



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 92244

(13) U

(51) МПК

A23L 1/06 (2006.01)

A23L 1/068 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2014 01630	(72) Винахідник(и):	Осипенко Сергій Борисович (UA)
(22) Дата подання заявки:	18.02.2014	(73) Власник(и):	Осипенко Сергій Борисович, вул. Київська, 31, м. Херсон, 73013 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	11.08.2014	(74) Представник:	Глушко Олександр Гаврилович, реєстр. №99
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	11.08.2014, Бюл.№ 15		

(54) ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПРОДУКТ ІЗ ЯГІД У ВИГЛЯДІ ПАСТИ

(57) Реферат:

Функціональний продукт у вигляді пасти з ягід, вибраних з групи, що складається з чорниці (*Vaccinium myrtillus*), брусниці (*Vaccinium vitisidaea*) і журавлини (*Oxycoccus*), що містить сік ягід з подрібненими насінням і оболонками, в якому поліненасичені жирні кислоти і жиророзчинні вітаміни, що містяться в насінні ягід до переробки, присутні в стані, доступному для організму людини; продукт містить водорозчинні речовини, виражені в °Вх, вище не менше ніж на 1 %, рахуючи за масою продукту, в порівнянні з ягодами до переробки, серед яких пектину не менше 500 мг/100 г продукту; масова частка загальних поліфенолів вище не менше ніж на 10 %, ніж у ягодах до переробки, серед яких антоціанів не менше 250 мг/100 г продукту; антирадикальна активність продукту не менше ніж в 1,8 разу вище антирадикальної активності ягід до переробки, а кількість подрібнених частинок з характерним розміром $d \leq 50$ мкм не менше 60 %, а з розміром $d \geq 300$ мкм - не більше 1 %.

UA 92244 U



Fig. 1

Корисна модель стосується функціонального продукту з ягід у вигляді пасти з подрібненим насінням і оболонками, збагаченого вмістом насіння і оболонок ягід, зокрема поліненасиченими жирними кислотами, жиророзчинними вітамінами і флавоноїдами, яке недоступне для організму людини при переробці ягід відомими способами.

5 До зазначених ягід належать ягоди роду Вакциніум (*Vaccinium*), такі як брусниця, лохина високоросла, лохина звичайна, журавлина, красника (Вакциніум чудовий), чорниця.

Інші ягоди, кісточки яких мають розмір приблизно 2,5-3 мм, також придатні для переробки, наприклад полуниця, малина, смородина, порічки, обліпіха, ожина та ін.

10 Фізичні та хімічні властивості та біологічна активність флавоноїдів, особливо поліфенолів і антоціанів, що містяться в насінні та оболонках ягід, суть предметом вивчення вже багато років.

Антоціаніни - це окремий клас природних флавоноїдів, які надають червоного, пурпурового і блакитного кольорів багатьом фруктам. Антоціаніни останнім часом привертають особливу увагу як дієтичні антиоксиданти. Наприклад, антоціаніни чорниці (*Vaccinium myrtillus*) вже давно застосовують для поліпшення гостроти зору і для лікування розладів кровообігу. Існують експериментальні дані, що антоціаніни та інші флавоноїди мають протизапальні властивості. 15 Крім того, є повідомлення, що перорально уведений антоціаніни корисні для лікування діабету і виразок, а також вони можуть мати противірусну і антимікробну активність.

Проантоціанідини - це ще один клас природних флавоноїдів, що містяться в насінні і оболонках ягід. Останнім часом було проведено дослідження терапевтичного застосування проантоціанідинів, які перш за все відомі своєю антиоксидантною активністю. Крім цього, були повідомлення, що ці сполуки виявляють противірусну, антибактеріальну, антикарциногенну, протизапальну, протиалергічну та судинорозширювальну дію. Було виявлено, що вони перешкоджають перекисидуванню ліпідів, агрегуванню тромбоцитів, запобігають проникності і ламкості капілярів і впливають на ферментну систему. Наприклад, мономерні проантоціанідини (тобто антоціаніни) і димерні проантоціанідини застосовували для лікування захворювань, пов'язаних з підвищеною ламкістю капілярів, а також було встановлено, що вони дають протизапальний ефект у тварин (Beladi, et al., Ann. N.Y. Acad. Sci., 284; 358 (1977)). З цих опублікованих даних випливає, що олігомерні проантоціанідини можуть бути корисними компонентами у лікуванні декількох розладів (Altern. Med. Rev. 5(2): 144-151 (2000)).

30 Проантоціанідини також можуть забезпечити захист від вірусів. У дослідженнях в лабораторних умовах проантоціанідини з ліщини вірджинської (*Hamamelis virginiana*) нейтралізували вірус герпесу (HSV-1) (Erdelmeier, CA, Cinatl, J., Plant Med. June: 62 (3):241-5 (1996) DeBruyne, T., Pieters, L., J. Nat. Prod. July: 62 (7):954-8 (1999)).

35 Через зазначені вище характеристики і корисність антоціанінів і проантоціанідину було зроблено багато спроб екстрагувати ці сполуки з фруктів, овочів та інших рослинних джерел. Крім проантоціанідинів та антоціанінів, рослини, фрукти та овочі містять також інші сполуки, такі як мінеральні солі, звичайні органічні кислоти, наприклад, лимонну і винну кислоти, вуглеводні, глікозиди і катехіни.

40 Під цю пору флавоноїди екстрагують з рослин і фруктів різними методами. Способи екстрагування та очищення флавоноїдів передбачають нагрівання водного розчину рослинного матеріалу, ультрафільтрацію, при цьому процес ведуть при дуже високих температурах, які можуть викликати руйнування флавоноїдів. Крім того, ультрафільтрація призводить до відділення низькомолекулярного поліфенольного матеріалу з кінцевого продукту.

45 У багатьох процесах екстрагування та відділення проантоціанідинів і антоціанінів використовують токсичні або екологічно небезпечні матеріали. Отже відомі способи виділення і очищення флавоноїдів важко пристосувати до масштабів промислового виробництва, де видалення різних хімікатів і розчинів відіграє важливу роль в загальній технічній здійсненності процесу. Крім того, проантоціанідини і антоціаніни необхідно виділяти так, щоб максимально знизити їх природну схильність до руйнування.

50 Екстрактами флавоноїдів користуються як активними інгредієнтами харчових додатків у вигляді таблеток або в капсулах. Споживання таблеток або капсул вимагає певного режиму, чого не всі люди точно дотримуються.

55 Краще, якщо споживач отримує їх із звичним харчовим продуктом, а ще краще, якщо корисні складові ягід і фруктів будуть доступні в природному вигляді без їх екстрагування і подальшого додавання в харчовий продукт. Такий продукт можна було б отримати, якщо в процесі його виробництва подрібнювати оболонки і кісточку рослинної сировини, такої як ягоди, таким чином отримуючи доступним корисний вміст оболонок і кісточок.

60 Вміст насіння ягід чорниці, брусниці, журавлини та інших роду *Vaccinium* у першому наближенні майже збігається за своїм складом і включає такі цінні інгредієнти, як поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), особливо α -ліноленову ПНЖК (18:3), більш відому

сьогодні як Omega-3. Ефективність використання ПНЖК організмом значно зростає у присутності жиророзчинних вітамінів Е та β -каротину, що також міститься в кісточках ягід.

В даний час пропонувану на ринку Omega-3 отримують з рибачого жиру, світові запаси якого почали помітно знижуватися останнім часом. Технологія добування і фасування кислоти Omega-3 не виключає часткового окиснення цінної сировини, що призводить до прискореного псування і втрати цінних властивостей через прогірклість продукту. До того ж в процесі окиснення втрачаються цінні для здоров'я людини жиророзчинні вітаміни.

Відомі технології отримання чорничного натурального соку (див., наприклад, <http://www.vandykblueberries.ca/>), але вони обмежуються видавлюванням вмісту ягід і видаленням оболонок і кісточок. У промислових умовах для отримання соків з м'якоттю з чорниці (дисперсійний сік), традиційно користуються протиральними машинами різних конструкцій із ситами різного розміру. Попередньо нагріту сировину у вигляді плущеної чорниці подають на протиральну машину і під дією відцентрових сил продавлюють крізь сито, на якому залишаються кісточки. Разом з кісточками на ситах втрачається до 22-25 % оброблюваної сировини в першу чергу у вигляді цінної оболонки.

