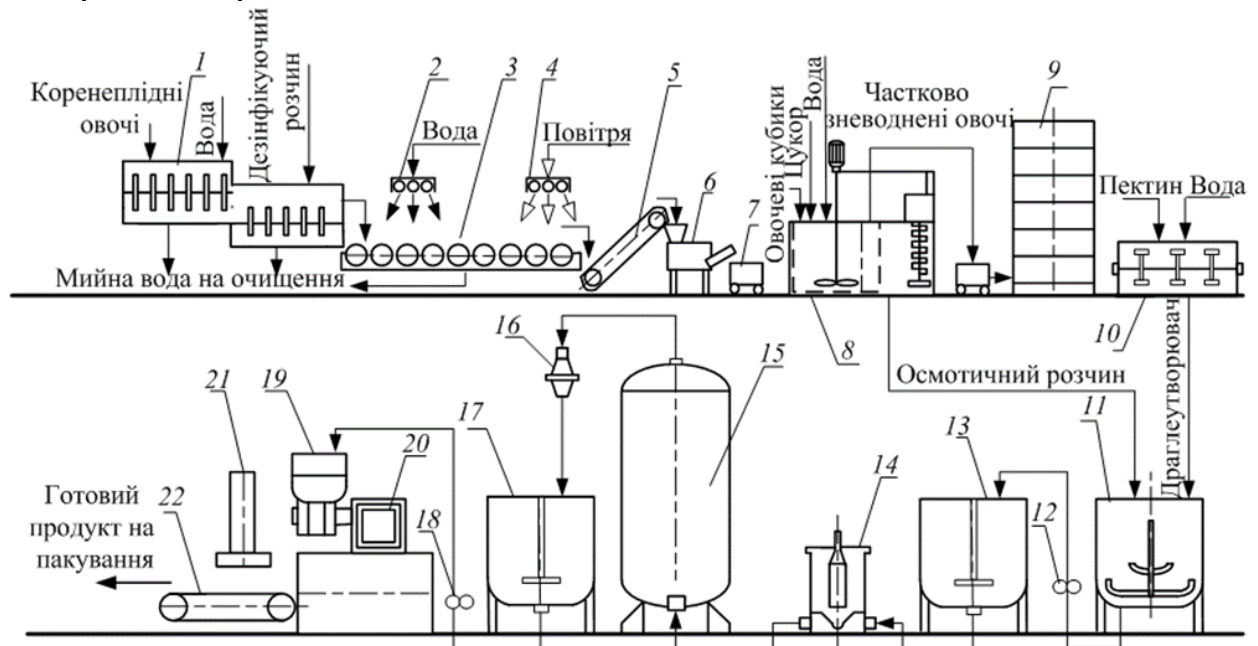


Рис.35. Апаратурно-технологічна схема переробки коренеплідних овочів на мармеладні вироби та цукати: 1 – мийка із двома рівнями води; 2 – форсунки для промивання овочів чистою водою; 3 – система роликів транспортерів; 4 – повітродувка; 5 – стрічковий транспортер; 6 – різальна машина; 7 – візок; 8 – апарат для осмотичної дегідратації; 9 – терморадіаційна сушарка; 10 – апарат для розчинення та набухання пектину; 11 – варочний котел; 12 – насос; 13 – проміжна ємність; 14 – плунжерний насос; 15 – змієвиковий варочний апарат; 16 – паровідокремлювач; 17 – терморегулююча ємність; 18 – насос; 19 – змішувач; 20 – формовочний агрегат; 21 – ковшовий елеватор; 22 – стрічковий транспортер

Запропонована безвідходна технологія переробки дикорослих ягід *Hippophae rhamnoides* L., *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Sorbus aucuparia* (рис.36), яка має ряд переваг порівняно з класичними технологіями переробки ягідної сировини:

- ефективне використання ресурсів, завдяки осмотичній дегідратації час сушіння скорочується на 2 години, а відповідно і витрати енергії на процес;
- попереднє заморожування сировини дозволить здійснювати переробку протягом всього року, а зазвичай переробка ягід має сезонний характер;
- зменшується вплив на екологію, оскільки відсутня потреба у переробці або утилізації відходів;
- впровадження цієї технології дозволить збільшити число зайнятого населення в сільській місцевості, оскільки дикорослі ягоди в основному зростають там і переробляти їх доцільно в місці збору.

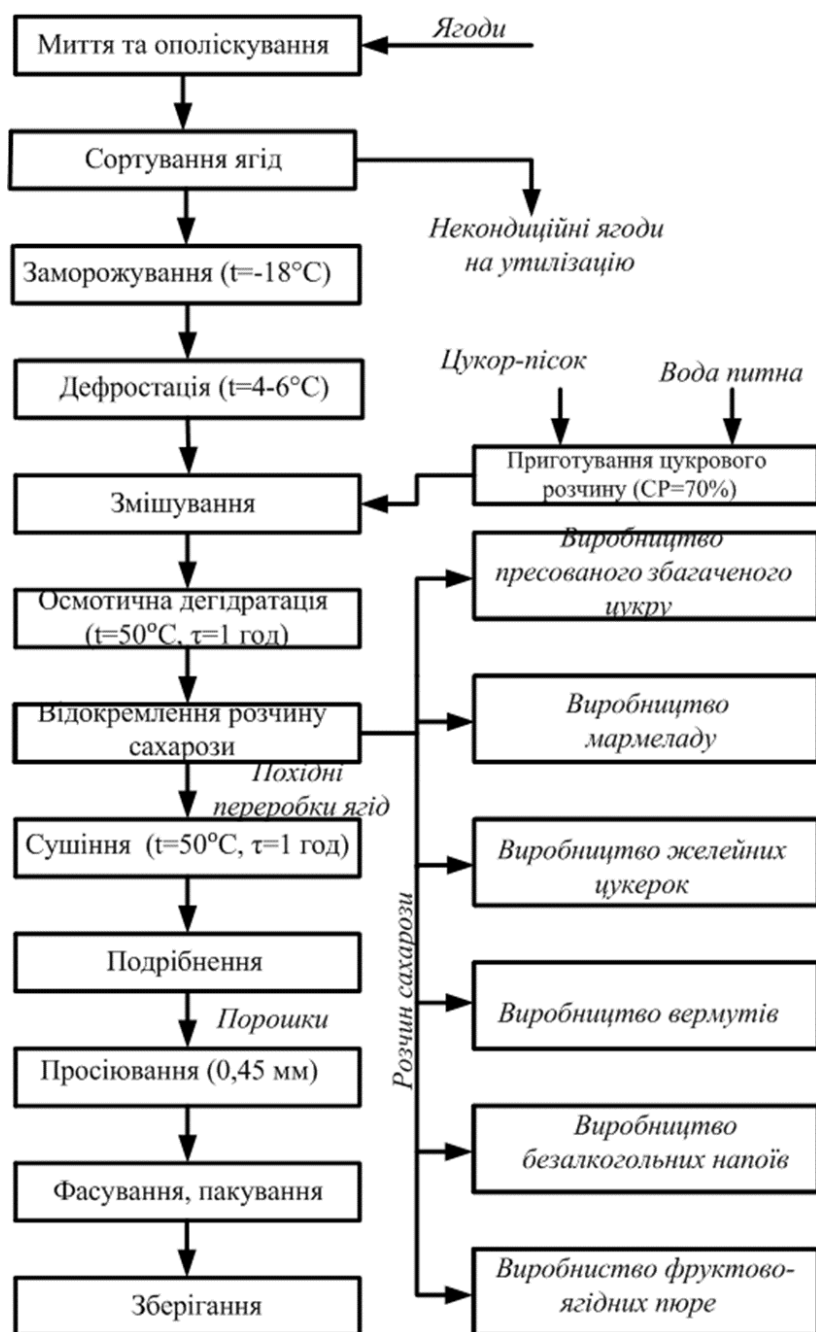


Рис.36. Технологічна схема комплексної переробки дикорослих ягід

Доведено, що додавання порошоків із плодів дикорослих рослин до макаронних виробів позитивно впливає на їх органолептичні властивості (рис.37.), а також підвищує їх біологічну цінність за рахунок збагачення амінокислотами, вітамінами та харчовими волокнами.

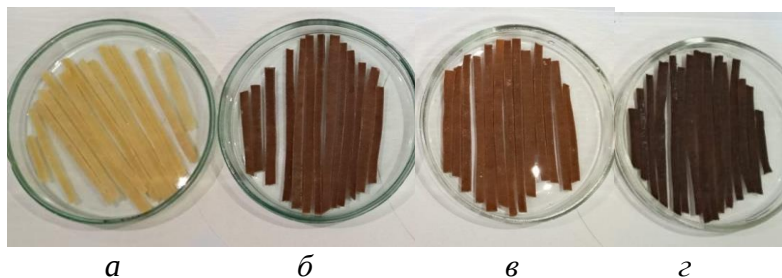


Рис.37. Макаронні вироби з додаванням 10 % порошоків: а – контроль без добавок; б – з порошком *Viburnum opulus*; в – з порошком *Hippophae rhamnoides* L.; г – з порошком *Sambucus nigra*

Розроблена технологічна схема вироблення хліба із підвищеною біологічною цінністю та подовженим терміном зберігання (рис.39).

