

Корисна модель належить до галузі функціонального харчування і являє собою пристрій для персоналізованого дозування натуральних харчових продуктів на основі індивідуальних даних про здоров'я користувача. Пристрій поєднує високоточне механічне дозування декількох інгредієнтів із використанням персоналізованої інформації, зокрема результатів аналізу ДНК та біохімічних показників крові, для створення індивідуальних нутрієнтних сумішей.

Розробка знаходиться на стику нутріціології, біотехнологій (зокрема нутрігеноміки) та медичних пристроїв із підтримкою інтернету речей (IoT) і спрямована на індивідуалізацію споживання поживних речовин. Її основна мета - не лише підвищити ефективність засвоєння нутрієнтів, а й забезпечити своєчасну профілактику неінфекційних захворювань, таких як серцево-судинні патології, діабет 2 типу, ожиріння та метаболічний синдром, шляхом точного виявлення нутрієнтних дефіцитів і персоналізованої корекції раціону.

Незважаючи на велику різноманітність доступних харчових продуктів, дефіцит мікронутрієнтів залишається поширеною та малопомітною проблемою у глобальному масштабі. Сучасна наука визнає, що потреби у поживних речовинах є унікальними для кожної людини та залежать від генетичних особливостей, способу життя й загального стану здоров'я. Це підкреслює необхідність індивідуалізованих рішень у сфері харчування, які враховують комплекс внутрішніх і зовнішніх чинників.

Персоналізоване харчування є перспективним напрямом у превентивній медицині, про що свідчать численні наукові дослідження та новітні технологічні рішення у галузі.

Відомий спосіб та система підготовки індивідуального спеціального плану харчування за станом здоров'я за заявкою на винахід США № US2013157233A1, МПК: G09B 19/00, дата публ. 2013-06-20, які базуються на особистій інформації про здоров'я суб'єкта. Особиста інформація про здоров'я суб'єкта використовується для визначення попереднього існування одного чи кількох захворювань, а також ризику розвитку захворювань у майбутньому. Потім ця інформація використовується для створення списку продуктів, які є корисними для лікування стану здоров'я, якщо вони включені до плану харчування суб'єкта. Індивідуальний вибір продуктів харчування базується на фітохімічному складі та концентрації компонентів. Однак реалізація такої системи супроводжується низкою об'єктивних обмежень. По-перше, система покладається на алгоритми, які встановлюють зв'язок між захворюваннями або ризиками їх розвитку та корисністю певних харчових продуктів. Проте такий підхід передбачає наявність значного обсягу достовірних наукових даних про вплив конкретних фітохімічних компонентів продуктів на перебіг хвороб. У багатьох випадках такі взаємозв'язки залишаються недостатньо вивченими або мають неоднозначні клінічні підтвердження. Це створює ризик використання неперевірених або надто загальних рекомендацій. По-друге, індивідуальний добір продуктів на основі їх фітохімічного складу та концентрації є складним у реалізації на практиці. Фітохімічний склад харчових продуктів значно варіюється в залежності від сорту, умов вирощування, зберігання, способу приготування тощо. Це означає, що фактична кількість активних компонентів у конкретному продукті, доступному споживачеві, може не відповідати тій, яка врахована при формуванні рекомендацій. Також варто зазначити, що система не враховує індивідуальних уподобань у харчуванні, алергій, етичних або релігійних обмежень, що може знижувати прийнятність і зручність виконання запропонованого плану. Зрештою, ще одним недоліком є обмежена адаптивність системи до змін у стані здоров'я користувача. У випадку динамічних змін (наприклад, загострення хвороби або поява нових симптомів) система може потребувати частого оновлення даних і повторної генерації плану харчування, що потребує додаткових зусиль з боку користувача або медичного персоналу.

Відома система, спосіб та пристрій для виробництва харчової композиції з персоналізованим вмістом нутрієнтів за заявкою на винахід США № US2017156386 (A1), МПК: A23L 33/00; A23L 33/10, дата публ. 2017-06-08, що включає вимірювальний пристрій для визначення рівня нутрієнтів у "зразку" користувача, контролер для розрахунку

необхідного споживання нутрієнтів, та диспенсер для приготування харчової суміші на основі цих даних. Під "зразком" розуміється будь-який тип рідини або тканини організму, наприклад, кров, плазма, сироватка, мокротиння, слина, піт (потовиділення) або сеча. Цей винахід дозволяє індивідуально готувати харчові суміші за запитом і "на місці", наприклад вдома або в лікарні. Таким чином, затримка між виявленням дефіциту в споживанні нутрієнтів та подальшим введенням харчової суміші для компенсації дефіциту може бути зведена до мінімуму. У деяких варіантах виконання винахід може надавати харчову суміш у вигляді натурального продукту. У деяких варіантах виконання винахід може використовувати технології друку, такі як 2D (двовимірний) друк або 3D (тривимірний) друк.

