

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ НОВИХ БЕЗВІДХОДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

Сильнягіна Н.Б., Степанова О.Є., к.т.н., Переяславцева О.О., к.т.н., с.н.с.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Анотація. Важливими джерелами натуральних, корисних та оздоровчих речовин для людини є ягоди, фрукти та овочі. В даний час у багатьох країнах проводяться роботи з одержання цих продуктів у формі, що передбачає тривале зберігання без суттєвих втрат біологічно активних речовин. Це не тільки висушені ягоди різноманітної форми, шматочки різних розмірів, а й продукти в гранульованій формі, які можуть використовуватися в комплексі з іншими речовинами як лікувально-профілактичні препарати та біологічно активні добавки до різних харчових продуктів.

Вирішення таких завдань визначає необхідність створення нових ефективних теплотехнологій, що передбачають мінімізацію насамперед термічного впливу на термолабільні компоненти в рослинних продуктах і, по-друге, використання всіх його складових: розчинні і нерозчинні, включаючи, наприклад, для ягідної сировини невелике насіння, що міститься в них. Переробка повноцінної нефракціонованої сировини на гранульовані продукти, які здатні зберігатися практично без погіршення початкових хімічних характеристик та смакових властивостей тривалий час, є найшвидшим, економічно прийнятним та науково обґрунтованим шляхом вирішення цього завдання, так як робить можливим споживання біологічно активних речовин протягом міжсезоння.

Проведено дослідження ефективності процесу зневоднення у гранульованій формі структурованих рослинних продуктів (на прикладі ягід чорниці) з оцінкою адгезійних властивостей на етапах випарювання та сушіння залежно від різноманітних структуруючих добавок.

За результатами проведених наукових і експериментальних досліджень запропоновані принципові схеми виробництва сухої форми чорниці як основи для продуктів лікувально-профілактичного і широкого використання. Створені технології є безвідходними. Для цього проводилася попередня підготовка цілісних ягід чорниці в активному гідродинамічному режимі на роторно-імпульсному апараті з додаванням структуруючих домішок для отримання рідкого гомогенного продукту. Таким чином, підготовлена багатокомпонентна рідка система подається, в залежності від форми в якій повинен бути готовий продукт, на розпилювальну сушильну установку або на випарювання і гранулювання.

Ключові слова: дискретно-імпульсне введення енергії, диспергація, гомогенізація, ягідна сировина, енергоресурсозбереження.

Keywords: discrete-pulse energy input, dispersion, homogenization, berry raw materials, energy saving.

В Україні спостерігається нестача функціональних оздоровчих продуктів, але слід зазначити, що при цьому Україна має досить значну сировинну базу для створення таких продуктів. Традиційні технології переробки ягід та отримання продукції у вигляді паст та концентратів визначають досить жорсткі температурні режими переробки та значну загальну тривалість. Це призводить до значних втрат біологічно активних речовин. Крім того, для традиційних технологій характерною є наявність суттєвих відходів при переробці, які найчастіше ніяк не використовуються.

В даний час є актуальним створення нових ефективних технологій в Україні, які передбачають мінімізацію насамперед термічного впливу на термолабільні компоненти під час переробки сировини. Крім того, актуальним є вирішення проблеми використання всіх складових рослинної фруктово-ягідної сировини: розчинних і нерозчинних, що містять в собі невелике насіння. Вирішення проблеми створення енергоефективної безвідходної переробки повноцінної нефракціонованої сировини у формі, які здатні зберігатись тривалий час практично без погіршення своїх початкових біохімічних характеристик, надасть можливість отримати нові види продуктів.

Одним із цінних рослинних продуктів є плоди чорниці, які містять за масою до 18 % дубильних речовин та до 7 % органічних кислот (яблучної, бурштинової, хінінової, бензойної, молочної). Крім цього, плоди чорниці містять цукор (фруктоза, лактоза), вітамін С, вітаміни групи В, пектинові речовини, макро- і мікроелементи, Р-активні речовини (катехіни та антоціани), а також флаваноїди. У насінні ягід чорниці виявлено до 31 % жирної олії та до 18 % білка по масі [1].