Заявлений функціональний продукт отримують способом і в установці, які описано далі.

Функціональний продукт, як корисна модель, у вигляді пасти з ягід, вибраних з групи, що складається з чорниці (*Vaccinium myrtillus*), брусниці (*Vaccinium vitisidaea*) і журавлини (*Oxococcus*), містить сік ягід з подрібненими насінням і оболонками, в якому поліненасичені жирні кислоти і жиророзчинні вітаміни, що містяться в насінні ягід до переробки, присутні в стані, доступному для організму людини; продукт містить водорозчинні речовини, виражені в °Вх, вище не менше, ніж на 1 %, рахуючи за масою продукту, в порівнянні з ягодами до переробки, серед яких пектину не менше 500 мг/100 г продукту; масова частка загальних поліфенолів вище не менше ніж на 10 %, ніж у ягодах до переробки, серед яких антоціанів не менше 250 мг/100 г продукту; антирадикальна активність продукту не менше ніж в 1,8 рази вище антирадикальної активності ягід до переробки, а кількість частинок з характерним розміром $d \leq 50$ мкм не менше 60 %, а з розміром $d \geq 300$ мкм не більше 1 %.

Функціональний продукт може містити не менше 0,7 г/100 г продукту поліненасичених жирних кислот, які представлені α -ліноленою кислотою (18:3) "Omega-3". Вміст "Omega-3" становить не менше 0,15 г на 100 г продукту.

Жиророзчинні вітаміни у функціональному продукті представлені вітамінами Е (токоферолом) і каротиноїдами, де вміст вітаміну Е (токоферолу) становить не менше 0,5 мг/100 г продукту, а β -каротину становить не менше 0,5 мг/100 г продукту.

Вміст пектину у функціональному продукті не менше ніж у 2 рази вище, ніж у ягодах до переробки, та не нижче 600 мг/100 г продукту.

Поліфеноли у функціональному продукті представлені антоціанами та ступінь їх доступності не менше, ніж на 15 % вище ступеня доступності антоціанів вихідної сировини.

Антиоксидантна активність функціонального продукту не нижче 200 од/гр.

Кількість частинок у функціональному продукті з характерним розміром $d \geq 300$ мкм не більше 0,5 %, а з розміром $d \leq 50$ мкм не менше 70 %.

Функціональний продукт і спосіб його отримання стануть більш зрозумілими з наступного опису з посиланнями на прикладені креслення, на яких

Фіг. 1 - схематичне зображення установки для отримання функціонального продукту згідно з корисною моделлю,

Фіг. 2 - приклад установки, схематично зображеної на фіг. 1,

Фіг. 3 - схематичне зображення гідроциклону, що розділяє сировину на частину, що містить неподрібнене насіння, і частину, що містить подрібнене насіння,

Фіг. 4 - гідроциклон, схематично зображений на Фіг. 3, в поперечному розрізі.

Терміни, що використовуються в описі продукту мають такі значення:

Гідротермодинамічна технологія переробки (ГТД-технологія) - далі це технологія нагріву вязких харчових рідин з допомогою гідродинамічного (ГДМ) впливу: турбулентності, кавітації, тертя однієї частинки по іншій та по стінках пристроїв, в т.ч., описаних в патенті США № 7428797. Технологія дозволяє здійснити об'ємний нагрів без конвективних поверхонь оброблюваних вязких середовищ. У результаті багаторазового пропускання сировини через зону ГДМ-впливу, частинки сировини емульсифікуються, ефективно перемішуються і нагріваються, перетворюючись на паштети, пюре, дисперсійні соки і т.п. із обумовленим ступенем подрібнення. Відсутність теплоносія з температурою, що перевищує температуру нагрівання сировини, дозволяє отримувати цільовий продукт без перегріву з тривалим терміном зберігання;

ГДМ-модуль - це пристрій для здійснення гідродинамічного впливу на сировину. ГДМ-модуль може містити добре відомі фахівцям в галузі гідравліки засоби, здатні переривати ламінарний потік або різко збільшувати початкову турбулентність такого потоку. Такі засоби можуть бути механічними, а саме будь-яким погано обтічним тілом або генератором

5 ультразвукових коливань, акустично підключеним звукопроводом до стінки каналу для прокачування сировини, гідравлічними (струминними), наприклад, у вигляді отвору в стінці каналу для прокачування основного потоку, яке відкрито безпосередньо в порожнину цього каналу і слугує для подачі збурюючого струменя під кутом до напрямку основного потоку, або комбінованим, що поєднує механічні засоби із гідравлічними.

10 Сировина - це свіжі або швидкозаморожені ягоди, в тому числі чорниці, з кісточками дрібних розмірів, видалення яких на протиральних ситах, центрифугах і т.п. важко здійснити. У порівняльних аналізах ягоди чорниці подрібнювали в чорничну мезгу без доступу кисню безпосередньо перед проведенням аналізів, що виключало їх окиснення, властиве більшості готових продуктів з чорниці.

15 "Доступність" і "ступінь доступності" тотожні величині, яку одержують на підставі біохімічних аналізів з визначення вмісту будь-якої конкретної речовини, здійснюваних за стандартними методиками в сертифікованих лабораторіях.

Термін "доступність" добре ілюструється на прикладі ядра волоського горіха, яке недоступне для вживання живим організмом поки воно знаходиться в шкаралупі. Застосування оригінальної

20 технології отримання чорничної пасти дозволяє збільшити ступінь доступності $K > 1$ вмісту клітини чорниці. У результаті багаторазового проходження частинок чорниці через зону ГДМ-обробки, оболонки і кісточка чорниці руйнуються і їх вміст у вигляді цитоплазми чорничною клітини і вмісту кісточок переходить в харчовий розчин, стаючи доступним як для проведення аналізів, так і для використання як їжі людиною (біодоступність).

25 Для кількісної оцінки ступеня доступності конкретного інгредієнта ягід до і після ГТД-переробки користуються величиною $K = m_1/m_2$, яку визначають експериментально. Тут m_1 і m_2 (мг/100 г) - кількість досліджуваного інгредієнта в ягідній пасті і власне ягодах, перероблених безпосередньо перед аналізом у свіжий ягідний дисперсний сік.

Поняття "доступності", взагалі кажучи, не збігається з поняттям "біодоступності", проте дозволяє побічно судити про біодоступність ягідної пасти для організму людини. Це пояснюється тим, що для визначення будь-якого компонента в досліджуваному харчовому зразку застосовують хімічні реакції, схожі за своєю суттю з біохімічними реакціями в людському організмі.

30 Функціональний продукт. У різних країнах все більше уваги приділяють лікувальному харчуванню, в основі якого лежить поняття функціонального продукту (ФП). Подібні продукти мають позитивну дію на здоров'я людини, і зазвичай їх рекомендують як лікувальні харчі або функціональні добавки до раціону хворої людини. Вони ж можуть слугувати профілактичним засобом запобігання старінню і втрати здоров'я.

Найбільш вираженим і правильним з точки зору здоров'я людини можна вважати японське визначення ФП, яке має на увазі природну форму його споживання в щоденному харчуванні. Японський підхід до ФП виключає користування будь-яким екстрактом, таблетками, капсулами і

40 таке інше, включно з тими, які отримано з рослинної сировини.

Враховуючи величезний досвід оздоровлення нації після атомних бомбардувань Другої світової війни, включно з урахуванням правильного харчування, в даній заявці це визначення

45 ФП взято за основу.

Функціональний продукт в даному випадку - ягідна паста, в тому числі "чорнична паста", - це продукт переробки ягід, у тому числі чорниці, в пастоподібну, пюреподібну, сметаноподібну субстанцію або сік з м'якоттю з подрібненими кісточками залежно від вмісту вологи в ягодах із знищенням патогенної мікрофлори внаслідок пастеризації за допомогою ГТД-технології з метою

50 забезпечення тривалого терміну зберігання. Спосіб подрібнення і теплової обробки частинок оболонки, м'якоті і кісточок з перетворенням у дрібнодисперсну систему робить продукт ексклюзивним і таким, що зберігає всі цілющі властивості натуральних ягід з додаванням унікальних складових чорничних кісточок.

Асептичне фасування - оскільки тут йдеться про харчовий продукт з терміном зберігання 1-2 роки, як найбільш надійна, вибрано технологію гарячого розливу в скляні банки при температурі пастеризації 83-95 °C.