Попри свою інноваційність система для виробництва персоналізованих харчових сумішей має низку суттєвих недоліків із точки зору складності реалізації. По-перше, складність полягає у точному визначенні рівня нутрієнтів у біозразках користувача. Аналіз таких рідин, як кров, слина, сеча тощо, вимагає високоточних біохімічних сенсорів, здатних працювати в нестерильному побутовому середовищі без втрати достовірності даних. Це потребує використання складного та дорогого обладнання, що ускладнює інтеграцію в компактний пристрій для домашнього користування. По-друге, розрахунок необхідного споживання нутрієнтів за допомогою контролера передбачає врахування великої кількості індивідуальних параметрів - вік, стать, фізична активність, медичні показники тощо. Алгоритми мають бути надзвичайно точними та адаптивними, інакше існує ризик помилок, які можуть зашкодити здоров'ю користувача. Третьою складністю є створення диспенсера, здатного точно дозувати велику кількість компонентів, запобігати їх змішуванню до моменту приготування та забезпечувати стабільність суміші, це вимагає складної механічної конструкції, систем очищення та контролю температурного режиму, четвертий аспект застосування технологій 2D- або 3D-друку - пов'язаний із високотехнологічними викликами, оскільки друк харчових продуктів потребує спеціальних матеріалів, що відповідають харчовим стандартам, та складного керування процесом формування текстури й форми готового продукту, нарешті, об'єднання всіх функціональних модулів - вимірювального пристрою, контролера, диспенсера та друкувального блока в одному пристрої створює значне інженерне навантаження, це ускладнює виробництво, підвищує вартість продукту та створює труднощі з технічним обслуговуванням, особливо в умовах побутового використання, таким чином, хоча система і є перспективною, її реалізація пов'язана з цілим рядом технологічних викликів, що суттєво ускладнюють її широке застосування.

Відомий спосіб персоналізованого дозування нутрієнтів з постійним зворотним зв'язком за патентом на винахід США № US11501856 (B2), МПК: A23L 33/15, A61K 31/07, G01N 33/82, дата публ. 2022-11-15. Згідно з винаходом персоналізовані харчові добавки надаються на основі аналізу крові та коригуються щонайменше через кожні два дні, при цьому вибирають щонайменше три харчові добавки із наступної групи: вітаміни; вітаміноїди; мінерали; трави; амінокислоти; ферменти вуглеводні; клітковина, жирні кислоти; білки; гормони, тощо.

Недоліком винаходу є необхідність постійного, щонайменше кожні два дні, проведення аналізів крові, що створює інвазивне навантаження на користувача, викликає дискомфорт і знижує зручність тривалого використання, крім того система не забезпечує автоматизованого приготування та видачі сумішей харчових добавок, залишаючи цей процес на користувача або сторонні сервіси, ще одним недоліком є використання переважно синтетичних біодобавок, що може не відповідати очікуванням споживачів, які надають перевагу натуральним продуктам, а також потенційно знижує біодоступність окремих речовин, такий підхід, хоч і персоналізований, може обмежувати гнучкість користувача у виборі раціону і вимагає суворого дотримання частих змін дозувань.

Відомий персоналізований функціональний харчовий продукт за європейською заявкою № EP4205559 (A1), A23L 19/00, A23L 33/00, G09B 19/00, дата публ. 05.07.2023, який

одержують способом індивідуального підбору функціональних харчових продуктів на рослинній основі на основі даних про здоров'я цієї людини. Цей спосіб передбачає аналіз вмісту фітохімічних речовин у крові людини, порівняння отриманих даних з рекомендованими значеннями та вибір рослинних інгредієнтів для створення продукту, що відповідає індивідуальним потребам. Процес приготування функціонального харчового продукту на рослинній основі включає: вибір одного або більше (переважно двох чи трьох і більше) інгредієнтів із групи, що включає цільні овочі, фрукти, чай або їх частини; подрібнення інгредієнтів до стану пюре або блендування у разі використання декількох компонентів; за потреби - пакування отриманого пюре або суміші; обробку високим тиском (паскалізацію) у м'якій герметичній упаковці або іншій тарі при температурі приблизно 35 °C або нижче (переважно в діапазоні 1-30 °C); у результаті чого отримують рослинний харчовий продукт.