Встановлено, що за рахунок комплексу біологічно активних речовин така ягода як чорниця має різноманітні лікувальні та профілактичні властивості. Чорниця – сильний антиоксидант. Як випливає з [2], по антиоксидантній активності чорниця займає шосте місце після таких ягід як чорна смородина, чорна вишня, глід, чорноплідна горобина та калина. За рахунок активності вітаміну А чорниця ефективно нейтралізує дію вільних радикалів. Основним активним компонентом ягід чорниці є антоціани (речовини, що надають пло-

дам фіолетового кольору), які проникають і накопичуються в тканинах очей і сприяють регенерації світлочутливості пігменту сітківки (радопсину). Вітаміни групи В необхідні для підтримки нормального внутрішньоклітинного метаболізму тканини ока і зменшення втоми очей. Активні речовини чорниці покращують пружність клітинних мембран та допомагають збільшити приплив крові до сітківки ока.

В Інституті технічної теплофізики НАН України протягом останніх років розробляються нові інтенсивні технології на основі методу дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ) в гетерогенні системи. Теоретичні основи цього методу представлені в низці публікацій [3-6]. Лабораторні дослідження та дослідно-промислові результати освоєння нових технологій висвітлені у роботах [7-8].

Метод ДІВЕ реалізує принципово інший підхід до інтенсифікації тепломасообмінних та гідромеханічних процесів у дисперсних середовищах.

Використання роторно-імпульсних апаратів є одним із способів запуску широкого спектру механізмів ДІВЕ [5, 6]. Різкі перепади тиску в робочому обсязі рідини та створення умов кавітації забезпечується у цих апаратах, в яких застосовується принцип раптового гальмування чи прискорення потоку рідини. В апаратах, розроблених в Інституті технічної теплофізики, використовуються різні конструктивні рішення. Основними елементами роторно-імпульсних пристроїв можуть бути нерухомий статор і ротор, що обертається щодо нього, з аналогічними отворами. Ротор і статор можуть застосовуватись різної форми у вигляді плоских дисків або циліндричних поверхонь і т.п.: квадратні, круглі, щілинні. Суміщення отворів статора і ротора призводить до того, що потік рідини з великою швидкістю проходить через канал і раптово гальмується при перекритті отворів. Таким чином, виникають пульсації швидкостей потоку та турбулізація рідини. Швидкість обертання ротора регулює частоту та амплітуду імпульсів тиску, що дозволяє керувати інтенсифікацією процесу. Проте принцип ініціювання механізмів ДІВЕ у цих пристроях та методика розрахунку таких апаратів є ідентичними. Саме для отримання багатокомпонентних тонкодисперсних емульсій використовують ці пристрої. Їх застосування також необхідне для отримання гомогенних сумішей.

Крім того, в ІТТФ НАН України розробляються принципово нові апарати з активним гідродинамічним режимом – це апарати з об'ємом, що періодично швидко змінюється (пульсаційні апарати ДІВЕ). Такі апарати є ще одним способом ініціювання широкого спектра механізмів ДІВЕ [4]. Підвищення інтенсивності тепломасообміну в такого роду апаратах обумовлено виникненням в них при різких змінах об'єму робочого органу нестационарної гідродинамічної обстановки, при цьому в системі виникають високочастотні коливання, відмінні від коливань викликаних зміною об'єму рідини, причому ці коливання не поглинаються суцільною поверхнею, а дисипують у міжфазній поверхні, викликаючи тривалу інтенсифікацію тепломасообміну. Ще одним фактором, що викликає інтенсифікацію міжфазного переносу, є виникнення великих відносних швидкостей між дисперсною і суцільною фазами. При дискретно-імпульсному введенні енергії структура потоку, на відміну від традиційних способів її введення, призводить до виникнення концентрованих зон дисипації біля поверхні розділу фаз, що дозволяє на кілька порядків збільшити дисипацію енергії. Внаслідок цього у прикордонному шарі розвиваються такі потужні фактори, що інтенсифікують перенесення тепла та маси, як ударні хвилі та кавітаційні явища. Все це призводить до підвищення інтенсифікації тепломасообміну на 1-3 порядки. Апарати зі швидкозмінним об'ємом можуть відрізнятися конструкцією та цільовим призначенням. Разом з тим характеризуються загальною перевагою – високою питомою продуктивністю на одиницю енерговитрат, низькою металоємністю та порівняно простою конструкцією.