55

Стерилізуючий ефект - загальноприйнята у харчових технологіях величина, яку визначають як добуток температури теплової обробки на тривалість її підтримки. У традиційних консервних технологіях, в безперервних лініях стерилізації для досягнення заданого стерилізуючого ефекту існує така закономірність: чим вище температура теплової обробки, тим нижче час її підтримки.

60

У цій періодичній технології приготування чорничної пасти температура зростає з часом або з кількістю циклів циркуляції, ось чому стерилізуючий ефект визначають як суму відомих коефіцієнтів помножених на тривалість підтримки кожної з температур.

5 Стерилізуючий ефект для ягід з Ph 2,8-3,5 починають розраховувати зазвичай від температури 75 °C (початок стерилізуючого ефекту) і закінчують при 95-98 °C, кінцевій температурі стерилізуючого ефекту, яку визначають на основі дослідних таблиць. Зазвичай цю верхню температуру і називають температурою стерилізації (пастеризації).

10 Спосіб отримання функціонального продукту з ягід у вигляді пасти з подрібненими насінням і оболонками здійснений в установці (Фіг. 1), яка містить послідовно з'єднані трубопроводом проточний апарат 1, що має вхід 2 для сировини, вихід 3 для готового продукту, обладнаний

15 запірним пристроєм 4, і пристрій 5 для видалення повітря з сировини; насос 6; гідродинамічний модуль 7, які утворюють замкнений гідродинамічний контур 8. Між гідродинамічним модулем 7 і проточним апаратом 1 в замкнутому гідродинамічному контурі 8 встановлено відцентровий роздільник 9, крім того, з'єднаний із замкненим

20 гідродинамічним контуром 8 обвідним каналом 10 через всмоктувальну сторону насоса 6. Відцентровий роздільник може мати різну конструкцію, далі описану з посиланнями на Фіг. 3 і 4, зокрема він може бути виконаний у вигляді гідроциклону.

Як показано на тій же Фіг. 1, в обвідному каналі 10 встановлено запірний пристрій 11, який може бути виконано у вигляді крана або клапана для включення або виключення ділянки

25 Як передбачено і видно на Фіг. 2, насос 6, ГДМ 7, відцентровий роздільник 9 і обвідний канал 10 утворюють додатковий контур 12, який має протяжність, що не перевищує протяжність замкненого гідродинамічного контуру 8, а практично він коротший замкненого гідродинамічного контуру 8. У цьому прикладі додатковий контур 12 має протяжність, що складає від 1/2 до 1/5 протяжності замкненого гідродинамічного контуру 8, за допомогою чого кратність циркуляції суспензії в додатковому контурі, при постійному нагнітанні насоса 6, лежить в межах 2-5 завдяки чому, додатково руйнуються кісточки і оболонки ягід. Кратність циркуляції суспензії в замкненому контурі 8 умовно прийнята при цьому за одиницю.

Додатковий контур 12 може додатково мати подрібнювач (не показано), встановлений на

30 обвідному каналі 10 між краном 11 і всмоктувальним патрубком насоса 6. Конструкція проточного подрібнювача може бути різною, проте кращий один з видів роторно-пульсаційних апаратів (РПА). Суть роботи РПА складається в пропущенні потоку рідини з твердими включеннями у вигляді кісточок і оболонок ягід через вузькі щілини і отвори, що періодично відкриваються-закриваються під час обертання ротора поблизу нерухомого статора. Отвір і щілини в корпусах ротора і статора виконують симетрично.

35 Як показано на Фіг. 2, установка містить проточний апарат 1, що має суттєво вертикальний корпус 13 з вісесиметричною круглою і такою, що звужується в напрямку зверху вниз робочою порожниною, і в робочому положенні закритий зверху знімною (переважно відкидною) кришкою (не показано), а в нижній частині має конічну форму з вісесиметричним отвором 14.

40 Замкнений гідродинамічний контур 8 виконано на базі насоса 6, наприклад, відцентрового насоса безперервної дії, у якого всмоктувальний патрубок підключено до донної частини корпусу 13 через наскрізний отвір 14, а нагнітальний патрубок щонайменше одноразово підключено на вхід в корпус 13 вище зони відсмоктування. Замкнений гідродинамічний контур 8 також має щонайменше один гідродинамічний модуль 7, який включено за насосом 6, і далі відцентровий роздільник 9.

45 Проточний апарат 1 обладнано пристроєм 5 для видалення повітря з сировини, якого підключено до верхньої частини корпусу 1 проточного апарата і в простому випадку виконано як патрубок із запірно-регулюючим елементом 15, таким як кран або вентиль, і патрубком 16 для вивантаження цільового продукту з корпусу 1 проточного апарата, який обладнано запірно-регулюючим елементом 17.

50 Як показано на Фіг. 3 і 4, відцентровий роздільник 9 може бути вибрано з численних видів гідроциклонів, радіус яких менше характерного радіуса бічної твірної 13 проточного апарата 1. При роботі такого гідроциклону потік ягідної сировини, що тангенційно входить по патрубку 18, закручується і під дією відцентрових сил подрібнені кісточки і шматочки оболонок поділяються

55 на крупну фракцію, що відкидається до периферії пристрою, і дрібну, яка збирається поблизу центру циклону. Крупні частинки або крупна фракція, разом з більшою частиною оброблюваної сировини відводяться з гідроциклону по патрубку 19, тангенційно приєднаному до бічної поверхні гідроциклону, і продовжують рух по замкнутому гідродинамічному контуру 8, потрапляючи послідовно в проточний апарат, насос, і т.д. Ягідна суспензія, або дрібна фракція,

60 відводиться з центральної частини гідроциклону по патрубку 20.

Відзначимо, що в заявленому пристрої проточний апарат 1 застосовують тільки як засіб гальмування потоку і тому він має один тангенційний вхід з одного боку і один вихід з іншого боку.

Це необхідно тому, що для ефективного гальмування потоку проточний апарат 1 повинен мати значний обсяг, а для ефективного поділу з допомогою відцентрових сил, які пропорційні швидкості потоку - малий обсяг, тобто, враховуючи високу в'язкість поточного середовища, неможливо одночасно ефективно розділяти і гальмувати потік. З цієї причини наявність в замкненому гідродинамічному контурі 8 відцентрового роздільника з істотно меншим порівняно з резервуаром об'ємом, в якому потік практично не встигає загальмуватися, логічно виправдано.

Відцентровий роздільник 9 - це одна з ефективних конструкцій для практичної реалізації способу.

Спосіб отримання консервованого продукту з ягід у вигляді пасти з подрібненими насінням і оболонками здійснюють таким чином.

Заповнюють проточний апарат 1 попередньо розплющеними ягодами, наприклад, чорниці при початковій температурі t_0 , безпосередньо через люк, в кришці (не показано) проточного апарату 1, або з допомогою трубопроводу 21, обладнаного запірно-регулюючим елементом 22, таким як кран або вентиль, від плющилки 23 ягід.

Після заповнення проточного апарату 1 плющеними ягодами чорниці і соком, що виділився, і видалення залишків повітря через пристрій 5 у верхній частині проточного апарату 1, установку герметизують, закриваючи запірно-регулюючий елемент 22. Потім включають насос 6, і змушують плющені ягоди циркулювати по замкненому контуру: насос 6 - гідродинамічний модуль 7 - відцентровий роздільник 9 (не ввімкнений тому, що кран 11 закритий) - проточний апарат 1. У процесі циркуляції плющені ягоди зазнають пульсації тиску, турбулентного тертя і розривання кавітаційних бульбашок з результирующим нагріванням, за допомогою чого оболонки руйнуються і подрібнюються, утворюючи суспензію з цілим та/або грубо подрібненим насінням.

Циркуляцію плющених ягід ведуть доти, поки прирощення температури суспензії не досягне попередньо встановленої величини для конкретного виду сировини, характерної для суспензії з характерним розміром частинок оболонок, що не перевищує характерний розмір насіння. Контроль ступеня подрібнення побічно ведуть по температурі (зазвичай прирощення температури повинне складати 20-25 °C, рахуючи від початкової температури t_0).