Недоліками процесу приготування функціонального харчового продукту на рослинній основі є виникнення окислювальних реакцій під час подрібнення та блендування інгредієнтів, що сприяє руйнуванню чутливих біоактивних сполук, зокрема вітамінів С і Е, поліфенолів та інших антиоксидантів. Це може призводити до зниження поживної цінності продукту та погіршення його смакових властивостей. Навіть при відносно низьких температурах (до 35 °C) під час обробки високим тиском (паскалізації) можливе часткове руйнування термолабільних нутрієнтів, таких як ензими та деякі вітаміни. Застосування м'якої герметичної упаковки, яка не завжди забезпечує достатній захист від кисню та світла, може спричинити подальше окислення компонентів під час зберігання. Крім цього, природні інгредієнти мають варіативний хімічний склад, що ускладнює точний контроль за дозуванням біологічно активних речовин у готовому продукті.

Задачею корисної моделі є створення інтелектуального пристрою для персоналізованого дозування натуральних нутрієнтів на основі генетичних та біохімічних даних, який забезпечував би точне автоматизоване приготування індивідуалізованих сумішей із декількох натуральних свіжих інгредієнтів для поповнення дефіциту нутрієнтів. Такий пристрій має об'єднувати функції збору та обробки персональних даних користувача, а саме генетичної інформації на основі аналізу ДНК та поточних біомаркерів крові, алгоритмічного формування нутрієнтного складу, а також механізми точного дозування та видачі свіжої суміші.

Поставлена задача вирішується тим, що інтелектуальний пристрій виконаний як самостійний модуль з повним автоматичним циклом роботи, який включає блок аналізу даних, блок контейнерів для зберігання натуральних сипучих інгредієнтів, систему дозування, систему керування та вихідний блок готової суміші інгредієнтів розміщених в єдиному корпусі, виконаному з прозорого харчового пластику, при цьому блок аналізу даних, що розташований у верхній частині корпусу, містить модуль ідентифікації користувача з інтерфейсом для зчитування даних ДНК та біохімічного аналізу крові із зовнішніх носіїв, модуль обробки даних для визначення індивідуальних дефіцитів нутрієнтів і створення рецепту рекомендованої суміші на основі натуральних інгредієнтів, а також комунікаційний модуль для зв'язку з мобільним застосунком та хмарним сервером; блок контейнерів являє собою прозору цільну ємність з вісьмома окремими відсіками для зберігання різних інгредієнтів об'ємом 0,5 л кожен, при цьому кожен відсік оснащений прозорою кришкою для візуального контролю наповнення та датчиком ваги, інтегрованим у нижню частину для контролю маси вмісту; система дозування містить вісім електродвигунів, кожен з яких з'єднаний з відповідним валом, на яких розташовані шнекові елементи для транспортування інгредієнтів, причому їх розташування відповідає розміщенню контейнерів у блоці контейнерів; система керування на базі мікроконтролера, розміщена в окремому відсіку в центральній частині корпусу пристрою і виконана з можливістю регулювання відбору та дозування інгредієнтів відповідно до рецепту, причому інтерфейс системи керування розміщений на кришці корпусу; вихідний блок готової суміші є нижньою секцією

блока контейнерів, що забезпечує інтеграцію з системою дозування, яка через відповідні отвори здійснює контрольовану подачу та вивантаження інгредієнтів у знімну приймальну ємність, розміщену на опорній платформі, яка може бути вилучена або встановлена шляхом бокового зміщення. Інтерфейс пристрою виконаний з можливістю підтримування технології NFC, Bluetooth або USB.

Технічним результатом корисної моделі є створення персоналізованої системи забезпечення необхідними нутрієнтами, одержаними зі свіжих натуральних інгредієнтів, на основі генетичних та біохімічних даних користувача.

На відміну від існуючих рішень, які або надають рекомендації щодо функціонального харчування без фактичного приготування поживних сумішей, або використовують лише синтетичні або оброблені натуральні інгредієнти без врахування генетичних даних, запропонований винахід передбачає інтеграцію всіх ключових компонентів в єдину систему. Це дозволяє не лише автоматизувати процес приготування та дозування, але й адаптувати його до індивідуального стану організму, забезпечуючи максимально природне і ефективне харчове забезпечення.

Корисна модель пояснюється кресленнями (фіг. 1-3), на яких схематично зображений інтелектуальний пристрій для персоналізованого підбору та дозування натуральних нутрієнтів в умовно розібраному стані.