Використовуючи переваги вищеописаних апаратів ДІВЕ у порівнянні з існуючими, була розроблена технологічна схема переробки ягідної сировини, яка включає наступні основні етапи:

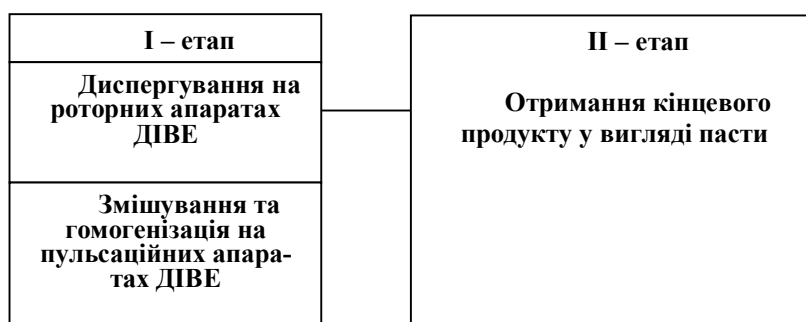


Рис. 1 – Блок-схема ДІВЕ-технології отримання паст з ягідної сировини

Використовуючи переваги вищеописаних апаратів ДІВЕ порівняно з існуючими, було розроблено технологічну схему переробки ягідної сировини, яка включає наступні основні етапи:

- Перший етап – активна гідродинамічна обробка.
- Другий етап – отримання пастоподібного препарату.

Перший етап передбачає безвідходну технологію переробки таких ягід, як чорниця, чорна смородина, малина, полуниця та ін., кісточку яких можуть бути подрібнені до заданого ступеня дисперсності, що забез-

печує отримання гомогенізованої суспензії. На цьому етапі в залежності від функціонального призначення продукту може бути використано:

- одноступенева обробка на циліндричному роторному апараті;
- двостадійна обробка на циліндричному та дисковому роторних апаратах з метою підвищення ступеня дисперсності нерозчинних фракцій;
- двостадійна обробка на роторних апаратах та пульсаційному апараті ДІВЕ з метою змішування та гомогенізації з іншими харчовими натуральними продуктами для отримання більш збагачених харчових композиційних продуктів.

Нами проведено комплекс експериментальних досліджень із переробки чорниці. На 1-му етапі гідродинамічної обробки використовувалося таке обладнання:

1. Циліндричний роторний апарат з робочим зазором між ротором та статором 0,3 мм, частотою обертання ротора 3000 об/хв., встановленою потужністю двигуна 3 кВт.

2. Дисковий роторний апарат із робочим зазором між ротором та статором 0,15 мм, частотою обертання ротора 12000 об/хв., встановленою потужністю двигуна 3 кВт.

На циліндричному роторному апараті продукт обробляли протягом шести циклів, кожен цикл складав 10 с. На роторному дисковому апараті продукт обробляли протягом трьох циклів, кожен цикл становив 30 с. Для кожного апарату після кожного циклу відбиралася проба, для якої визначалася динамічна в'язкість, температура, рН, розмір часток нерозчинних фракцій.

Слід зазначити, що для усіх проб рН залишався незмінним і становить 3,1. Початкова температура цільної чорниці перед обробкою становила 20 °С.