Потім включають відцентровий роздільник 9, відкриваючи кран 11, в результаті чого частина сировини, що містить неподрібнене насіння відділяється від частини сировини, що містить подрібнене насіння, і частина сировини, що містить неподрібнене насіння, направляється в обвідний канал 10, по якому останню безперервно перепускають і повертають в замкнений гідродинамічний контур 8, циркулюючи по додатковому контуру 12: насос 6 - гідродинамічний модуль 7 - відцентровий роздільник 9 (ввімкнено) - обвідний канал 10 - насос 6, продовжуючи циркуляцію в замкненому гідродинамічному контурі 8 і в додатковому контурі 12 до тих пір, поки температура суспензії не досягне температури початку стерилізації чого ефекту і не почне виділятися повітря з міжклітинного простору ягідної суспензії.

Після нагрівання суспензії до температури початку термодеструкції $t_{\text{ст}} \approx 80 \pm 2$ °C відкривають кран 15 і включають пристрій 5 для видалення повітря і видаляють повітря, що виділилось з міжклітинного простору ягід, продовжуючи циркуляцію суспензії в замкненому гідродинамічному контурі 8 і в додатковому контурі 12 до її нагрівання до заданої температури стерилізації $t_{\text{ст}}$, яка становить зазвичай $\approx 88-95$ °C.

Після цього, процес завершують, вимикаючи насос 6, і виводять цільовий продукт для закупорювання.

Отриманий продукт має вигляд однорідної маси з характерним розміром частинок 20-50 мкм.

Процес отримання пасти ілюструється наступними прикладами.

Приклад 1

Приготування чорничної пасти із замороженої чорниці.

В установку об'ємом 100 л через відкритий люк завантажили плющені чорничні ягоди, що складались з оболонок ягід, кісточок і соку, що виділився, при початковій температурі $t_0=0$ близькій до температури розморожування ягід. Видалення повітря здійснювали його примусовим витісненням з установки з її верхньої частини.

Після видалення повітря люк герметизують, вмикають електродвигун насоса і здійснюють циркуляцію мезги по замкненому контуру: насос - ГДМ - роздільник середовища (працює в пасивному проточному режимі без поділу на фракції) - резервуар - насос.

У процесі циркуляції чорнична мезга подрібнюється і нагрівається зі швидкістю близько 3 град/хв. від початкової температури 0 °С до 21 °С (приблизно за 7 хв.).

При цій температурі характерний розмір оболонок чорниці стає порівняним з характерною довжиною чорничною кісточки (близько 1 мм).

5 Продовжуючи циркулювання по замкнутому контуру, відкривають кран подачі сировини в обвідний канал і здійснюють поділ в полі відцентрових сил в роздільнику на фракцію з неподрібненим насінням, яка прямує через обвідний канал у всмоктувальний патрубок насоса далі на ГДМ-модуль і далі в обвідний канал, і фракцію з подрібненим насінням і оболонками, яка продовжує рухатися після роздільника в резервуар і далі по замкнутому гідродинамічному контуру.

10 Протяжність замкнутого гідродинамічного контуру складає близько 5,5 м, протяжність додаткового близько 1,4 м, тобто майже в 4 рази менше. Таким чином кратність циркуляції неподрібненого насіння через зону гідродинамічного впливу в 4 рази вище, ніж основного потоку, що забезпечує його ефективне подрібнення.

15 Продовжуючи циркулювання в замкнутому і додатковому контурах з поділом насіння на фракції, доводять температуру сировини до температури початку стерилізуючого ефекту 80 °С і відкривають кран видалення повітря, що виділилось з ягід.

20 У процесі подальшої циркуляції частинки оболонок і насіння подрібнюються до кондиційних розмірів 20-50 мкм і при температурі стерилізації (пастеризації) 85 °С оброблювана сировина перетворюється в готову для закупорювання чорничну пасту, повітря з якої вилучено і бактеріологічна забрудненість відсутня і паста відповідає умовам тривалого зберігання.

25 У прикладі 1 температуру 21 °С визначали експериментально. Для цього в попередніх експериментах здійснювали забір проб при температурі 15, 17, 19, 21, 23 °С. Мірою зростання температури, ступінь подрібнення оболонок збільшувалася і при температурі 21-23 °С ступінь подрібнення оболонок виявилася достатньою для ефективної роботи роздільника.

Таким чином, необхідне збільшення температури суспензії становить $\Delta t_0 = 21\text{ °С} - 0\text{ °С} = 21\text{ градус}$.

Відзначимо, що збільшення Δt_0 на кілька градусів практично не впливає на якість кінцевого продукту.

30 Зниження Δt_0 нижче 15 °С призводить до помітного зниження якості пасти, оскільки відцентровий роздільник не забезпечує ефективного поділу та подрібнення цілого насіння і крупних частинок оболонок.

Витримка при температурі стерилізації протягом 12 хв. дозволяє збільшити ступінь бактерицидності пасти і збільшити термін її зберігання.

35 Приклад 2

Те ж, що в прикладі 1. Температура стерилізації збільшена до 92 °С. Отриманий продукт стерильний. Відзначається певний ефект зайвої переробки в кінцевому продукті, що виявляється у появі бурих відтінків пасти.

40 Приклад 3

Те ж, що в прикладі 1. Видалення повітря, що виділилось з ягід, розпочато при температурі 72 °С. (Мається на увазі, що початкова температура стерилізуючого ефекту також становить 72 °С).

Кінцевий продукт некондиційний через велику кількість не видалених бульбашок повітря в пасті.

45 Приклад 4

Та ж установка. Переробка свіжої брусниці при початковій температурі $t_0 = 15\text{ °С}$. Плющону брусницю вводять в установку і повторюють всі операції Прикладу 1.

50 Оптимальне припущення температури, при якій відкривають обвідний канал, здійснюють при $\Delta t_0 = 25\text{ °С}$. При цьому температура суспензії досягає 40 °С. Температуру початку стерилізуючого ефекту підбирають експериментально і вона становить 76 °С.

Кінцева температура стерилізації становила 86 °С і 88 °С. Отримана бруснична паста відповідає санітарним вимогам до консервів тривалого зберігання і має яскраво виражені бактерицидні властивості.

55 При цьому більш низька температура стерилізації 86 °С переважніша за більш високу 88 °С, незважаючи на те, що ступінь подрібнення частинок при вищій температурі вищий.

У процесі описаної вище обробки сировину нагрівають до температур, достатніх в сукупності з багаторазовою кавітаційною обробкою для знищення патогенної мікрофлори і видалення міжклітинного повітря. Низьке кислотне число на рівні рН 3,2-3,4 сприяло збереженню пастеризованої чорничної пасти протягом не менше 1-2 років за умови асептичного фасування.

Отриманий функціональний продукт - чорнична паста або "рідка чорниця" - це сметаноподібна маса темно-синього кольору з подрібненим насінням, що збігається за кольором і запахом натуральної чорниці. Чорнична паста - це продукт, вироблений з натуральної чорниці в результаті безвідходної переробки ягід за допомогою багаторазового циркулювання через зону гідродинамічного впливу із супутнім об'ємним нагріванням попередньо підготовлених і розім'ятих ягід чорниці, в результаті чого ягоди нагріваються до температури стерилізації або пастеризації та подрібнюються до гомогенного стану. В результаті спеціально підібраних режимів ("м'яка" гідродинамічна обробка) вдалося подрібнити оболонку плодів до гомогенного стану з характерним розміром частинок 20-50 мкм і розбити кісточки ягід в результаті додаткової багаторазової циркуляції їх через зону ГДМ впливу. Процес переробки відбувається без доступу кисню. Паста зберігає унікальні властивості натуральної чорниці.

В результаті гідродинамічної обробки в сукупності з температурним впливом вдалося здійснити процес гідролізу - переведення низькомолекулярних вуглеводнів у високомолекулярні (збільшення довжини молекулярних ланцюгів). На відміну від традиційного температурного гідролізу, гідроліз тут може бути названий низькотемпературним або "холодним", тому що відбувається при температурах, які відрізняються на 15-20 °C від традиційних, що істотно підвищує якість кінцевого продукту.

Склад чорничної пасти збігається зі складом ягід натуральної чорниці, з якої її вироблено.

Кислотність ягід і пасти збігається і лежить в межах pH 3,0-3,5.

Вологість, виражена у відсотках (%), в пасті практично збігається з вологістю сировини і лежить в межах 82 % - 90 % залежно від терміну збору ягід і сорту. Деяке розходження, що не перевищує 1 %, пов'язане із втратою вологи на випаровування при розфасовці продукту, не враховується.