Пристрій являє собою суцільну прозору конструкцію, виготовлену з харчового пластику із захисним покриттям, що забезпечує візуальний контроль за станом та рівнем інгредієнтів. У верхній частині конструкції розміщено блок контейнерів (1), виготовлений як єдина деталь із внутрішніми перегородками, що утворюють вісім окремих відсіків (контейнерів), розташованих по периметру квадратної форми. Кожен контейнер обладнаний прозорою герметичною кришкою (6), що забезпечує ізоляцію вмісту після завантаження інгредієнта. Об'єм кожного контейнера становить приблизно 0,5 літра, що дозволяє зберігати окремі інгредієнти. Кожен відсік оснащений датчиком ваги (11) з точністю $\pm 0,1$ г, інтегрованим у нижню частину для контролю маси вмісту (фіг. 2).

У центральній частині між відсіками передбачено порожнину для розміщення механізму дозування (2). Конструктивне виконання блока контейнерів передбачає спрямовану траєкторію завантаження інгредієнтів, обумовлену геометрією внутрішніх перегородок і формоутворюючими елементами конструкції, що сприяє коректному встановленню дозуючого механізму (фіг. 1).

Дозувальний механізм (2) призначений для подачі інгредієнтів за допомогою шнекової системи. Він містить корпус (7), у якому розміщено вісім електродвигунів (8), кожен з яких встановлений в окремому відсіку та кінематично з'єднаний з відповідним валом (10), оснащеним шнековим елементом (фіг. 1, фіг. 3).

У центральній частині корпусу (7) розміщено відсік (9) для електронної системи керування. На верхній частині корпусу (7) встановлено герметизуючу кришку (3), на якій розміщено інтерфейс системи керування та блока зчитування даних (фіг. 1, фіг. 3).

Корпус вихідного блока виконує функцію нижньої секції блока контейнерів (1) і забезпечує механічну інтеграцію з дозувальним механізмом (2). В отвори вихідного блока введено шнекові елементи, які здійснюють контрольовану подачу інгредієнтів. Через ці отвори здійснюється вивантаження суміші в приймальну ємність (5). Приймальна ємність (5) встановлюється або витягується із зони вивантаження шляхом бокового переміщення та у робочому положенні фіксується на опорній платформі, що забезпечує точне позиціонування під час експлуатації (фіг. 1).

Інтелектуальний пристрій для персоналізованого підбору та дозування натуральних нутрієнтів на основі індивідуальних генетичних і біохімічних даних працює наступним чином.

Користувач надає пристрою інформацію, що містить результати ДНК-аналізу та біохімічного аналізу крові, отримані в акредитованій медичній лабораторії. Передача даних

до пристрою може здійснюватися за допомогою зовнішнього носія (наприклад USB-флеш-накопичувача) або бездротового інтерфейсу зв'язку, зокрема через NFC або Bluetooth.

Блок зчитування пристрою отримує та інтерпретує вхідні дані, виконуючи аналіз генетичних схильностей та поточних біохімічних показників користувача. На основі зазначеного аналізу система автоматично формує індивідуальну програму дозування, яка визначає необхідну кількість кожного нутрієнта для компенсації виявлених дефіцитів.

До окремих відсіків контейнерного блока пристрою (об'ємом 0,5 л кожен) попередньо завантажуються натуральні інгредієнти, зокрема горіхи (мигдаль, волоський горіх, кеш'ю, фундук), насіння (насіння чіа, льону, соняшнику, гарбуза) та інші продукти з високим вмістом нутрієнтів (спіруліна, ягоди годжі, кіноа, амарант тощо). Кожен контейнер призначений для зберігання одного конкретного інгредієнта, що дає змогу забезпечити точне дозування та формування персоналізованої суміші.

Система дозування складається з восьми електродвигунів, кожен із яких відповідає за подачу одного інгредієнта з відповідного контейнера. Відповідно до сформованої програми дозування, пристрій автоматично відміряє точну кількість кожного інгредієнта. Для забезпечення високої точності дозування використовуються ваги з точністю $\pm 0,1$ г, вбудовані в нижню частину кожного контейнера.

За сигналом від системи керування активується потрібна кількість електродвигунів. Кожен електродвигун з'єднаний із відповідним обертовим валом, на якому закріплено шнековий елемент. Під час обертання вала шнек транспортує інгредієнт із контейнера у напрямку вихідного блока.

Шнеки розташовані відповідно до конфігурації контейнерного блока, що забезпечує відповідність траєкторії подачі інгредієнтів. Система керування, реалізована на базі мікроконтролера, регулює швидкість обертання електродвигунів і тривалість їх роботи, завдяки чому забезпечується точне дозування кожного інгредієнта.