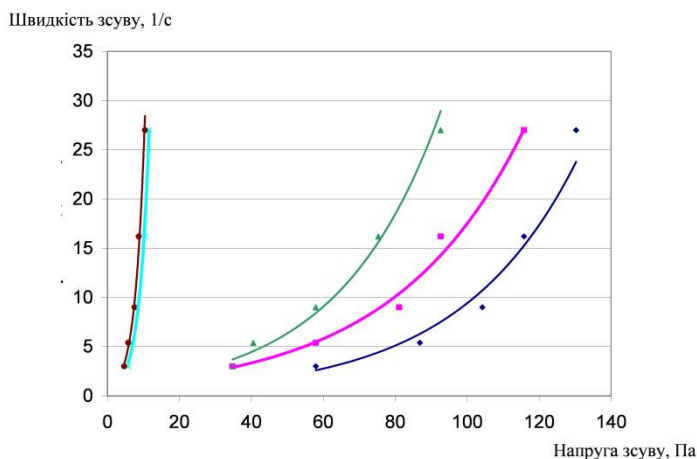
Відповідно до представленої схеми були проведені дослідження обробки ягід чорниці за першим етапом на роторно-пульсаційних апаратах циліндричного та плоского типів. Результати експериментів зведено до таблиці 1.

Таблиця 1

Тип роторного апарата	Час обробки, хв.	Питомі енерговитрати, кВт·год./м ³	Температура продукту на виході, °С	Середній розмір частинок продукту, мкм	Динамічна в'язкість продукту, Па·с
Циліндричний	1	12,5	25	не більше 300	7,5
Дисковий	1,5	18,75	30	не більше 150	1,5

Як видно з таблиці, дисперсії, отримані після роторних апаратів при однакових початкових характеристиках сировини, що подається (цілісна ягода кулястої форми діаметром 3-5 мм з температурою 20 °С) відрізняються як температурою на виході, так і середнім розміром частинок і динамічною в'язкістю.

За результатами експериментів побудовані криві залежності швидкості зсуву чорничної суспензії від напруги зсуву. Криві представлені на рис. 2.



Обробка на циліндричному роторному апараті: ◆ - 10 с обробки, ■ - 30 с, ▲ - 60 с.

Обробка на дисковому роторному апараті: x - 30 с обробки, ● - 90 с обробки.

Рис. 2 – Залежність швидкості зсуву потоку чорничної суспензії від напруги зсуву

Як видно з рисунку, усі криві при екстраполяції виходять з початку координат, а тому всі чорничні суспензії не є неньютонівськими рідинами. Криві, що отримані після обробки на дисковому роторному апараті, являють собою практично прямі лінії, а тому такі чорничні суспензії можна рахувати неньютонівськими рідинами, а суспензії, отримані після циліндричного роторного апарата – рідкоподібними.

Об'єктами досліджень були рідкі системи з ягід чорниці та її композицій:

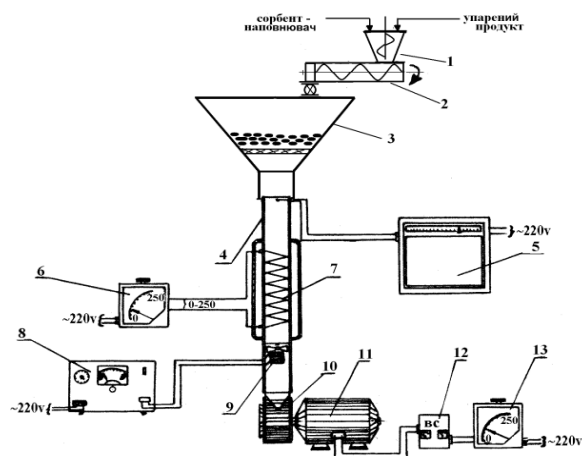
- рідка система з ягід чорниці + банан (композиція 1);
- рідка система з ягід чорниці + мальтодекстрин (композиція 2).

Початкова обробка продукту і його композиції проходила обробку на апаратах ДІВЕ.

Обробка на роторно-пульсаційному апараті дозволила провести процес: гомогенізації, диспергації, змішування з структуруючою добавкою, що важливо для подальших технологічних процесів. Була отримана гомогенна, текуча суспензія, при чому початкова концентрація сухих речовин (с.р.) для рідкої системи з ягід чорниці склала $C_0 = 10 \dots 12 \%$, при створенні композиції 1 початкова концентрація с.р. – $C_0 = 16 \%$, при створенні композиції 2 початкова концентрація с.р. – $C_0 = 12 \dots 14 \%$.