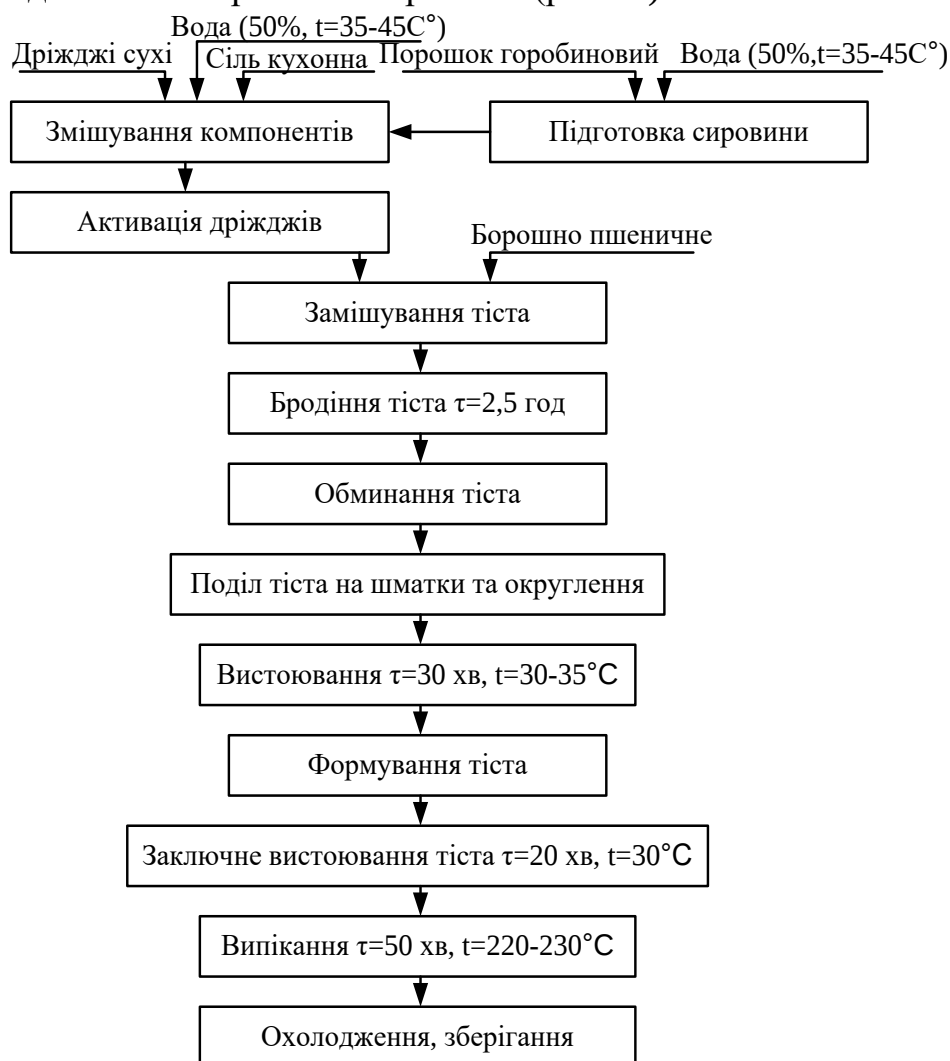
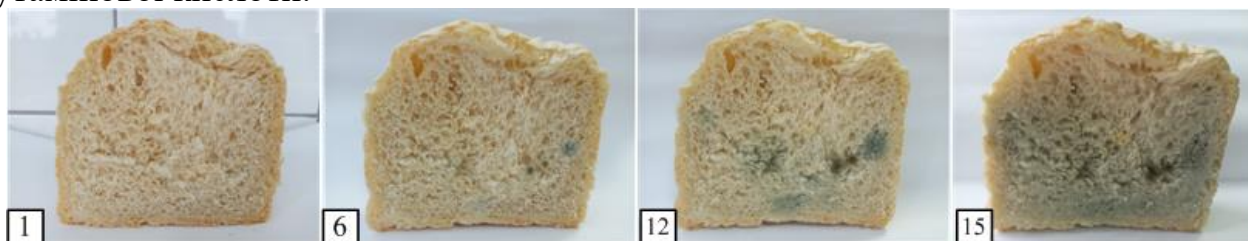
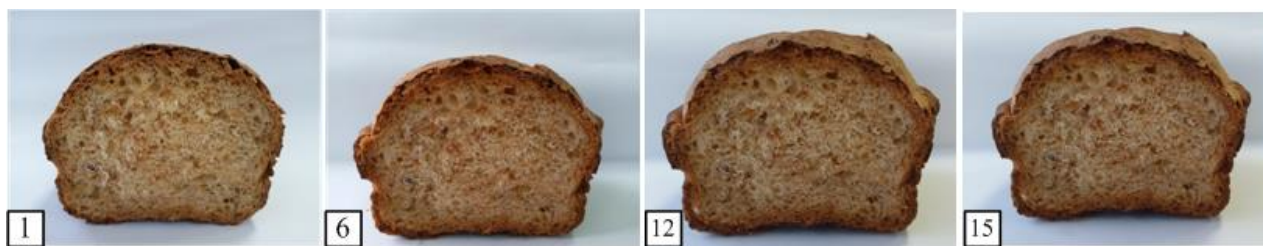


Рис.39. Технологічна схема виробництва хліба з подовженим терміном зберігання

Експеримент показав, що додавання до хліба із пшеничного борошна 10 % порошку із похідних переробки *Sorbus aucuparia* дозволяє, як мінімум в два рази, збільшити терміни його зберігання (рис.40). Встановлено, що додавання горбинового порошку дозволяє збільшити термін зберігання до 15 діб. Вочевидь, це пов'язано з антиоксидантними властивостями горобини, присутністю в її складі глутамінової кислоти.



а



б

Рис.40. Фото зразків на 1, 6, 12 та 15 добу зберігання: а – контроль; б – зразок збагачений горбиновим порошком

Запропоновані нами рішення щодо використання порошку горобини можливо застосовувати як при безопарному, так і при опарному способі випікання хліба.

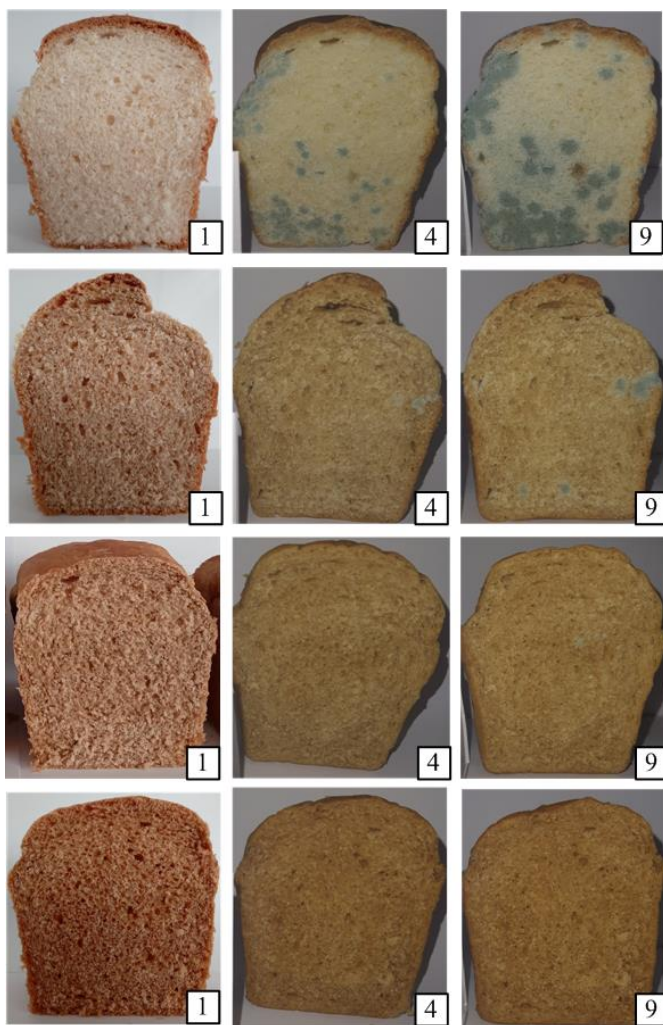


Рис.41. Фото зразків на 1, 4 та 9 добу зберігання: а – контроль; б – зразок із додаванням 5% порошку горобини; в – зразок із додаванням 10% порошку горобини; г – зразок із додаванням 15% порошку горобини

На поверхні зразка 2 (5% порошку) пліснява з'явилася на четверту добу зберігання, зразка 3 (10 % доданого порошку) - на 9-ту. На поверхні зразка, який містив 15% горбинового порошку (зразок 4) ознаки плісняви були відсутні протягом 13 діб. За органолептичними та фізико-хімічними показниками зразок 3 мав найвищу якість.

Встановлено, що при додаванні порошку горобини повільніше розвивається пліснява і на поверхні хліба із житнього борошна (рис.42).

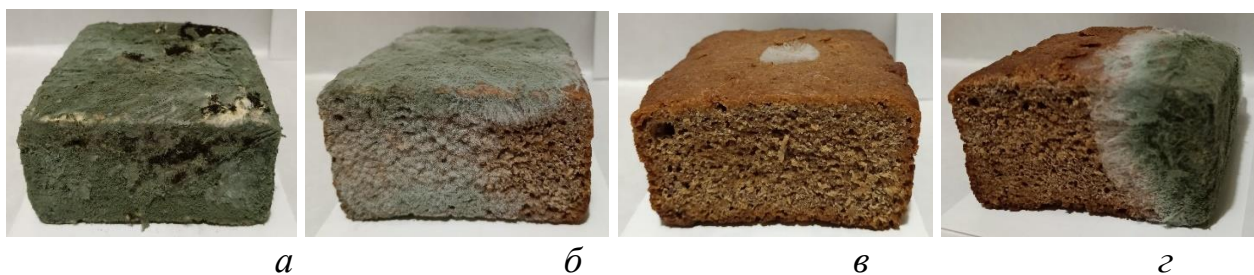


Рис.42. Хліб із житнього борошна на 21-шу добу зберігання: *а* – зразок без добавок; *б* – зразок із додаванням 5% порошку; *в* – зразок із додаванням 10% порошку; *г* – зразок із додаванням 15% порошку

Такі результати свідчать про те, що порошок із горобини можна використовувати в якості натурального консерванту, який дозволяє значно підвищити термін придатності хліба із житнього борошна.