Унікальний вміст подрібнених чорничних кісточок переходить в пасту і стає доступним для сприйняття організмом людини.

Збереження кольору сировини і ягідної пасти в темно-синіх тонах з червоним або ліловим відтінком також є суттєвою ознакою продукту, так як правильно приготована паста повинна мати колір натуральної чорниці (або подібної ягоди, з якої її виготовлено).

Оскільки лісові ягоди, зібрані в екологічно чистій зоні, відносяться до органічної сировини, вироблена з неї чорнична паста чи інша ягідна паста, також може бути віднесена до органічного продукту.

Враховуючи, що ягоди чорниці неоднорідні з точки зору їх біохімічного і фізичного складу, так як більшість активних речовин знаходиться в шкірці і насінні, всі перераховані вище і використовувані нижче характеристики чорниці або інших згаданих ягід належать і до свіжоподрібнених ягід чорниці.

Таким чином, одержуваний функціональний продукт з тривалим терміном зберігання і сировина у вигляді ягід чорниці та інших згаданих ягід збігаються за своїм складом, а також за основними параметрами (вологість, кислотність, колір).

Характерні основні ознаки пасти з чорниці, брусниці та журавлини:

Повне збереження сумарних загальних поліфенолів в т.ч. хлорогенової кислоти (ХГК) і антоціанів натуральних ягід;

Збільшення ступеня їх доступності в порівнянні з ягодами;

Тривалий термін зберігання в результаті знищення бактеріальної мікрофлори з можливістю асептичної або квазіасептичної фасовки в упаковку, що герметизується.

Інші ознаки:

1. Збільшення частки водорозчинних вуглеводів, вимірюваних в градусах Брікс (°Bx), на 1-2 % порівняно із сировиною. Це пов'язано з тим, що:

- вміст у пасті клітковини нижче вмісту клітковини в натуральних ягодах;

- збільшення кількості цукрів у результаті "холодного" гідролізу частини клітковини в засвоювану форму у вигляді цукрів і декстринів;

- збільшення частки засвоюваних пектинів в 2-3 рази і відповідне внаслідок цього зниження частки незасвоюваних протопектинів і переведення їх в результаті гідролізу в засвоювані. Це призводить до появи в ягідній пасті виражених желеподібних властивостей.

2. Перехід вмісту ягідних кісточок в пасту в результаті подрібнення істотної частини кісточок. Наявність в пасті поліненасиченої жирної кислоти "Омега-3", вітаміну Е (токоферолу), і β -каротину, групи стеролів, що відносяться до групи фітоекстрагенів.

Тут ступінь доступності К поліфенолів (можна говорити і про біодоступність) розглядається як відношення, яке визначають експериментально, кількості поліфенолів m_1 (мг/100 г), що містяться в пасті, до їх кількості в натуральних ягодах m_2 , перероблених перед аналізом в ягідну пульпу (мг/100 г), тобто $K=m_1/m_2$.

Практично у всіх проведених аналізах величина К була більше одиниці, що свідчило про унікальність запропонованої пасти з чорниці або інших ягід, отриманої в результаті гідротермодинамічної технології переробки сировини.

Незалежні дослідження були проведені в лабораторії Університету харчових технологій Києва методом Фоліна-Деніса із сировини у вигляді натуральної чорниці та пасти з неї. Перед проведенням випробувань натуральна чорниця була попередньо подрібнена до розмірів 5-20 мкм без нагріву і доступу кисню і відразу ж випробувана (контрольний зразок). Дослідні зразки нагрівали до температур 85-100 °С, з допомогою ГТД-технології та фасували в квазіасептичних умовах в тару, яку стерилізували, випробовували і порівнювали з дослідним зразком.

Як показали дослідження (див. Таблицю 1), у дослідних зразках повністю зберігається загальна кількість поліфенолів, що містяться в контролі, тобто в натуральній чорниці. Перевищення кількості поліфенолів після термообробки в порівнянні з контрольним зразком слід пояснювати збільшенням ступеня їх доступності $K > 1$, а не процесом синтезу, який не відбувається в процесі ВМД обробки.

Таблиця 1

№ пп	Показники	Номер зразка	
		чорниця натуральна	паста з чорниці
1	Волога, %	84,1	83,4
2	Протеїн, %	0,67	0,69
3	Клітковина, %	2,5	1,5
4	Цукри, %	9,1	9,8
5	Пектин, %	0,22	0,8
6	Загальні вуглеводи, %	12,2	13,0
7	Фруктоза і фруктозиди, %	5,6	5,6
8	Поліфеноли % (Р-вітамінні речовини)	0,69	0,79
9	ПНЖК: "Омега-3, 6, 9"	відсутня	894
10	"Омега-3", мг/100 г	сліди	287
11	Вітамін Е, мг/100 г	відсутня	0,92
12	Каратиноїди мг/100 г	відсутня	0,18

Наведені аналізи підтверджують висновок про збереження поліфенолів в чорничній пасті і реєструють збільшення ступеня їх доступності на 15-20 %, тому що, наприклад, для величин

поліфенолів, взятих з таблиці $K = \frac{0.79}{0.69} \approx 1.15$.

З таблиці 1, зокрема, видно, що кількість клітковини знижено в пасті з 2,5 % до 1,5 % у порівнянні з ягодою, тобто на 1 %. У той же час загальна кількість цукрів збільшилася на 0,7 %, що свідчить про перехід в процесі гідролізу частини клітковини в цукри і декстрини.

З таблиці 1 (див. також таблиці 4, 5) видно, що вміст кісточок, недоступний в ягодах, став доступним після застосування заявленої НТД-технології. Зокрема кількість поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) наближається до 1 % від маси пасти. Ці кислоти представлені олеїновою кислотою ("Омега-9"), лінолевою кислотою ("Омега-6"), ліноленовою кислотою ("Омега-3").

При цьому кількість цінної для здоров'я людини ПНЖК "Омега-3" наближається до 300 мг на 100 г пасти, що складає близько 20 % від рекомендованої денної норми (1,5-1,8 г) цієї есенціале кислоти, тобто незамінною ПЖНК.

Зауважимо, що "Омега-3" зазвичай витягують з рибацького жиру, істотно знижуючи рибні запаси планети. Застосування заявленого способу і пристрою дозволяє витягувати цю унікальну ПНЖК з кісточок, подрібнюючи їх в рідкому середовищі без окиснення киснем повітря, сприяючи тим самим збереженню природних ресурсів Землі.

Це підтверджується також переходом жиророзчинного вітаміну Е (токоферолу), що міститься в кісточці, в доступну для організму форму. При денній нормі токоферолу 5 мг, потреба в цьому вітаміні компенсується на 10-20 % при споживанні 100 г пасти залежно від типу ягоди і ступеня її зрілості. Те ж саме можна сказати про появу в чорничній пасті β-каротину, що міститься в кісточці, та недоступний в ягоді для людини.

Дослідження, виконані в незалежній лабораторії Медичного Інституту стоматології Академії Медичних Наук України (АМНУ), для визначення загальних поліфенолів, в тому числі антоціанів, окремо в чорниці і в пасті, виробленої з неї, показали, що паста містить на 25,4 %

більше екстрактивних речовин в т.ч. на 16 % більше біофлавоноїдів, в 1,3 рази більше антоціанів в перерахунку на вагу пасти (або чорниці, тому що застосовувана технологія безвідхідна).

Ці дані наведено в Таблиці 2.

5

Таблиця 2

Вміст поліфенольних речовин в ягодах і пасти чорниці (%)

№	Показники	Контроль Ягоди чорниці (А)	Експеримент Паста чорниці (В)	Ступінь, доступності $K = \frac{B}{A}$
1	Сухі речовини (%)	15,3	17,8	
2	Екстрактивні речовини (в % перерахунку на суху вагу)	53,6	67,2	1,25
3	Загальний вміст біофлавоноїдів (у % перерахунку на суху вагу)	1,73	2,00	1,16
4	Вміст антоціанів мг/100 г	317,2	412,3	1,3

Збільшення вмісту поліфенолів і особливо антоціанів в чорничній пасти в процесі її виробництва зі свіжих ягід НТД-технологією найімовірніше пов'язано з тим, що у свіжих ягодах досліджувані речовини знаходяться у зв'язаному стані або з клітинними структурами, або з іншими речовинами, наприклад цукрами, що робить їх недоступними для визначення у екстрактах зі свіжої сировини. Заявлений спосіб отримання пасти сприяє вивільненню вільних форм біофлавоноїдів, антоціанів і хлорогенової кислоти, внаслідок чого підвищується їх кількість в пасти, що і зареєстровано спектрофотометричним методом.