Далі постала необхідність у випаровуванні отриманих композицій до втрати плинності, при цьому концентрація сухих речовин склала $C_0 = 42 \%$.

Наступним етапом було формування гранул, для чого додавались різноманітні сорбенти-наповнювачі. Підготовлені гранули різноманітного композиційного складу проходили процес сушки на експериментальному стенді (рис. 3).



1 – змішувач; 2 – гранулятор; 3 – корпус сушильної камери; 4 – калорифер; 5 – потенціометр; 6, 13 – вольтметри; 7 – електронагрівач; 8 – мілівольтметр; 9 – анемометр; 10 – вентилятор; 11 – двигун; 12 – перетворювач струму

Рис. 3 – Схема експериментального стенду з збезводнення гранульованого продукту в продувасомому шарі

Робочий корпус (3) являє собою зрізану камеру з вмонтованою металічною сіткою. Камера встановлена на верхньому торці трубчатого калорифера (4), який обладнано електронагрівачем (7). Подача повітря в калорифер здійснюється з атмосфери вентилятором (10), що працює від двигуна постійного струму. Контроль швидкості повітря, що подається, здійснюється анемометром (9), а температури потоку – термопарою та потенціометром (5).

Методика проведення досліджень полягає в наступному. Після виходу експериментальної установки на заданий режим (відповідні значення температури та швидкості потоку повітря), в сушильну камеру подається задана за масою кількість продукту. Під дією нагрітого повітря продукт зневоднюється. В ході проведення дослідів:

- контролюється час сушіння;
- здійснюється перемішування продукту;
- контролюється процес руйнації гранул;
- визначається кінцева волога продукту;
- аналізуються адгезійні прояви гранул по відношенню до сітчастої підкладки.

Як показують результати проведених досліджень при сушінні гранул композицій з ягід чорниці, банану та подрібненої крупи вівсянки, яка додавалась у співвідношенні 1:1 та 1:1,5 (за сухими речовинами), продукт проявляв адгезійні властивості, що в подальшому, при отриманні продукту в промислових умовах, може сприяти погіршенню роботи устаткування та якісних характеристик кінцевого продукту.

Адгезійні прояви продукту відсутні при додаванні сорбенту-наповнювача (крупи вівсянки) у кількості 1:2,5 до системи з ягід чорниці та банану, а також для композиції «чорниця – мальтодекстрин» з додаванням, в якості сорбенту-наповнювача, жмиху червоної смородини.

Температурний режим сушіння був однаковий для всіх продуктів, що досліджувались. Але, в залежності від вмісту композицій, тривалість процесу сушіння відрізняється. Найбільша за часом вона для композиції з додаванням крупи вівсянки (1:1 та 1:1,5). Також гранульовані продукти цих композицій мають і більш високе значення кінцевої вологи, що може погіршувати якісні характеристики при подальшому зберіганні.

За органо-лептичними показниками, найбільш смакують композиції:

1. Ягоди чорниці, банан + вівсяна крупа (1:1,5 за с.р.);
2. Ягоди чорниці, мальтодекстрин + жмих червоної смородини (1:0,5 за с.р.).

Розмір гранул складає 4...10 мм, а насипна густина – 0,438...0,565 г/см³.

Проведені дослідження дозволяють вибрати склад та необхідну кількість компонентів при створенні технологічної схеми виробництва нових біологічно активних продуктів.

Висновки. Продукт, отриманий після обробки на циліндричному роторному апараті, відрізняється більш низькою температурою, більшим розміром частинок і більшою динамічною в'язкістю, що обумовлює його низьку плинність. Тому далі він може бути змішаний з консервуючими добавками і гомогенізований на пульсаційному апараті ДІВЕ без підвищення температури, після чого на другому етапі обробки поданий на подальше зневоднення (концентрування), а потім на пастоутворення.