Сьомий розділ дисертації містить рекомендації промисловості щодо практичного використання результатів дослідження. Традиційна модель (рис.43) виробництва овочевих цукатів містить ряд недоліків серед яких: значні витрати на логістику; забруднення екосистеми в наслідок відсутності схеми переробки відходів; зменшені прибутки за рахунок реалізації низько вартісної сировини (сиропу).



Рис.43. Традиційна модель взаємодії виробника сировини та переробного підприємства

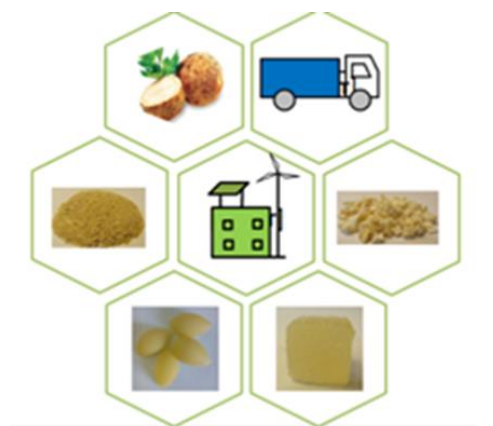


Рис.44. Модель взаємодії виробника сировини та переробного підприємства при застосуванні принципу безвідходності виробництва

В основу побудови моделі безвідходних технологій (рис.44) лягли три основні положення, а саме: створення максимально замкнених систем; раціональне використання всіх компонентів сировини; мінімальний вплив на функціонування екосистеми. До основних переваг даної технології необхідно віднести:

Соціальну. Побудова такої моделі виробництва, дозволить створювати суспільно-корисні продукти з використанням інноваційних процесів, що забезпечить сталий розвиток не лише підприємства-виробника, а й громади в цілому. Зазвичай переробка овочів має сезонний характер. Запропонована технологія передбачає постійно діюче виробництво, що дозволить збільшити кількість робочих місць, а відповідно, - число зайнятого населення.

Природничу. Запропонована технологія переробки овочів є повністю безвідходною, завдяки чому зменшується вплив на екологію, оскільки відсутня

потреба у переробці або утилізації відходів. Використання енергії сонця та вітру сприяє збільшенню частки невичерпних джерел енергії для покриття енергетичних потреб держави.

Економічна доцільність даного проекту пояснюється підвищенням продуктивності праці та ефективним використанням ресурсів виробництва, що поліпшує результативність їх роботи, у формуванні позитивного іміджу та репутації соціально- та природничо – відповідальної структури. Крім того, з'являється додаткова можливість залучення інвестицій.

Запропоновано раціональні моделі (рис.45-48) переробки плодів дикорослих рослин (калини, бузини, обліпихи, горобини).

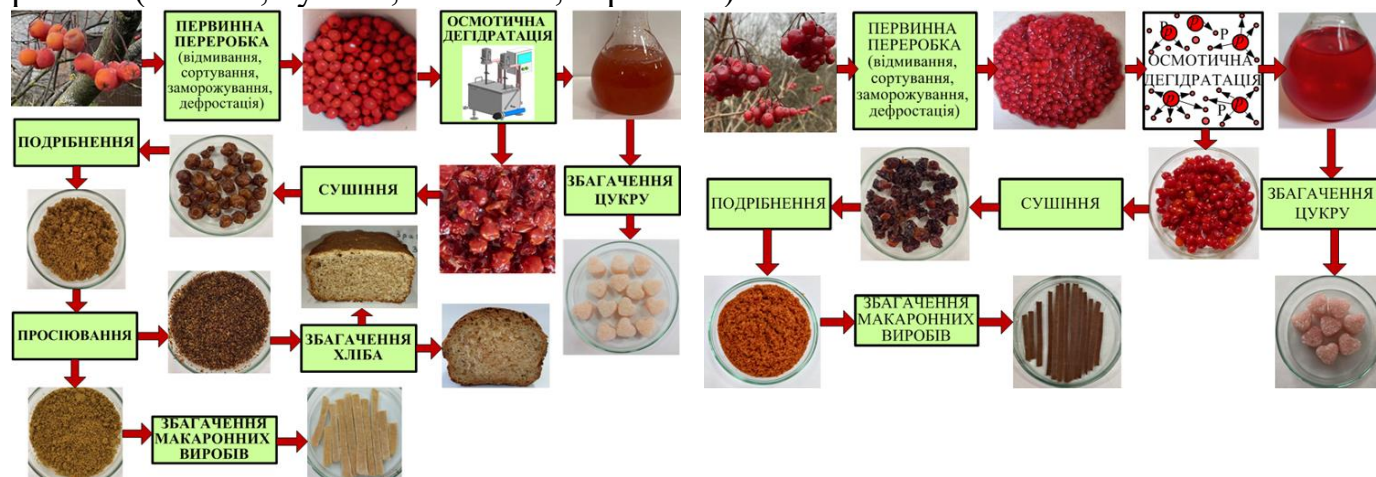


Рис.45. Модель раціональної переробки плодів горобини

Рис.46. Модель раціональної переробки плодів



Рис.47. Модель раціональної переробки плодів обліпихи



Рис.48. Модель раціональної переробки плодів бузини

Продукти, отримані на основі похідних переробки плодів дикорослих рослин, мають певні функціональні властивості, підвищену харчову та біологічну цінність, що підвищує їх додану вартість.

Обґрунтовано доцільність переробки плодів дикорослих рослин в умовах цукрового заводу. Розроблена технологія збагачення пресованого цукру (рис.49) в основі якої лежить процес осмотичної дегідратації. Апарат для проведення осмотичної дегідратації займає невелику виробничу площу, його можна встановити у кристалізаційному відділенні. Змішування цукру із осмотичним розчином можна проводити у існуючих клерувальних мішалках.

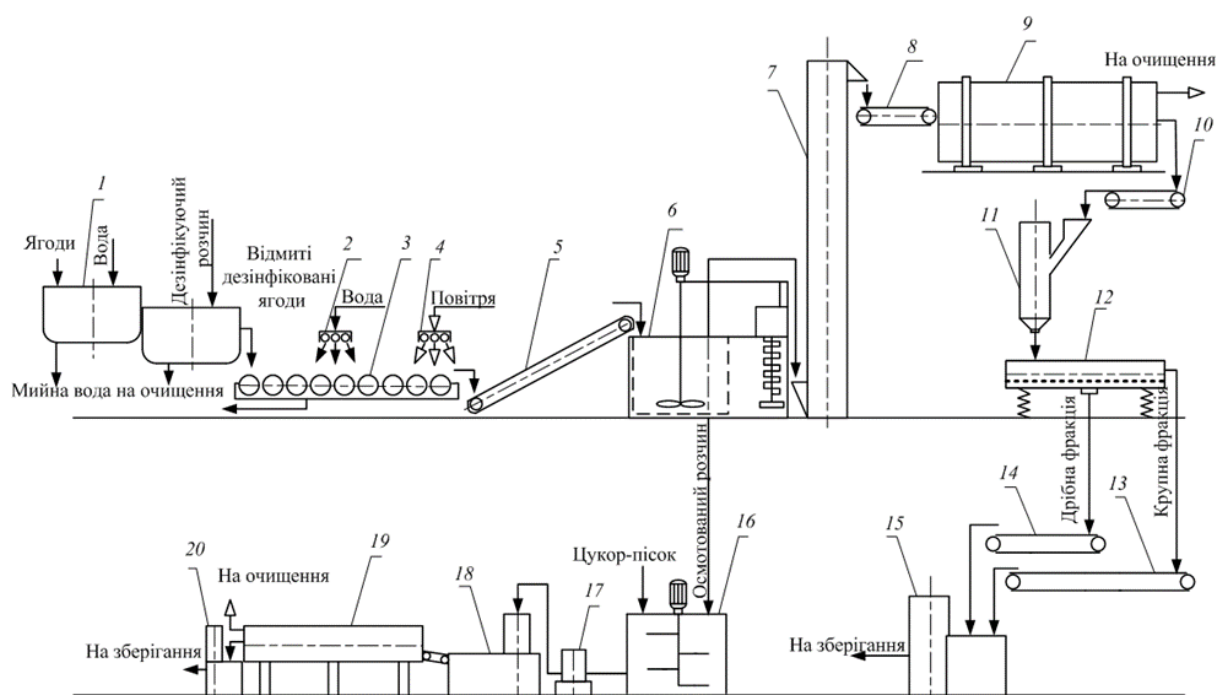


Рис.49. Апаратурно-технологічна схема переробки плодів дикорослих рослин в умовах цукрового заводу

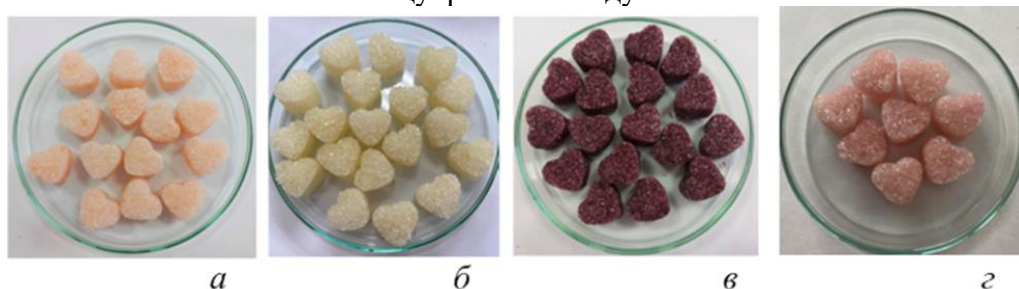


Рис.50. Пресований цукор збагачений похідними продуктами переробки дикорослих ягід: а – *Sorbus aucuparia*; б – *Hippophae rhamnoides* L.; в – *Sambu cusnigra*; г – *Viburnum opulus*

Запропоновані рішення щодо використання похідних продуктів переробки дикорослих ягід можливо застосовувати не лише для виробництва пресованого цукру, а й цукру-піску. Оскільки виробництво цукру є сезонним, переробку плодів дикорослих рослин і виробництво збагаченого цукру доцільно організувати у весняно-літній період. Сезон дозрівання плодів дикорослих рослин – осінь. Але за запропонованою технологією передбачається їх попереднє заморожування. У замороженому стані ягоди можна зберігати декілька місяців, до закінчення переробки цукрових буряків. Впровадження даної технології у виробництво дозволить забезпечити роботу деякого числа працівників протягом всього року. Апарат для проведення осмотичної дегідратації займає невелику виробничу площу, його можна встановити у кристалізаційному відділенні. Змішування цукру із осмотичним розчином можна проводити у існуючих клерувальних мішалках. Якщо виробляти збагачений цукор-пісок, висушування можна здійснювати у існуючих на виробництві конвективних сушарках. В разі його пресування виникає необхідність встановлення додаткового обладнання – карусельних пресів та тунельних сушарок.