У таблиці 3 наведено склад основних поліфенолів чорниці та пасти з неї, отриманих з допомогою хроматографа "Shimadzu", в мг/100 гр в пасти чорниці залежно від стану зрілості ягід. (Зразки № 1, № 3 - ягоди, зібрані відповідно на початку і в кінці сезону; зразки № 2, № 4 - паста з цих ягід).

Таблиця 3

Речовина, група речовин		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Хлорогенова кислота		4,7	9,90	9,3	13,65
Кавова кислота		НЕ обн.	НЕ обн.	НЕ обн.	НЕ обн.
Флавоноли	Рутин	11,75	13,56	10,31	13,21
	Кверцетин	0,47	0,52	0,27	0,35
	неідентиф. флавоноли	2,01	2,27	2,53	2,91
Антоціани		286,6	417,60	242,7	296,23
Флаванони		7,9	9,67	7,4	8,75
Флаволи		1,51	1,77	1,47	1,72
Катехінподібні		2,21	2,51	4,71	5,74
Неідентиф. поліфеноли		83,7	93,87	75,3	84,73
Сума поліфенолів		396,15	551,67	353,99	427,29

Зокрема з Таблиці 3 видно, що ЧП має унікально високий вміст антоціанів, що лежить в межах 300-500 мг/100 г пасти. Мабуть наявність саме антоціанів забезпечила чорничній пасти таку високу антирадикальну активність порівняно з іншими ягодами і фруктами.

Результати дослідження брусниці і брусничної пасти представлені в Таблиці 4.

20

Таблиця 4

№	Показник	Брусниця, ягоди, (m ₁)	Зразок, 86 °С	Зразок, 88 °С, (m ₂)	Ступінь доступності k=m ₂ /m ₁
1	Екстрактивні речовини, г/100 г сирого продукту	13,4	15,4	15,6	1,16
2	Пектин, мг/100 г	170	595	629	3,7
3	Сухі речовини, %	19,0	18,7	18,4	-
4	Антоціани, мг/100 г	157,0	283,2	273,4	1,74
5	Поліфеноли по Фоліну-Денісу, мг/100 г	805	972	1028	1,28
6	Хлорогенова кислота, мг/100 г	24,8	29,2	28,9	1,17
7	ПНЖК: "Омега-3, 6, 9" мг/100 г	відсутня	722	863	-
8	"Омега-3", мг/100 г	сліди	235	250	-
9	Вітамін Е, мг/100 г	відсутня	0,72	0,76	-
10	β-каротин	-	0,15	0,17	-

Кількість пектину збільшилась в пасті в 3,7 разу в порівнянні з його кількістю в брусничній ягоді.

5 Результати дослідження журавлини і журавлинною пасті представлені в Таблиці 5.

Таблиця 5

№	Показник	Журавлина, ягоди, (m ₁)	Журавлина паста, (m ₂)	Ступінь доступності k=m ₂ /m ₁
1	Екстрактивні речовини, г/100 г сирого продукту	9,2	11,2	1,21
2	Пектин, мг/100 г	132	515	3,9
3	Сухі речовини, %	11,95	12,33	-
4	Антоціани, мг/100 г	145,0	179,0	1,23
5	Поліфеноли по Фоліну-Денісу, мг/100 г	248	279	1,12
6	Хлорогенова кислота, мг/100 г	3,6	4,0	1,11
7	ПНЖК: "Омега-3, 6, 9" мг/100 г	відсутня	753	-
8	"Омега-3", мг/100 г	сліди	206	-
9	Вітамін Е, мг/100 г	відсутня	0,53	-
10	β-каротин	відсутня	0,13	-

Кількість пектину збільшилась майже в 3,9 разу в порівнянні з кількістю в ягодах журавлини.

10 Розмір частинок ягідної оболонки і кісточки в ягідній пасті, виготовленій способом і у пристрої, описаного в прототипі та представленого в Таблиці 6. Характерною вибрано ягоду чорниці.

15 Заміри розмірів частинок наводилися при декількох значеннях температури, що еквівалентно збільшенню кратності проходження частинок ягоди через зону гідродинамічної обробки, активної турбулентності і/або кавітації.

Таблиця 6

№ п/п	Сировина	Температура, °С	Час обробки, хв.	Розмір частинок, %		
				d>300 мкм	300≥d≥150 мкм	d<150 мкм
1	Чорниця	11,7	2	13	29	58
2		50	21	6	14	80
3		70	31	4	10	86
4		88	50	2	5	93

З Таблиці 6, зокрема, видно, що в готовому продукті ($t^{\circ}=88^{\circ}\text{C}$) відповідно кількість частинок, що перевищують 300 мкм, не перевершує 2 %, від 150 мкм до 300 мкм не перевищує 5 % і менше 150 мкм не перевищує 93 %.

5 Як критерій для оцінки ступеня подрібнення прийнято вимоги ДСТУ 4082-2001 "Консерви фруктові пюреподібні для дитячого харчування. "Технічні умови" до "гомогенізованих продуктів дитячого харчування", згідно з яким, кількість частинок з $d<150$ мкм повинна бути не менше 70 %, $d\geq 300$ мкм не більше 7 %.

Водночас характерні розміри подрібнення ягід чорниці представлено в Таблиці 7.

Таблиця 7

№ п/п	Сировина	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Час обробки, хв.	Розмір частинок, %		
				$d>300$ мкм	$300\geq d\geq 150$ мкм	$d<150$ мкм
1	Чорниця	11,7	2	12	30	58
2		50	21	2	8	90
3		70	31	1	4	95
4		88	50	<1 %	2	98

10 Зокрема з цієї таблиці видно, що в готовому продукті ($t^{\circ}=88^{\circ}\text{C}$), практично відсутні частинки з діаметром більше 300 мкм (>1 %), частка частинок з діапазоном розмірів від 150 мкм до 300 мкм не перевищує 2 %, частинок з діаметром менше 150 мкм не менше 98 %.

15 Відзначимо, як показали дослідження за допомогою електронного мікроскопа, характерний діаметр частинок з розміром менше 150 мкм становить 80-100 мкм для ягідних паст, виготовлених способом, описаним в прототипі (таблиця 6), і 20-50 мкм для ягідних паст, виготовлених згідно із заявленим способом (таблиця 7).

20 Враховуючи повторюваність даних результатів для ягід брусниці та журавлини, можна зробити висновок про те, що функціональний продукт ягідна паста має характерний спектр подрібнення частинок з розміром $d<150$ не менш 97 %, з яких частинок з характерним розміром $d\leq 50$ мкм не менш 60 %.

Мабуть з цієї причини ягідні пасти, представлені в таблицях 1-5, виготовлені згідно із заявленими способом і пристроєм мають виражені желеподібні властивості.

25 Ці властивості пояснюються наявністю значної кількості пектинових речовин, що утворюють просторову впорядковану структуру.

Зазвичай ягоди чорниці, брусниці та журавлини містять від 0,5 до 0,9 % протопектину. В результаті низькотемпературного гідролізу, здійснюваного при невисоких температурах завдяки явищам кавітації і турбулентності, велика частина протопектину (нерозчинна форма) переходить в пектин (водорозчинна форма), доступний для організму людини.

30 Відповідно кількість водорозчинних та екстрагованих речовин з пасти збільшуються на 1-2 %, що в перерахунку на суху вагу ягідної пасти, відповідає 10-20 %. Приблизно половина з цієї кількості припадає на пектинові речовини, половина на прості цукри і декстрини, одержувані в результаті гідролізу клітковини.

35 Водночас чорничний сік чи сік інших ягід, виготовлений із свіжих або заморожених ягід, має в'язкість в десятки разів нижчу, ніж в'язкість ягідних паст виготовлених з них.

Ягідний сік легко стікає з вертикальної поверхні, розтікається по горизонтальній поверхні подібно будь-якій ньютонівській рідині. Краплеутворення такого соку відбувається подібно краплеутворенню води.

40 Ягідна паста, на відміну від соку, характеризується високим ступенем мазеподібності і липкості. Зокрема, паста не стікає з вертикальної поверхні і не розтікається під дією сили тяжіння по горизонтальній поверхні.