Продукт, отриманий після дискового роторного апарату, може бути поданий:

- 1) на зневоднення з подальшим отриманням із нього пюре;
- 2) на освітлення з подальшим одержанням соку;
- 3) на змішування з консервантом з подальшим одержанням сиропу;
- 4) на розпилювальне сушіння з подальшим отриманням порошкової форми.

При цьому на другому етапі, залежно від функціональності застосування готового продукту, процес зневоднення може здійснюватися різними методами:

1) методом розпилювального сушіння як найперспективнішим для отримання найвищої біологічної активності в порошковій формі (час термічного впливу – не більше 5-10 хвилин);

2) методом вакуумного концентрування до такого вмісту сухих речовин, що дозволить забезпечити збереження фізико-хімічних характеристик у пастоподібній формі терміном не менше 0,5 року;

3) методом отримання гранульованої форми продукту, що передбачає додаткове змішування зі структуруючими компонентами отриманої рідкої системи з подальшим процесом гранулювання та сушіння при найбільш щадних температурних режимах.

References

1. Dudchenko, L.H., Kryvenko, V.V. (1988). *Pishchevyye rasteniya – tseliteli [Edible plants are healers]*: 2nd ed., add. and reworked. Kyiv: Nauk. Dumka. (in Russian).
2. Yashin, A.YA., Chernousov, N.I. (2007). *Opredeleniye soderzhaniya antioksidantov v pishchevykh produktakh i BADakh [Determination of the content of antioxidants in food products and dietary supplements]*. *Food industry*, 5, 28-30. (in Russian).
3. Dolinskiy, A.A., Basok, B.I. (1998). *Rotorno-impul'snyy apparat [Rotor-impulse apparatus]*. *Soobshcheniya 1, 2, 3 Prom. Teplotekhnika*, 6, 7-10. (in Russian).
4. Ivanitskiy, G.K., Korchinskiy, A.A., Matyushkin, M.V. (2003). *Matematicheskoye modelirovaniye protsessov v pul'satsionnom dispergatore udarnogo tipa [Mathematical Modeling of Processes in a Pulsating Impact Disperser]*. *Problems of industrial heat engineering*, 1, 29-34. (in Russian).
5. Dolinskiy, A.A., Ivanitskiy, G.K., Obodovich, A.N. (2008). *Ispol'zovaniye mekhanizmov DIVE pri rotorno-pul'satsionnoy obrabotke geterogennykh sred [The use of DIVE mechanisms in the rotary-pulsation processing of heterogeneous media]*. *Prom. Teplotekhnika*, 30(4), 38-46. (in Russian).
6. Basok, B.I., Pirozhenko, I.A., Obodovich, A.N., Koba, A.R. (2003). *Energoberegayushchaya bezotkhodnaya tekhnologiya gomogenizatsii plodovoovoshchnogo i tsitrusovogo syr'ya [Energy-saving waste-free technology for homogenization of fruit and vegetable and citrus raw materials]*. *Prom. Teplotekhnika*, 25(4), 90-93.
7. Maletskaya, K.D., Turchina, T.YA., Zaritovskaya, A.G., Pereyaslavtseva, Ye.A. (2005). *Novyye teplotekhnologicheskiye aspekty polucheniya metodom raspylitel'noy sushki poroshkov iz rastitel'nogo syr'ya [New heat-technological aspects of obtaining powders from vegetable raw materials by spray drying]*. *Second Int. scientific-practical. conf. "Modern energy-saving thermal technologies (drying and thermal processes) METT-2005". Proceedings of Conf. T.2. Moscow: VIM Publishing House*, 51-54. (in Russian).
8. Dolinskiy, A.A., Maletskaya, K.D., Basok, B.I., Obodovich, A.N., Koba, A.R., Zaritovskaya, A.G., Turchina, T.YA. (2016). *Sposob polucheniya natural'nykh fruktovykh i/ili ovoshchnykh poroshkov [Method for obtaining natural fruit and/or vegetable powders]*. Patent of Ukraine No 3180.