Рекомендується використовувати 10% осмотичного розчину до маси кристалічного цукру. Для визначення потреби у ягідній сировині необхідно знати бажану кількість збагаченого цукру. При цьому створювати запас ягід (5 % до цієї

кількості), оскільки при дегідратації рекомендується співвідношення цукрового сиропу і ягід – 1:1.

У **восьмому розділі** розраховано економічну ефективність переробки плодів дикорослих рослин в умовах цукрового заводу. Впровадження у виробництво представленого способу є економічно ефективним, що підтверджується наступними показниками: чистий дисконтований дохід – 1 200,4 тис. грн; Індекс дохідності (рентабельності) становить 0,36 років; період окупності – 2,8 років. Точка беззбитковості знаходиться в межах 54–57 відсотків номінального обсягу виробництва, що підтверджує надійність впровадження проєкту у виробництво.

ВИСНОВКИ

За підсумками виконаної наукової роботи, спрямованої на підвищення ефективності процесів переробки рослинної сировини за рахунок розроблення інноваційних способів використання її похідних продуктів, одержані наступні наукові та практичні результати:

1. Аналіз літературних джерел показав доцільність повторної переробки та застосування похідних продуктів, які утворюються при переробці рослинної сировини. Встановлено, що коренеплідні овочі (буряк, морква, селера, пастернак) та плоди дикорослих рослин (калина, бузина, обліпіха, горобина) мають високу біологічну цінність, є локальною доступною сировиною, яку можна комплексно переробляти. Перспективними процесами, які дозволяють зберегти біологічну цінність рослинної сировини, визначено заморожування та сушіння, за умови зменшення енерговитрат на їх проведення.

2. Розроблено конструкцію та створено експериментальну лабораторну установку для дослідження впливу процесу осмотичної дегідратації, яка має ряд конструктивних переваг, серед яких забезпечення перемішування суміші і підтримання постійної температури процесу, відсутність застійних зон, чітке розділення сировини та осмотичного розчину. Застосування таких апаратів у промислових умовах дозволить інтенсифікувати процес осмотичної дегідратації і підвищити якість продуктів переробки.

3. Запропоновано здійснювати обробку рослинної сировини за допомогою процесу осмотичної дегідратації. Обґрунтовано доцільність застосування осмотичної дегідратації для переробки коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин. Встановлено раціональні параметри процесу: концентрацію цукрового розчину – $70 \pm 2\%$; гідромодуль прийнято в межах 1; температуру осмотичної дегідратації $50 \pm 5^\circ\text{C}$; тривалість процесу при зневодненні коренеплідних овочів – 1,5 год, плодів дикорослих рослин – 1 год; величина частинок коренеплідних овочів для осмотичної дегідратації – $5 \times 5 \times 5$ мм.

4. Досліджено кінетику процесу сушіння плодів дикорослих рослин після часткового зневоднення за допомогою осмотичної дегідратації. Встановлено, що тривалість сушіння при застосуванні осмотичної дегідратації скорочується до 2 годин.

5. Розрахунок матеріального балансу процесу зневоднення показав, що частка води, яка виділяється із коренеплідних овочів при осмотичній дегідратації

становить від 43,4 до 44,4%, із плодів дикорослих рослин – від 33,5 до 46,5%. Такі результати свідчать про доцільність застосування осмотичної дегідратації перед сушінням.

6. Шляхом розрахунку енергетичного балансу встановлено, що при застосуванні осмотичної дегідратації для зневоднення коренеплідних овочів загальні енерговитрати знижуються на 1,12 кВт. При зневодненні плодів дикорослих рослин – на 5,75 кВт. Таким чином, застосування осмотичної дегідратації для зневоднення рослинної сировини дозволяє знизити виробничі витрати за рахунок скорочення енерговитрат.

7. Шляхом численних експериментальних досліджень встановлено, що доцільно здійснювати комплексну переробку коренеплідних овочів, в тому числі шкірочку, яка містить мінеральні речовини, клітковину та має прийнятні сенсорні властивості. Доведено ефективність застосування морквяних порошків для збагачення молока. Овочеві цукати за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідають вимогам ДСТУ 6075:2009 і можуть стати гарною добавкою при виробництві багатьох харчових продуктів. Встановлено позитивний вплив бурякових порошків та цукатів на фізико-хімічні, реологічні, мікробіологічні показники якості йогуртів.

8. Запропоновано спосіб комплексної переробки плодів дикорослих рослин. Встановлено амінокислотний, вітамінний склад, вміст мінеральних речовин, цукрів та флаваноїдів у їх похідних продуктах переробки (порошках, цукрових сиропях). Доведено їх біологічну цінність.

9. Проведено моделювання процесу осмотичної дегідратації та отримано рівняння в числах подібності. Отримана модель із високою точністю описує отримані експериментальні дані.

10. Розроблено ряд способів обробки рослинної сировини, які покладено в основу безвідходних технологій: переробки коренеплідних овочів із застосуванням осмотичної дегідратації з утворенням мармеладів, цукатів, сухих сніданків, десертного хліба, харчових барвників; переробки плодів дикорослих рослин із застосуванням осмотичної дегідратації з утворенням збагаченого хліба, макаронних виробів, вермутів, барвників.

11. Запропоновано рекомендації промисловості щодо практичного використання процесу осмотичної дегідратації при переробці рослинної сировини. Розроблена технологія комплексної переробки овочів сприятиме формуванню кругової біоекономіки та зменшенню числа промислових відходів. Застосування запропонованого способу переробки плодів дикорослих рослин в умовах цукрового заводу дозволить вирішити проблему сезонності бурякопереробних підприємств, розширити асортимент цукру в Україні, створювати натуральні харчові добавки із локальної органічної дикорослої сировини.

12. Реалізація розробленого способу переробки плодів дикорослих рослин в умовах цукрового заводу є економічно ефективним рішенням. Індекс дохідності при цьому може становити 0,36 років, точка беззбитковості знаходиться в межах 54–57%.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Самілик М. М. Теоретичні та практичні передумови вибору осмотичної дегідратації для переробки рослинної сировини: монографія / М. М. Самілик; Сумськ. нац. аграр. ун-т. Одеса: Астропринт, 2023. 100 с. ISBN 978–966–927–894–4.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування теоретичних положень, формулювання висновків та результатів.

2. Samilyk M. M. Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business (Powders from derivatives of wild plant fruit processing): Scientific monograph / Samilyk M. M. Demydova Ye. V. – Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. 724 p. ISBN 978-9934-26-328-6. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-328-6-21>.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування теоретичних положень, формулювання висновків та результатів.

Статті у закордонних виданнях та у фахових українських виданнях, що індексуються у міжнародних наукометричних базах

3. Samilyk M., Helikh A., Ryzhkova T., Bolgova N., Nazarenko Y. Influence of the structure of some types of fillers introduced to the yogurt recipe on changes in its rheological indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 2, No 11(104). P. 46–51. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.199527>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

4. Samilyk M., Helikh A., Bolgova N., Potapov V., Sabadash S. The application of osmotic dehydration in the technology of producing candied root vegetables. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3, No 11 (105). P. 13–20. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.204664>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

5. Samilyk M., Lukash S., Bolgova N., Helikh A., Maslak N., Maslak O. Advances in Food Processing based on Sustainable Bioeconomy. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. Vol.11, No 5. P. 1105-1113. [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.5\(45\).08](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.5(45).08).

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

6. Xuanxuan Qin, Samilyk M., Luo Y., Sokolenko V. (2021). Influence of sesame flour on physicochemical properties of sour milk drinks. *Eastern-european Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 3, No 11(111),. P. 6–16. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.234752>.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування теоретичних положень, формулювання висновків та результатів.

7. Samilyk M., Bolgova N., Tsyruyk R., Ryzhkova T. Prospects for processing and use of root vegetable waste in food production. *Food science and technology*. 2021. Vol. 15, No 4. P. 60–68. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2253>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

8. Samilyk M., Demidova E., Bolgova N., Savenko O., Cherniavska T. Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 2, No 11 (116). P. 52–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255605>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

9. Samilyk M., Korniienko D., Bolgova N., Sokolenko V., Boqomol N. Using derivative products from processing wild berries to enrich pressed sugar. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 3, No 11 (117). P. 39–44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258127>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

10. Marina M. Samilyk, Evgenia V. Demidova, Natalia V. Bolgova. Waste-free technology of processing wild plant raw materials. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022. Vol. 30, No 3. P. 394–403. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i3.256924>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

11. Samilyk M., Tsyruyk R., Bolgova N., Vechorka V., Ryzhkova T., Severin R., Lysenko H., Heida I. Devising a technique for improving the biological value of A2 milk by adding carrot powder. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 6, No 11 (120). P. 44–50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266924>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

12. Qin X., Samilyk M., Luo Y. (2023). Optimization of technical and technological indicators of kefir added with defatted sesame flour and rice bran. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 1 No 11 (121). P. 15–22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272029>.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування теоретичних положень, формулювання висновків та результатів.