Враховуючи складність в описі кількісних характеристик желеподібних властивостей ягідних паст, вказані лише їхні якісні характеристики.

45 Нижче наведено дослідження з визначення антиоксидантної активності (АТ) чорниці та пасти з неї. Як виявилось, АТ пасти значно перевершує АТ самої чорничної ягоди (Таблиця 8).

Таблиця 8

Біохімічні показники пасти чорниці (середнє з 3 визначень)

№	Показники	Одиниці виміру	Контроль Ягоди чорниці (А)	Експеримент Паста чорниці (В)	Ступінь збільшення $AT\ K = \frac{B}{A}$	Експеримент. Паста чорниць /прототип/ (С)	Ступінь збільшення $AT\ K_1 = \frac{C}{A}$
1	Анти-радикальна активність (АРА)	од/г сухої речовини	1134	2346	2,06	1465	1,29
2	Анти-супероксидна активність (АСА)	од/г сухої речовини	8,7	13,2	1,51	9,8	1,13
3	Хелатуюча активність (ХЕ)	од/г сухої речовини	35,3	84,0	2,40	41,3	1,16

Антиоксидантні властивості чорниці та пасти з неї було оцінено за трьома показниками: антирадикальна активність (з використанням вільного радикала ДФПГ), антисупероксидна (за інактивацією супероксидного антирадикала) і хелатуюча активність (щодо зв'язування іонів заліза Fe^{2+}).

Виявилось, що антирадикальними і хелатуючими властивостями паста чорниці перевершує всі відомі антиоксиданти, в т.ч. перевершує за цими показниками багатюче джерело поліфенолів - листя винограду в 2,5 рази.

Таким чином, виходячи з наведених матеріалів і численних незалежних досліджень, проведених заявником, паста чорниці - це унікальний природний антиоксидантний продукт, який можна віднести до функціональних продуктів.

Відзначимо, що в результаті ГТД-переробки в 1,5-2 рази зростає біохімічна активність натуральної чорниці, яка сама по собі є потужним природним антиоксидантом. Це свідчить про те, що заявлені спосіб і пристрій не погіршують, а навіть поліпшують унікальні природні властивості свіжих ягід, зберігаючи їх у законсервованому вигляді 1-2 роки (що неможливо отримати від свіжих ягід).

Відзначимо, що чорнична паста виготовлена способом, описаним в прототипі, не дозволяє отримати продукт з настільки високою доступністю антоціанів. Відповідно, антиоксидантна активність (АТ) такого продукту істотно нижче антиоксидантної активності функціонального продукту.

З Таблиці 8 видно, що, наприклад, антирадикальна активність (АРА) чорничної пасти вища майже в 2 рази АРА чорничної ягоди, з якої пасту виготовлено ($K=2,06$)

Чорнична паста дозволяє отримати певний позитивний профілактичний і терапевтичний ефект при лікуванні таких серйозних захворювань як гепатит, дисбактеріоз (дисбіоз), ураження судин організму, в т.ч. очей при гепатиті, деякі види раку, сечостатевої інфекції у вигляді трихомонад, лямблій, тощо.

Завдяки дрібнодисперсному подрібненню (наноподрібненню) рідка чорниця легко засвоюється, забезпечуючи транспортування поліфенолів, антиоксидантів, в т.ч. антоціанів, клітковини, пектину, фруктози, глюкози, каротиноїдів, токоферолу, "Омега-3" і т.д. до ураженого органу і інтенсивно впливає на захворювання, що виправдовує трактування продукту як функціонального.

Отримані зразки з ягід чорниці, брусниці та журавлини досліджували на антибактеріальну активність. Найбільш високу активність продемонстрували зразки з журавлини і брусниці. Дослідження проводилися спочатку на "чистих" культурах бактерій, потім на бактеріях клінічних культур. Останні дослідження представляють особливий інтерес, тому що ці бактерії придбали імунітет до більшості стандартних медичних препаратів. На відміну від хімічних речовин, ягідні пасти не пригнічують пребіотичну або "корисну" мікрофлору.

Відповідно до рекомендацій ВООЗ для оцінки біологічної активності препаратів використовували тест-штами *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922,

Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853, *Basillus subtilis* ATCC 6633, *Proteus vulgaris* ATCC 4636, *Candida albicans* ATCC 885 /653.

Приготування мікробної суспензії мікроорганізмів проводили з використанням приладу Densi-La-Meter (виробництво PLIVA-Lachema, Чеська Республіка; довжина хвилі 540 нм). Суспензію готували згідно з інструкцією, що додається до приладу і інформаційного листа про нововведення в системі охорони здоров'я № 163-2006 "Стандартизація Приготування мікробних суспензій", м. Київ. Синхронізацію культур вели при низькій температурі (4 °C) протягом 2-х годин. Мікробне навантаження становило 107 мікробних клітин на 1 мл середовища. У роботу брали 18-24 годинну культуру мікроорганізмів. Для досліджень використовували агар Мюллера-Хінтона (Дагестанський НВО "Живильні середовища", термін придатності середовища до XI 2013 г).

Метод дифузії препарату в агарі проводили "колодязями". Визначення активності антибактеріальних препаратів проводили на двох шарах щільного поживного середовища, розлитого в чашки Петрі. У нижньому шарі використовували "голодні" незасіяні середовища (агар-агар, вода, солі). Нижній шар являв собою підкладку висотою 10 мм на яку строго горизонтально встановлюють 3-6 тонкостінних циліндри з неіржавіючої сталі діаметром 8 мм і висотою 10. Навколо циліндрів заливають верхній шар, що складається з живильного агаризованого середовища, розплавленого та охолодженого до 40 °C в яке вносили відповідний стандарт добової культури тест-мікроба. Попередньо, верхній шар добре перемішували до утворення однорідної маси. Після застигання маси циліндри стерильним пінцетом витягували і в лунки, що утворилися, вносили досліджувану речовину з урахуванням його обсягу (0,3 мл).

Обсяг середовища для верхнього шару коливався від 14 до 16 мл. Чашки підсушували протягом 30-40 хв. при кімнатній температурі і ставили в термостат на 18-24 години.

При оцінці нових антибактеріальних речовин, а також при вивченні антибіотикостійкості штамів застосовували такі критерії:

відсутність зон затримки росту мікроорганізмів навколо лунки, а також зони затримки до 10 мм вказує на те, що мікроорганізм не чутливий до внесеного в лунку препарату або концентрації антибіотика;

зони затримки росту діаметром 10-15 мм вказують на малу чутливість культури до випробуваної концентрації антибактеріальної речовини;

зони затримки росту діаметром 15-25 мм розцінюються, як показник чутливості мікроорганізму до випробувального лікарського засобу;

зони затримки росту, діаметр яких перевищує 25 мм, свідчить про високу чутливість мікроорганізмів до досліджуваних препаратів.

Дані результатів дослідження антибактеріальної активності досліджуваних зразків представлені в Таблиці 9 і 10.

Таблиця 9

Антибактеріальна активність зразків

	Діаметри зон затримки росту в мм число повторів досвіду n=3			
	Брусниця 1	Брусниця 2	Брусниця 3	Журавлина
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	25, 25, 25	25, 26, 26	25, 26, 26	27, 26, 25
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	24, 23, 23	24, 24, 24	24, 24, 25	25, 24, 25
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	18, 19, 19	18, 18, 19	19, 18, 19	20, 21, 21
<i>Proteus Vulgaris</i> ATCC 4636	17, 17, 17	16, 17, 16	17, 17, 17	16, 17, 16
<i>Basillus subtilis</i> ATCC 6633	27, 28, 28	28, 28, 29	27, 28, 28	29, 28, 28
<i>Candida albicans</i> ATCC 653/885	17, 18, 17	17, 17, 18	19, 19, 18	18, 19, 17
<i>Staphylococcus aureus</i> (клінічний)	25, 25, 26	25, 26, 25	24, 25, 25	25, 24, 25
<i>Staphylococcus aureus</i> (Клінічний)	26, 25, 25	24, 25, 25	25, 25, 25	26, 26, 27
<i>Escherichia coli</i> (Клінічний)	24, 25, 24	24, 24, 24	24, 25, 23	23, 23, 24
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Клінічний)	15, 16, 16	16, 17, 17	17, 16, 17	16, 17, 17