MAIN PRINCIPLES OF NEW WASTE-FREE TECHNOLOGIES FOR PROCESSING BERRY RAW

Silnyagina N.B., Stepanova O.E., PhD, Pereiaslavtseva O.O., PhD, Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine, Kyiv

Abstract. Berries, fruits and vegetables are important sources of natural, useful and healthy substances for humans. Currently, many countries are working on obtaining these products in a form that allows for long-term stor-

age without significant loss of biologically active substances. These are not only dried berries of various shapes, pieces of various sizes, but also products in granular form that can be used in combination with other substances as therapeutic and preventive drugs and biologically active additives to various food products.

Solving such tasks determines the need to create new effective thermal technologies, which involve, first of all, the minimization of thermal effects on thermolabile components in plant products, and secondly, the use of all its components: soluble and insoluble, including, for example, for berry raw materials, the small seeds contained in them. The processing of full-fledged unfractionated raw materials into granular products, which can be stored practically without deterioration of the initial chemical characteristics and taste properties for a long time, is the fastest, economically acceptable and scientifically justified way of solving this problem, since it is possible to consume biologically active substances during the off-season.

A study of the effectiveness of the process of dehydration in the granular form of structured plant products (on the example of blueberries) was carried out with an assessment of adhesive properties at the stages of evaporation and drying depending on various structuring additives.

Based on the results of scientific and experimental research, the principle schemes for the production of the dry form of blueberries are proposed as the basis for products of therapeutic and preventive and wide use. The technologies created are waste-free. For this, preliminary preparation of whole blueberries was carried out in an active hydrodynamic mode on a rotary-impulse apparatus with the addition of structuring impurities to obtain a rare homogeneous product. Thus, the prepared multicomponent liquid system is fed, depending on the form in which the finished product should be, to a spray drying unit or to evaporation and granulation.

Список використаної літератури

1. Дудченко Л.Г., Кривенко В.В. Пищевые растения – целители. – 2-е изд., доп. и перераб. – Киев: Наук. думка, 1988. – 272 с.
2. Яшин А.Я., Черноусов Н.И. Определение содержания антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах / Пищевая промышленность. 2007, № 5, С. 28-30.
3. Долинский А.А., Басок Б.И. Роторно-импульсный аппарат. Сообщения 1, 2, 3 // Пром. теплотехника. – 1998. – № 6. – С. 7-10; 1999. – № 1. – С. 35; 1999. – № 2, 3. – С. 3-5.
4. Иваницкий Г.К., Корчинский А.А., Матюшкин М.В. Математическое моделирование процессов в пульсационном диспергаторе ударного типа // Проблемы промышленной теплотехники, Киев, 2003, № 1, С. 29-34.
5. Долинский А.А. Использование механизмов ДИВЭ при роторно-пульсационной обработке гетерогенных сред / А.А. Долинский, Г.К. Иваницкий, А.Н. Ободович // Пром. теплотехника. – 2008. – Т. 30, № 4. – С. 38-46.
6. Басок Б.И. Энергосберегающая безотходная технология гомогенизации плодовоовощного и цитрусового сырья / Б.И. Басок, И.А. Пироженов, А.Н. Ободович, А.Р. Коба // Пром.теплотехника. – 2003. – Т. 25, № 4. – С. 90-93.
7. Малецкая К.Д., Турчина Т.Я., Заритовская А.Г., Переяславцева Е.А. Новые теплотехнологические аспекты получения методом распылительной сушки порошков из растительного сырья // Вторая Межд. науч.-практ. конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) СЭТТ-2005». Труды конф. Т.2. – Москва: Издательство ВИМ, 2005. – С.51-54.
8. Патент Украины № 3180 / Способ получения натуральных фруктовых и/или овощных порошков / Долинский А.А., Малецкая К.Д., Басок Б.И., Ободович А.Н., Коба А.Р., Заритовская А.Г., Турчина Т.Я.

Отримано в редакцію 03.05.2022

Received 03.05.2022

Прийнято до друку 22.09.2022

Approved 22.09.2022