13. Samilyk, M., Demidova, E., Nazarenko, Y., Tymoshenko, A., Ryzhkova, T., Severin, R., Hnoievyi, I., Yatsenko, I. (2023). Formation of the quality and shelf life of bread through the additive of powder from rowanberry. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (123)), 42–49. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.278799>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

14. Qin, X., Samilyk, M., Luo, Y. (2022). The Influence of the Introduction of Fibre-rich Bran on the Quality of Kefir. *International Journal of Ecological Economics and Statistics*, 43(3), 61-77. ISSN 0973-1385 (Print), ISSN 0973-7537 (Online) (Web of Science).

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

Тези доповідей та матеріали конференцій, що індексуються у міжнародних наукометричних базах

15. Maryna M. Samilyk., Anna O. Gelih, Oksana V. Kalinkevich, Natalia V. Bolgova, Igor V. Shelest, Yana V. Trofimenko, Yevgen Zinchenko, Vadim Chivanov, Aleksei Kalinkevich. Radiomodifying Effect of X-Ray Radiation on Microflora of Yogurts with Ultradisperse Powders of Beta vulgaris. 2020 IEEE 10th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP). Sumy, Ukraine, 9–13 Nov. 2020. pp. 02IT05-1-02IT05-5, doi: 10.1109/NAP51477.2020.9309550. (індексується в Scopus, Web of Science).

Особистий внесок дисертанта: виконання експериментів, підготовка матеріалів до друку.

Статті у закордонних виданнях

16. Samilyk M., Helikh A., Bolgova N., Ryzhkova T., Sirenko I., Fesyun O. Substantiation of the choice of fillers for cottage cheese mass. *EUREKA: Life Sciences*. 2020. Vol. 3. P.38–45. DOI:10.21303/2504-5695.2020.001210.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

17. Samilyk M., Demidova E., Bolgova N., Kapitonenko A., Cherniavska T. Influence of adding wild berry powders on the quality of pasta products. *«EUREKA: Life Sciences»*. 2022. Vol. 2. P.28–35. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002410.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

18. Samilyk M. Scientific substantiation of the use of plant processing derivatives for enrichment of ferrous milk drinks. *EUREKA: Life Sciences*. 2022. Vol. 5. P. 58–64. doi:<https://doi.org/10.21303/2504-5695.2022.002659>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів

19. Samilyk M., Korniienko D., Demidova E., Tymoshenko A., Bolgova N., Yeskova O. Substantiation of the efficiency of the method for processing viburnum by the method of osmotic dehydration. *EUREKA: Life Sciences*. 2022. Vol. 6. P. 60–68. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2022.002693>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

20. Samilyk M., Paska M. Sugar in the hospitality industry. *EUREKA: Life Sciences*, 2023, (3), 44-50. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2023.002971>.

Особистий внесок дисертанта: загальний задум, розроблення методології досліджень, узагальнення результатів.

Статті у фахових виданнях України

21. Самілик М. М., Расамакіна Ю. В. Перспективи використання бурякових цукатів у виробництві йогуртів. *Науковий журнал «Вчені записки Таврійського національного університету м. В.І. Вернадського»*. Серія: Технічні науки. 2019. Вип. 30(69), №3. С. 97–102. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.3-2/18>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
22. Samilyk M., Qin X., Luo Y. The influence of the introduction of rice bran on fermented milk drink. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 2021. Vol. 23. No 96. P. 39–45. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9608>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
23. Самілик М., Болгова Н., Топоркова Ю. (2021). Розробка технології желейних цукеркових мас із продуктів переробки моркви. *Продовольчі ресурси*. 2021. Вип. 9, №17. С. 137–144. <https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-14>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
24. Самілик М.М. Розширення асортименту натурального желейного мармеладу із вторинної сировини / М. М. Самілик, Н. В. Болгова, Ф. В. Перцевий, О. П. Биков // *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. № 25 (2021). С. 98-105. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2021-25-13>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
25. Самілик М. М., Цирулик Р. В. Використання морквяних порошків для збагачення молока мінеральними елементами. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. 2022. Вип. 1. С. 23–29. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2021-1-4>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
26. Самілик М. М. Розроблення безвідходної технології одержання натуральних барвників із рослинної сировини. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. 2022. Вип. 1. С. 49–54. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-1-8>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
27. Самілик М. М. Фізичне обґрунтування параметрів осмотичної дегідратації як способу обробки коренеплідних овочів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2022. Вип. 4, №46. С. 55–59. <https://doi.org/10.32845/msnau.2021.4.8>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.

28. Самілик М. М. Вплив осмотичної дегідратації на амінокислотний склад *Sorbus aucuparia*. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. Вип. 3. С. С. 178–184. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.3.19>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
29. Самілик М. М., Сюаньсюань Цзінь, Болгова Н. В. Розширення асортименту кисломолочних напоїв з підвищеною біологічною цінністю. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, №1. С. 141–151. DOI: 10.31388/2220-8674-2022-1-14.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
30. Самілик М., Корнієнко Д. Розроблення технології одержання збагаченого цукру. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Харчові технології*. 2022. Вип. 24, №98. С. 25–29. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9805>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
31. Самілик М. М. Технологічне та апаратурне забезпечення осмотичної дегідратації ягід бузини. *Наукові праці НУХТ*. 2022. Вип. 28, №5. С. 46–53. DOI: 10.24263/2225-2924-2022-28-5-7.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
32. Самілик М. М., Демидова Є. В. Використання похідних продуктів переробки обліпихи у виробництві здобних булочок. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. Вип. 4. С. 94–101. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.4.12>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
33. Самілик М., Демидова Є. Використання нетрадиційної сировини у технології виробництва йогурту. *Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації*. 2022. Вип. 5, №2. С. 281–291. <https://doi.org/10.31866/2616-7468.5.2.2022.270113>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
34. Рижкова Т. М., Самілик М. М., Болгова Н. В., Губа С. О., Соколенко В. В. Удосконалення технології сиркових мас із використанням порошку калини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2023. Вип. 3, №49. С. 69–74. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.3.10>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.
35. Самілик М. М., Шешеня І. О. Розроблення раціонального способу переробки плодів обліпихи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2023. (4 (50), 98–102. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.4.15>.
Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.

36. Самілик М. М., Цирулик Р. В., Вороненко Н. І. Застосування морквяних порошків для збагачення молочних продуктів. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2023. Вип.13(2), 28. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-28.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.

37. Самілик М. М., Каруна К.В. Дослідження показників якості десертного хліба з овочевими цукатами. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*. 2023. Вип. 1. С. 5–9. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2023-1-1>.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.

38. Самілик М. М., Назаренко Ю. В., Синенко Т. П., Кіліпута А. В., Мазний Ю. О. Розроблення сухих сніданків на основі похідних переробки моркви. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2023. Вип. 2, № 52. С. 65–70. <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.2.10>.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, формулювання результатів та висновків.

Патенти

39. Йогурт із буряковими цукатами: пат. 142689 Україна. №u201911514. заявл. 28.11.2019; опубл. 25.06.2020, бюл. № 12/2020.

Особистий внесок дисертанта: запропоновано рецептуру та технологічні параметри виробництва йогуртів.

40. Спосіб виготовлення цукатів із коренеплодів: пат. 125733 Україна. №a202002540. заявл. 23.04.2020; опубл. 25.05.2022, Бюл. №21. 4 с.

Особистий внесок дисертанта: запропоновано розміри частинок та режим зневоднення овочів.

41. Спосіб виготовлення маси сиркової солодкої: пат. 125734 Україна №a202002541. заявл. 23.04.2020; опубл. 25.05.2022, бюл. №21. 3 с.

Особистий внесок дисертанта: запропоновано рецептуру та технологічні параметри виробництва маси сиркової.

Тези доповідей та матеріали конференцій

42. Samilyk M., Zarubina M. Prospects for the use carotin candieds in the production of cheese mass. *International scientific and practical conference “Science, engineering and tehnology: global and current trends”*. Prague, The Czech Republic, 27–28 Des. 2019. P. 90–92.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

43. Самілик М. М., Цирулик Р.В. Створення функціональних кисломолочних продуктів. *International scientific and practical conference «Technical sciences: histori, the present time, the future, EU experience»*. Wloclawek, Republic of Poland, 27-28 Sep. 2019. P.118-121.

Особистий внесок дисертанта: виконання експериментів, підготовка матеріалів до друку.