Продовження таблиці 9

Enterobacter aerogenes (Клінічний)	21, 20, 22	22, 21, 21	22, 21, 21	22, 21, 22
Enterobacter aerogenes (Клінічний)	20, 21, 20	22, 21, 21	22, 22, 22	23, 22, 22
Klebsiella pneumonia (Клінічний)	20, 21, 20	21, 22, 21	20, 20, 20	21, 20, 21
Edwardsiella tarda (Клінічний)	22, 21, 22	21, 22, 21	20, 22, 21	21, 20, 21
Citrobacter freundii (Клінічний)	25, 26, 25	25, 26, 25	25, 25, 25	25, 26, 26
Proteus mirabilis (Клінічний)	18, 17, 17	16, 16, 16	17, 16, 17	16, 17, 16
Lactococcus sp	15, 16, 17	16, 17, 16	15, 16, 16	15, 16, 17
Candida albicans (Клінічний)	15, 16, 15	15, 16, 16	16, 15, 16	15, 16, 16

Таблиця 10

Антибактеріальна активність зразків, розведених у 10 разів фізіологічним розчином

	Діаметри зон затримки росту в мм число повторів досвіду n=3			
	Брусниця 1 1:10	Брусниця 2 1:10	Брусниця 3 1:10	Журавлина 1:10
Staphylococcus aureus ATCC 25923	20, 19, 19	19, 18, 19	19, 19, 20	20, 20, 19
Escherichia coli ATCC 25922	17, 18, 18	17, 18, 18	17, 18, 17	17, 17, 19
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853	15, 16, 15	15, 15, 16	16, 15, 14	15, 15, 16
Proteus Vulgaris ATCC 4636	15, 15, 14	14, 14, 14	14, 15, 14	15, 14, 15
Basillus subtilis ATCC 6633	20, 21, 20	20, 21, 21	20, 20, 21	22, 21, 20
Candida albicans ATCC 653/885	14, 14, 15	14, 14, 14	15, 14, 15	15, 15, 15
Staphylococcus aureus (клінічний)	19, 18, 18	18, 18, 19	17, 18, 19	19, 18, 19
Staphylococcus aureus (Клінічний)	18, 18, 18	17, 18, 17	17, 18, 18	19, 18, 18
Escherichia coli (Клінічний)	17, 18, 17	18, 17, 17	17, 18, 17	18, 18, 16
Pseudomonas aeruginosa (Клінічний)	14, 15, 15	16, 15, 16	14, 15, 15	16, 15, 15
Enterobacter aerogenes (Клінічний)	15, 14, 14	14, 14, 14	15, 15, 15	15, 15, 14
Enterobacter aerogenes (Клінічний)	16, 16, 15	18, 17, 16	16, 14, 16	14, 14, 16
Klebsiella pneumonia (Клінічний)	15, 15, 15	14, 14, 15	16, 16, 15	15, 15, 14
Edwardsiella tarda (Клінічний)	16, 16, 17	15, 15, 16	17, 15, 15	15, 16, 16
Citrobacter freundii (Клінічний)	16, 15, 16	16, 18, 16	17, 15, 16	15, 16, 16
Proteus mirabilis (Клінічний)	14, 14, 14	15, 15, 15	16, 14, 15	15, 14, 14
Lactococcus sp	зростання	зростання	зростання	зростання
Candida albicans (Клінічний)	зростання	зростання	зростання	зростання

5 В результаті проведених досліджень було встановлено, що отримані зразки з журавлини і брусниці мають антибактеріальні властивості відносно широко спектра мікроорганізмів і дріжджоподібних грибів. Протимікробну активність дані зразки зберігають при розведенні в десять разів.

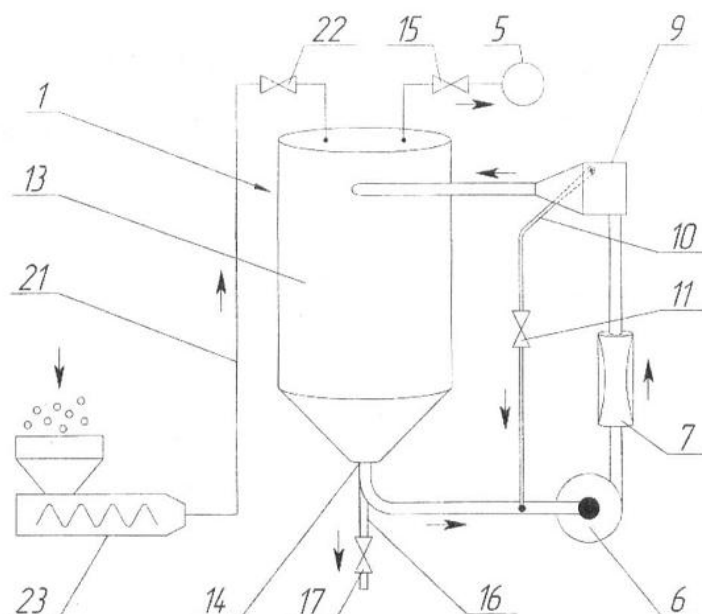
Функціональний продукт можливо отримувати промисловим шляхом з використанням простого нестандартного обладнання.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

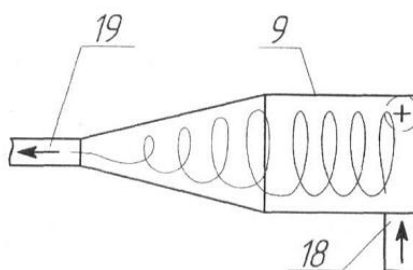
1. Функціональний продукт у вигляді пасти з ягід, вибраних з групи, що складається з чорниці (*Vaccinium myrtillus*), брусниці (*Vaccinium vitisidaea*) і журавлини (*Oxycoccus*), що містить сік ягід з подрібненими насінням і оболонками, в якому поліненасичені жирні кислоти і жиророзчинні вітаміни, що містяться в насінні ягід до переробки, присутні в стані, доступному для організму людини; продукт містить водорозчинні речовини, виражені в °Вх, вище не менше ніж на 1 %, рахуючи за масою продукту, в порівнянні з ягодами до переробки, серед яких пектину не менше 500 мг/100 г продукту; масова частка загальних поліфенолів вище не менше ніж на 10 %, ніж у ягодах до переробки, серед яких антоціанів не менше 250 мг/100 г продукту; антирадикальна активність продукту не менше ніж в 1,8 рази вище антирадикальної активності ягід до переробки, а кількість подрібнених частинок з характерним розміром $d \leq 50$ мкм не менше 60 %, а з розміром $d \geq 300$ мкм - не більше 1 %.
2. Функціональний продукт за п. 1, в якому вміст поліненасичених жирних кислот становить не менше 0,7 г/100 г продукту.
3. Функціональний продукт за п. 2, в якому поліненасичені жирні кислоти представлені α -ліноленовою кислотою (18:3) "Омега-3".
4. Функціональний продукт за п. 3, в якому вміст "Омега-3" становить не менше 0,15 г/100 г продукту.
5. Функціональний продукт за п. 1, в якому жиророзчинні вітаміни представлені вітаміном Е (токоферолом) і каратиноїдами.
6. Функціональний продукт за п. 5, в якому вміст вітаміну Е (токоферолу) становить не менше 0,5 мг/100 г продукту.
7. Функціональний продукт за п. 5, в якому вміст β -каротину становить не менше 0,15 мг/100 г продукту.
8. Функціональний продукт за п. 1, в якому вміст пектину не менше, ніж у 2 рази вище, ніж у ягодах до переробки.
9. Функціональний продукт за п. 8, в якому вміст пектину не нижче 600 мг/100 г продукту.
10. Функціональний продукт за п. 1, в якому поліфеноли представлені антоціанами.
11. Функціональний продукт за п. 10, в якому ступінь доступності антоціанів не менше ніж на 15 % вище ступеня доступності антоціанів ягід до переробки.
12. Функціональний продукт за п. 1, у якому антиоксидантна активність продукту не нижче 200 од/м.
13. Функціональний продукт за п. 1, в якому кількість подрібнених частинок з характерним розміром $d \geq 300$ мкм не більше 0,5 %, а з розміром $d \leq 50$ мкм не менше 70 %.



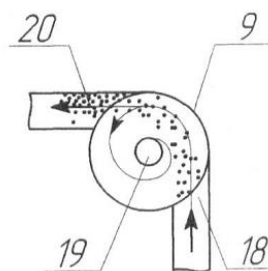
Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601