44. Самілик М. М., Цьомка Н. В. Залежність екологічної безпеки регіону від ефективного використання природних ресурсів. *The 5th International scientific and practical conference Eurasian scientific congress*. Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain, 17–19 May. 2020. P. 30–32. ISBN 978-84-15927-31-0.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

45. Риндич Р. В., Самілик М. М. Використання порошку пастернаку у виробництві збалансованих кисломолочних напоїв. *Priority directions of science and technology development. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference*. Kyiv, Ukraine, 22–24 Nov. 2020. P. 373–376.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

46. Самілик М. М., Цьомка Н. В. Безвідходні технології, як спосіб управління промисловими відходами. *Збірка тез доповідей IV спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму*. м. Запоріжжя, 15–17 Жовт. 2020. С.478–481.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

47. Демидова Є. В., Самілик М. М. Технологія порошкових харчових добавок на основі похідних переробки дикорослих ягід. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв»*: мат. всеукр. наук.-практ. конф. «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв». м. Полтава, 21 груд. 2021. С. 79–83.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

48. Теленкова Д. А., Самілик М. М. Застосування осмотичної дегідратації для зневоднення дикорослих ягід. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв»*: мат. всеукр. наук.-практ. конф. «Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв». м. Полтава, 21 груд. 2021. С. 66–70.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

49. Теленкова Д. А., Самілик М. М. Технологія переробки похідних від рослин продуктів на цукор з підвищеною біологічною цінністю. *I Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України»*: мат. I всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Актуальні питання сталого науковотехнічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». м. Запоріжжя, 19–21 жовт. 2021. С.503–504.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

50. Маландій Є. В., Самілик М. М. Доцільність використання похідних переробки рослин у харчовій промисловості. *I Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України»* : мат. I всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти, аспірантів та молодих вчених «Актуальні питання сталого науковотехнічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». Запоріжжя, 19–21 жовт. 2021. С.484–485.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

51. Демидова Є. В., Самілик М. М. Йогурти із похідних переробки бузини. *II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Інформаційні та інноваційні технології у готельно-ресторанному бізнесі, туризмі та дизайні»* : мат. II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. «Інформаційні та інноваційні технології у готельноресторанному бізнесі, туризмі та дизайні». м. Дніпро, 1–2 груд. 2021 року. С. 35–36.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

52. Теленкова Д. А., Самілик М. М. Спосіб збагачення цукру плодами обліпихи. *II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Інформаційні та інноваційні технології у готельно-ресторанному бізнесі, туризмі та дизайні»* : мат. II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. «Інформаційні та інноваційні технології у готельноресторанному бізнесі, туризмі та дизайні». м. Дніпро, 1–2 груд. 2021 року. С.39–40.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

53. Цирулик Р. В., Самілик М. М. Розробка каротиновмісної харчової добавки на основі морквяних порошків. *II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Інформаційні та інноваційні технології у готельно-ресторанному бізнесі, туризмі та дизайні»* : мат. II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. «Інформаційні та інноваційні технології у готельноресторанному бізнесі, туризмі та дизайні». м. Дніпро, 1–2 груд. 2021 року. С. 41–42.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

54. Демидова Є. В., Самілик М. М. Використання похідних переробки ягід бузини у виробництві кисломолочних продуктів. *Міжнародна наукова інтернет-конференція Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 70)* : матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції, м. Тернопіль, Україна – м. Переворськ, Польща, 22–23 вер. 2022. С. 149–151. ISSN 2522-932X.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

55. Цирулик Р. В., Самілик М. М. Важливість комплексної переробки рослинної сировини регіонального значення. *II Всеукраїнська науково-практична*

конференція за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» : мат. II Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 18–20 жовт. 2022 С. 421–423.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

56. Qin Xuanxuan, Samilyk M., Luo Yanghe. The influence of dietary fiber in defatted sesame flour on kefir. *The 15th International scientific and practical conference "Innovations and prospects of world science"*. Vancouver, Canada, 12-14 Oct. 2022. P. 21-28.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

57. Qin Xuanxuan, Samilyk M., Luo Yanghe. The influence of dietary fiber in rice bran on kefir. *The 1st International scientific and practical conference "Science and technology: problems, prospects and innovations"*. Osaka, Japan, 19-21 Oct. 2022) P. 19-27.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

58. Демидова Є. В., Самілик М. М. Технологія переробки ягід обліпихи. *Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції* : програма та тези матеріалів XI Міжнародної науково-технічної конференції, м. Київ: НУХТ, 8 лист. 2022. С.149-153.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

59. Демидова Є. В., Тимошенко А. Ю., Самілик М. М. Оцінка якості хліба із додаванням горобинового порошку. *Актуальні проблеми теорії і практики експертизи товарів* : матеріали X Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Полтава: ПУЕТ, 24 березня 2023 року. С.149-151.

Особистий внесок дисертанта: аналіз експериментів, підготовка матеріалів до друку.

60. Демидова Є., Самілик М. М. Вплив порошоків із ягід бузини на органолептичні властивості макаронних виробів. *Інновації, гостинність, туризм: наука, освіта, практика* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, м. Львів: ЛДУФК ім. І. Боберського, 18 травня 2023 року. С. 276-277.

Особистий внесок дисертанта: виконання експериментів, підготовка матеріалів до друку.

АНОТАЦІЯ

Самілик Марина Михайлівна. Наукове обґрунтування інновацій в процесах переробки рослинної сировини та її похідних продуктів. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв», Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023.

Дисертаційну роботу присвячено науковому обґрунтуванню та розробці інноваційних способів переробки рослинної сировини та її похідних продуктів. З цією метою досліджено вплив процесу осмотичної дегідратації на рослинну сировину (коренеплідні овочі, плоди дикорослих рослин), проведено аналіз хімічного складу та деяких показників якості похідних їх переробки, розроблено раціональні способи виробництва харчових продуктів на основі похідних переробки харчової рослинної сировини.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень запропоновано раціональний спосіб переробки та застосування похідних продуктів рослинного походження, який дозволяє сформулювати новий науково-практичний напрям застосування промислових органічних відходів та отримати біологічно повноцінні продукти з доданою вартістю. Запропонований спосіб спрямований на максимальну екологізацію виробництва, зменшення числа відходів, а як наслідок – площі полігонів твердих побутових відходів.

Екологічна ефективність розробленого способу полягає у зменшенні навантаження на навколишнє середовище за рахунок: скорочення витрат на вирощування сировини (при переробці плодів дикорослих рослин); зменшення логістичних витрат за рахунок комплексної переробки сировини та виробництва декількох різноманітних харчових продуктів в межах одного підприємства; скорочення енергоносіїв за рахунок інтенсифікації процесу зневоднення рослинної сировини; зменшення числа органічних відходів, оскільки спосіб передбачає безвідходну переробку.

Соціально-економічна ефективність від впровадження розробок у практику полягає в розширенні асортименту харчових продуктів із доданою вартістю на основі нетрадиційної, але доступної сировини, збільшення числа зайнятого населення у сільській місцевості.

В якості традиційної сировини, що містить велику кількість корисних нутрієнтів, запропоновано використовувати коренеплідні овочі. Проаналізовано склад, властивості та напрями використання нетрадиційної, для харчової промисловості, дикорослої сировини.

Проаналізовано тенденції у секторі харчової та переробної промисловості, обґрунтовано доцільність комплексної переробки рослинної сировини, повторного застосування побічних продуктів виробництва, сучасні способи переробки рослинної сировини. На основі проведеного аналізу сформульовано мету і задачі досліджень.

Розроблено спосіб переробки рослинної сировини: коренеплідних овочів (буряка, моркви, пастернака, селери) та плодів дикорослих рослин (калини, бузини, обліпихи, горобини) із застосуванням осмотичної дегідратації.

Шляхом лабораторних експериментальних досліджень встановлено раціональні параметри даного процесу (температура зневоднення 50°C,

концентрація цукрового розчину – 70%, гідромодуль – 1, тривалість процесу при зневодненні коренеплідних овочів – 2 год, плодів дикорослих рослин – 1 год, форма і розмір овочевої сировини – кубики $5 \times 5 \times 5$ мм).

Розроблено конструкцію апарату для проведення осмотичної дегідратації. Апарат оснащений двома мішалками: якірною для ефективного перемішування суміші осмотичного розчину та рослинної сировини та магнітною з нагрівною поверхнею, яка забезпечує рівномірне прогрівання суміші.

Запропонована конструкція апарату для осмотичної дегідратації має ряд переваг. Магнітний якір, який занурений у розчин, вкритий тефлоном. Таке покриття запобігає будь-яким хімічним реакціям із сумішшю, що перемішується. Це покриття гарантує, що мішалка залишається інертною та не забруднює розчин. Порівняно із іншими громіздкими пристроями, магнітна мішалка відрізняється простотою очищення та стерилізації, її можна легко вийняти з рідини. Принцип роботи магнітної мішалки базується на фундаментальних властивостях магнітних полів, включаючи притягання між протилежними зарядами та відштовхування між однаковими зарядами. Використовуючи ці принципи, магнітна мішалка полегшує перемішування та змішування розчинів.

За рахунок системи нагріву і одночасного перемішування, яке забезпечується магнітною мішалкою, підтримується задана температура, суміш розчину та рослинної сировини відповідає встановленому технологічному режиму. Оскільки магнітна мішалка розміщена під ситом, не утворюються застійні зони, які характерні для шнекових апаратів. Рослинна сировина, що зневоднюється, знаходиться всередині сита і рівномірно змішується з осмотичним розчином за рахунок рамної мішалки. Крім того, сито забезпечує відокремлення осмотичного розчину від частково зневодненої сировини після осмотичної дегідратації.

Розраховано матеріальний та енергетичний баланс процесів зневоднення. Встановлено кількість вологи, яка видаляється із рослинної сировини при заморожуванні, дефростації, осмотичній дегідратації та сушінні. Доведено, що застосування осмотичної дегідратації дозволяє скоротити тривалість сушіння та енерговитрати на зневоднення. При застосуванні осмотичної дегідратації для зневоднення коренеплідних овочів загальні енерговитрати знижуються на 1,12 кВт. При зневодненні плодів дикорослих рослин – на 5,75 кВт.

Обґрунтовано доцільність переробки і використання похідних переробки овочів. Проаналізовано мікроструктуру та мінеральний склад порошків, виготовлених із коренеплідних овочів. Встановлено, що рослинні порошки містять харчові волокна. Найбільше клітковини виявлено у морквяних порошках ($2,9 \pm 0,05\%$), найменше – у порошках із білого кореня ($2,6 \pm 0,05\%$). Показано, що структура порошків, виготовлених із шкірок, більш виразна і практично не змінюється під впливом температури, оскільки вони переважно складаються із провідної тканини. Це дає підстави припускати, що вони мають більшу вологозв'язуючу здатність. Система каналців, утворена провідною тканиною, створює поверхню контакту порошкоподібної та рідкої фаз. Овочеві порошки містять мікро- та макроелементи K, Ca, Mg, P, Fe, олігоелементи S, N.

Дослідження показників якості похідних переробки коренеплідних овочів показало, що порошки виготовлені із основної частини коренеплодів та їх шкірок можуть використовуватися для виробництва багатьох харчових продуктів (в якості стабілізаторів структури, емульгаторів, вологоутримувачів та згущувачів).

Аналіз показав, що шкірки коренеплідних овочів не поступаються за хімічним складом та біологічною цінністю основній частині коренеплоду. Тому, доцільно їх переробляти у порошки та використовувати в якості харчових добавок функціонального призначення, багатих на макро- та мікроелементи.

Запропоновано спосіб комплексної переробки і використання похідних переробки плодів дикорослих рослин, який передбачає отримання порошків та вітамінізованих сиропів. Доведено їх біологічну цінність. За рахунок осмотичної дегідратації у порошках із плодів дикорослих рослин підвищується вміст цукрів. Найбільша масова частка редукувальних цукрів міститься у бузинових порошках (50%), найменша – у обліпиховому (29,9%). Дослідження показали, що ці порошки, також, містять велику кількість харчових волокон. Найвищий вміст «сирої» клітковини міститься в порошках виготовлених із похідних переробки бузини ($18,2 \pm 0,05$), найменший – у порошках із похідних переробки горобини ($6,7 \pm 0,05$).

Запропонований спосіб обробки плодів дикорослих рослин, із застосуванням осмотичної дегідратації, дозволяє зберегти вміст вітаміну С в продуктах їх переробки. Встановлено, що найбільше вітамін С при осмотичній дегідратації та сушінні зберігається у порошках із калини, найменше його залишається у горобинових порошках. Найбільша кількість вітаміну С переходить із бузини у осмотичний розчин. Найменша – із обліпихи. Сумарна кількість вітаміну С у похідних переробки плодів становить, мг/100г: обліпихи – 4,16; калини – 9,5; горобини – 2,15; бузини – 5,35. Це свідчить про те, що найкращою сировиною для збагачення продуктів вітаміном С є калина та бузина.

У порошках та осмотичних розчинах, отриманих в результаті осмотичної дегідратації, виявлено 18 амінокислот, 7 з яких – незамінні. Що свідчить про те, що дані похідні переробки можуть використовуватися для збагачення харчових продуктів.

Встановлено оптимальні параметри процесу переробки рослинної сировини та розроблено математичну модель. Отримано залежність оптимальної концентрації та енерговитрат від еквівалентного розміру частинок. Визначено розмір частинок сировини, при якому сумарні енерговитрати наближуються до мінімуму. Проведено моделювання процесу осмотичної дегідратації та отримано рівняння в числах подібності. Отримана модель із високою точністю описує отримані експериментальні дані.

Розроблено інноваційні способи виробництва харчових продуктів із використанням похідних переробки рослинної сировини: збагаченого молока, цукатів із коренеплідних овочів, натурального желейного мармеладу із коренеплідних овочів, желейних цукерок із моркви, макаронних виробів та хліба збагачених порошками із плодів дикорослих рослин, натуральних харчових барвників, вермутів із квіткової сировини. Розроблено технологічні та апаратурно-

технологічні схеми виробництва харчових продуктів, технологічні інструкції та технічні умови на виготовлення деяких харчових продуктів.

Доведено, що додавання порошків із плодів дикорослих рослин до макаронних виробів позитивно впливає на їх органолептичні властивості, а також підвищує їх біологічну цінність за рахунок збагачення амінокислотами, вітамінами та харчовими волокнами.

Враховуючи той факт, що найбільшу концентрацію із всієї кількості амінокислот у горобинових порошках становила глютамінова кислота (1,57 г/100 г), яка є природним консервантом відпрацьовано рецептури хліба із пшеничного та житнього борошна опарним та безопарним способом. Показано, що додавання до хліба із пшеничного борошна 10 % порошку із похідних переробки *Sorbus aucuparia* дозволяє, як мінімум в два рази, збільшити терміни його зберігання. Встановлено, що додавання горобинового порошку дозволяє збільшити термін зберігання до 15 діб.

Похідні переробки коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин (особливо столові буряки та бузину), отримані способом із застосуванням осмотичної дегідратації, можна також використовувати в якості натуральних барвників. Природний барвник беталаїн, який міститься у червоному буряку (*Beta vulgaris*), має дві групи пігментів: бетаціаніни (червоно-фіолетовий) та бетаксантин (жовтий). Разом ці пігменти дають ряд відтінків червоного кольору. Бетаціанін, присутній в основному в корінні червоного буряка, відомий як бетанін. Антоціанові барвники містяться у плодах бузини, яка має високий вміст біофлавоноїдів. За рахунок цього бузина і продукти її переробки впливають на радіопротекторні, антиоксидантні, протизапальні властивості. Апробовано застосування цих барвників у виробництві йогуртів та цукру.

Розроблено рекомендації щодо практичного використання результатів дослідження. Запропоновано раціональні моделі переробки коренеплідних овочів та плодів дикорослих рослин (калини, бузини, обліпихи, горобини).

Побудова такої моделі виробництва, дозволить створювати суспільно-корисні продукти з використанням інноваційних процесів, що забезпечить сталий розвиток не лише підприємства-виробника, а й громади в цілому. Зазвичай переробка овочів має сезонний характер. Запропонована технологія передбачає постійно діюче виробництво, що дозволить збільшити кількість робочих місць, а відповідно, - число зайнятого населення.

Запропонована технологія переробки овочів є повністю безвідходною, завдяки чому зменшується вплив на екологію, оскільки відсутня потреба у переробці або утилізації відходів. Використання енергії сонця та вітру сприяє збільшенню частки невичерпних джерел енергії для покриття енергетичних потреб держави.

Економічна доцільність даного способу пояснюється підвищенням продуктивності праці та ефективним використанням ресурсів виробництва, що поліпшує результативність їх роботи, у формуванні позитивного іміджу та репутації соціально- та природничо – відповідальної структури. Крім того, з'являється додаткова можливість залучення інвестицій.

Обґрунтовано доцільність переробки плодів дикорослих рослин в умовах цукрового заводу. Оскільки виробництво цукру є сезонним, переробку плодів дикорослих рослин і виробництво збагаченого цукру доцільно організувати у весняно-літній період. Сезон дозрівання плодів дикорослих рослин – осінь. Але за запропонованою технологією передбачається їх попереднє заморожування. У замороженому стані ягоди можна зберігати декілька місяців, до закінчення переробки цукрових буряків.

Впровадження даної технології у виробництво дозволить забезпечити роботу деякого числа працівників протягом всього року. Апарат для проведення осмотичної дегідратації займає невелику виробничу площу, його можна встановити у кристалізаційному відділенні. Змішування цукру із осмотичним розчином можна проводити у існуючих клерувальних мішалках. Якщо виробляти збагачений цукор-пісок, висушування можна здійснювати у існуючих на виробництві конвективних сушарках. В разі його пресування виникає необхідність встановлення додаткового обладнання – карусельних пресів та тунельних сушарок.

Рекомендується використовувати 10% осмотичного розчину до маси кристалічного цукру. Для визначення потреби у ягідній сировині необхідно знати бажану кількість збагаченого цукру. При цьому створювати запас ягід (5 % до цієї кількості), оскільки при дегідратації рекомендується співвідношення цукрового сиропу і ягід – 1:1.

Досліджено економічну ефективність переробки плодів дикорослих рослин в умовах цукрового заводу. Встановлено точку безбитковості для збагаченого цукру та виробництва порошків із плодів дикорослих рослин. Розраховано індекс дохідності виробництва та період окупності впровадження запропонованого способу. Точка безбитковості знаходиться в межах 54–57 відсотків номінального обсягу виробництва, що підтверджує надійність впровадження проєкту у виробництво.

Ключові слова: харчова промисловість, осмотична дегідратація, напівпроникна мембрана, сушіння, заморожування, теплообмін, масообмін, перемішування, фаза, осмотичне середовище, концентрація розчину, плодово-ягідна дикоросла сировина, коренеплідні овочі, відходи виробництва, похідні продукти, безвідходні технології, енергозбереження, математична модель, оптимізація процесу, органолептичні показники, структурно-механічні властивості, рослинні порошки, збагачений цукор, цукровий розчин, виробництво цукру.

ANNOTATION

Samilyk Maryna. Scientific substantiation of innovations in the processing of vegetable raw materials and its derivative products.

Dissertation for the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.18.12 - Processes and equipment for food, microbiological and pharmaceutical industries, National University of Bioresources and Environmental Management of Ukraine, Kiev, 2023.

The dissertation work is devoted to the scientific substantiation and development of innovative methods for processing plant raw materials and their derivative products. For this purpose, the influence of the process of osmotic dehydration on plant raw materials

(root vegetables, fruits of wild plants) was studied, the chemical composition and some quality indicators of their processing derivatives were analyzed, and rational methods for the production of food products based on derivatives of the processing of food plant raw materials were developed.

Based on theoretical and experimental research, a rational method for processing and using derivative products of plant origin has been proposed, which allows us to formulate a new scientific and practical direction for the use of industrial organic waste and obtain biologically complete products with added value. The proposed method is aimed at maximizing the greening of production, reducing the amount of waste, and as a consequence, the area of solid waste landfills.

The environmental efficiency of the developed method lies in reducing the burden on the environment by reducing the cost of growing raw materials (when processing the fruits of wild plants); reduction of logistics costs due to complex processing of raw materials and production of several different food products within the enterprise; reduction of energy resources due to intensification of the process of dehydration of plant materials; reducing the amount of organic waste, since the method involves waste-free processing.

The socio-economic efficiency of putting developments into practice lies in expanding the range of value-added food products based on non-traditional but accessible raw materials, and increasing the number of employed people in rural areas.

It is proposed to use root vegetables as a traditional raw material containing a large amount of beneficial nutrients. The composition, properties and directions of use of non-traditional, wild-growing raw materials for the food industry are analyzed.

Trends in the food and processing industry sector are analyzed, the feasibility of complex processing of plant raw materials, reuse of production by-products, and modern methods of processing plant raw materials are substantiated. Based on the analysis, the goals and objectives of the research were formulated.

A method has been developed for processing plant raw materials: root vegetables (beets, carrots, parsnips, celery) and fruits of wild plants (viburnum, elderberry, sea buckthorn, rowan) using osmotic dehydration.

Through laboratory experimental studies, rational parameters of this process were established (dehydration temperature 50 °C, concentration of sugar solution – 70%, hydromodulus – 1, the duration of the process during dehydration of root vegetables – 2 hours, fruits of wild plants – 1 hour, the shape and size of raw vegetable cubes 5×5×5 mm).

The design of an apparatus for carrying out osmotic dehydration has been developed. The device is equipped with two stirrers: an anchor one for effective mixing of the mixture of osmotic solution and plant raw materials and a magnetic one with a heating surface that ensures uniform heating of the mixture.

The proposed design of the apparatus for osmotic dehydration has a number of advantages. The magnetic anchor, immersed in the solution, is coated with Teflon. This coating prevents any chemical reactions with the stirred mixture. This coating ensures that the stirrer remains inert and does not contaminate the solution. Compared to other bulky devices, the magnetic stirrer is easy to clean and sterilize, and can be easily removed from the liquid.

The operating principle of a magnetic stirrer is based on the fundamental properties of magnetic fields, including attraction between opposite charges and repulsion between like charges. Using these principles, a magnetic stirrer makes stirring and mixing solutions easier.

Due to the heating system and simultaneous mixing, equipped with a magnetic stirrer, the set temperature is maintained, the mixture of solution and plant raw materials corresponds to the established technological regime.

Since the magnetic stirrer is located under the sieve, stagnant zones characteristic of screw devices are not formed. The dehydrated plant material is located inside the sieve and is evenly mixed with the osmotic solution using a frame mixer. In addition, the sieve ensures the separation of the osmotic solution from the partially dehydrated raw material after osmotic dehydration.

The material and energy balance of dehydration processes was calculated. The amount of moisture that is removed from plant materials during freezing, defrosting, osmotic dehydration and drying has been established. It has been proven that the use of osmotic dehydration can reduce the drying time and energy consumption for dehydration. When using osmotic dehydration for dehydration of root vegetables, the total energy consumption is reduced by 1,12 kW. When dehydrating the fruits of wild plants – by 5,75 kW.

The feasibility of processing and using vegetable processing derivatives is substantiated. The microstructure and mineral composition of powders made from root vegetables were analyzed. It has been established that vegetable powders contain dietary fiber. The most fiber was found in carrot powders ($2,9 \pm 0,05\%$), the least in parsnip powders ($2,6 \pm 0,05\%$). It has been shown that the structure of powders made from skins is more distinct and practically does not change under the influence of temperature, since they consist predominantly of conductive tissue.

This suggests that they have greater moisture-binding capacity. A system of tubules formed by conductive tissue creates a contact surface between the powder and liquid phases. Vegetable powders contain micro- and macroelements K, Ca, Mg, P, Fe, oligoelements S, N. A study of the quality indicators of derivatives from the processing of root vegetables showed that the powders are made from the main part of root vegetables and their skins can be used for the production of many food products (as structure stabilizers, emulsifiers, moisture holders and thickeners).

The analysis showed that the skins of root vegetables are not inferior in chemical composition and biological value to the main part of the root vegetable. Therefore, it is advisable to process them into powders and use them as functional food additives rich in macro- and microelements.

A method for complex processing and use of derivatives of processing the fruits of wild plants is proposed, which involves the production of powders and fortified syrups. Their biological value has been proven. Due to osmotic dehydration, the sugar content in powders from the fruits of wild plants increases. The largest mass fraction of reducing sugars is found in elderberry powders (50%), the smallest in sea buckthorn powder (29,9%). Research has shown that these powders also contain high amounts of dietary fiber. The highest content of “crude” fiber is found in powders from derivatives of

elderberry processing ($18,2 \pm 0,05$), the lowest – in powders from derivatives of rowan processing ($6,7 \pm 0,05$). The proposed method for processing the fruits of wild plants using osmotic dehydration makes it possible to preserve the vitamin C content in their processed products. It has been established that vitamin C is retained most of all during osmotic dehydration and drying in viburnum powders; the least of it remains in rowan powders. The largest amount of vitamin C passes from elderberry into the osmotic solution. Least of all – from sea buckthorn. The total amount of vitamin C in fruit processing derivatives is, mg/100g: sea buckthorn – 4,16; viburnum – 9,5; mountain ash – 2,15; elderberry – 5,35. This indicates that the best raw materials for enriching foods with vitamin C are viburnum and elderberry.

In powders and osmotic solutions obtained as a result of osmotic dehydration, 18 amino acids were found, 7 of which are essential. This indicates that these processed derivatives can be used to fortify food products.

The optimal parameters of the process of processing plant raw materials have been established and a mathematical model has been developed. The dependence of the optimal concentration and energy consumption on the equivalent particle size was obtained. The particle size of the raw material has been determined, at which the total energy consumption approaches a minimum. The process of osmotic dehydration was simulated and an equation in similarity numbers was obtained. The resulting model describes the obtained experimental data with high accuracy.

Innovative methods have been developed for the production of food products using derivatives from the processing of plant raw materials: fortified milk, candied fruits from root vegetables, natural jelly marmalade from root vegetables, jelly sweets from carrots, pasta and bread fortified from floral raw materials. Technological and hardware-technological schemes for the production of food products, technological instructions and technical conditions for the production of some food products have been developed.

It has been proven that the addition of powders from the fruits of wild plants to pasta has a positive effect on their organoleptic properties, and also increases their biological value due to the enrichment of amino acids, vitamins and dietary fiber.

Considering the fact that the highest concentration of the total amount of amino acids in rowan powders was glutamic acid (1,57 g/100 g), which is a natural preservative of the worked out recipe for bread made from wheat and rye flour in the sponge and straight method. It has been shown that adding 10% powder from processed derivatives of *Sorbus aucuparia* to bread made from wheat flour can at least double its shelf life. It has been established that the addition of rowan powder can increase the shelf life to 15 days.

Derivatives from the processing of root vegetables and fruits of wild plants (especially table beets and elderberries), obtained by using osmotic dehydration, can be used as natural dyes. The natural dye betalain, found in red beets (*Beta vulgaris*), has two groups of pigments: betacyanins (red-purple) and betaxanthin (yellow). Together these pigments produce a range of shades of red. Betacyanin, found primarily in red beet roots, is known as betanin. Anthocyanin dyes are found in elderberry fruits, which have a high content of bioflavonoids. Due to this, elderberry and its processed products have an effect on radioprotective, antioxidant, and anti-inflammatory properties. The use of these dyes has been tested in the production of yoghurts and sugar.

Recommendations for the practical use of the research results have been developed. Rational models for processing root vegetables and fruits of wild plants (viburnum, elderberry, sea buckthorn, rowan) are proposed. Building such a production model will make it possible to create socially useful products using innovative processes, which will ensure sustainable development not only of the manufacturing enterprise, but also of society as a whole. Typically, vegetable processing is seasonal. The proposed technology involves permanent production, which will increase the number of jobs and, accordingly, the number of employed people.

The proposed technology for processing vegetables is completely waste-free, which reduces the impact on the environment, since there is no need for processing or disposal of waste. The use of solar and wind energy helps to increase the share of inexhaustible energy sources to cover the energy needs of the state.

The economic feasibility of this method is explained by an increase in labor productivity and the efficient use of production resources, which improves the effectiveness of their work in forming a positive image and reputation of a socially and naturally responsible structure. In addition, there is an additional opportunity to attract investment. The feasibility of processing the fruits of wild plants in a sugar factory is substantiated. Since sugar production is seasonal, it is advisable to organize the processing of wild plant fruits and the production of fortified sugar in the spring and summer. The ripening season for the fruits of wild plants is autumn. But according to the proposed technology, they are supposed to be pre-frozen. When frozen, the berries can be stored for several months until the sugar beets are processed.

The introduction of this technology into production will ensure the work of a certain number of workers throughout the year. The osmotic dehydration apparatus occupies a small production area and can be installed in the crystallization department. Mixing sugar with an osmotic solution can be carried out in existing clearing mixers. If enriched granulated sugar is produced, drying can be done in existing convection dryers. If it is pressed, it becomes necessary to install additional equipment - rotary presses and tunnel dryers. It is recommended to use 10% osmotic solution to the mass of crystalline sugar. To determine the need for berry raw materials, you need to know the desired amount of fortified sugar. At the same time, create a supply of berries (5% of this amount), since during dehydration, the recommended ratio of sugar syrup and berries is 1:1.

The economic efficiency of processing the fruits of wild plants in the conditions of a sugar factory has been studied. A break-even point has been established for fortified sugar and wild fruit powder production. The index of profitability of production and the payback period for the introduction of the proposed method are calculated. The break-even point is within 54-57 percent of the nominal production volume, which confirms the reliability of the project implementation into production.

Keywords: food industry, osmotic dehydration, semi-permeable membrane, drying, freezing, heat transfer, mass transfer, mixing, phase, osmotic medium, solution concentration, wild fruit and berry raw materials, root vegetables, production waste, derivatives, derived products, waste-free technologies process optimization, organoleptic indicators, structural and mechanical properties, vegetable powders, fortified sugar, sugar solution, sugar production.