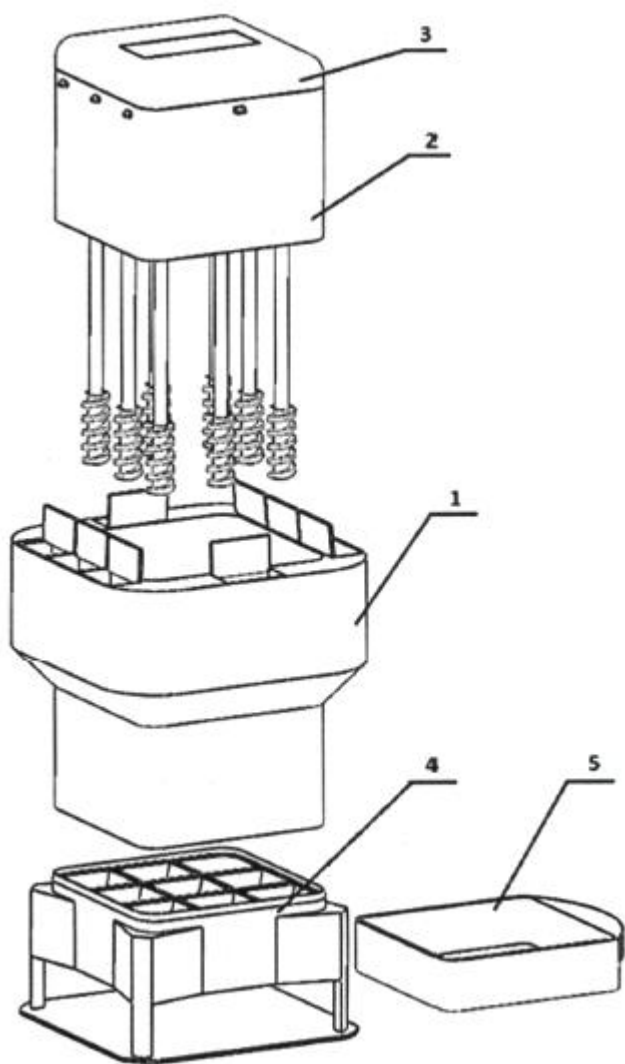
Інтерфейс системи керування розташований на кришці корпусу та надає можливість користувачу або технічному персоналу виконувати налаштування параметрів дозування та здійснювати моніторинг процесу.

Вихідний блок, що утворює нижню секцію контейнерного блока, забезпечує інтеграцію з системою дозування. Шнековий елемент переміщує інгредієнт крізь отвір у відсіку вихідного блока. Між зовнішньою циліндричною поверхнею шнека та внутрішньою поверхнею отвору передбачений мінімальний конструктивний зазор, що забезпечує ущільнення та запобігає самовільному висипанню інгредієнта під дією сили тяжіння.

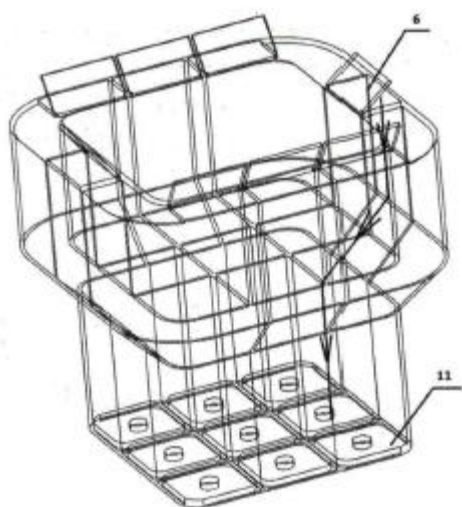
Подавання інгредієнта до приймальної ємності (змішувального контейнера) відбувається лише під час обертання шнека, що виключає неконтрольоване дозування. Після подачі всіх необхідних компонентів у приймальну ємність здійснюється змішування інгредієнтів для отримання готової персоналізованої поживної суміші.

Отриману поживну суміш можна вживати безпосередньо або використовувати як сировину для подальшого приготування продуктів харчування - зокрема, подавати у пристрій для приготування коктейлів, харчових батончиків чи для друку за допомогою 3D-принтера.

Пропонований інтелектуальний пристрій гарантує високу точність дозування, індивідуалізацію на основі генетичних і біохімічних даних, використання натуральних інгредієнтів, поєднує апаратне забезпечення, мобільний застосунок і хмарну платформу для зручного керування та аналізу даних. Пристрій має можливість віддаленого оновлення прошивки та алгоритмів через мережу Інтернет, що дозволяє постійно вдосконалювати систему та адаптувати її до нових наукових даних.



Φir. 1



Φir. 2

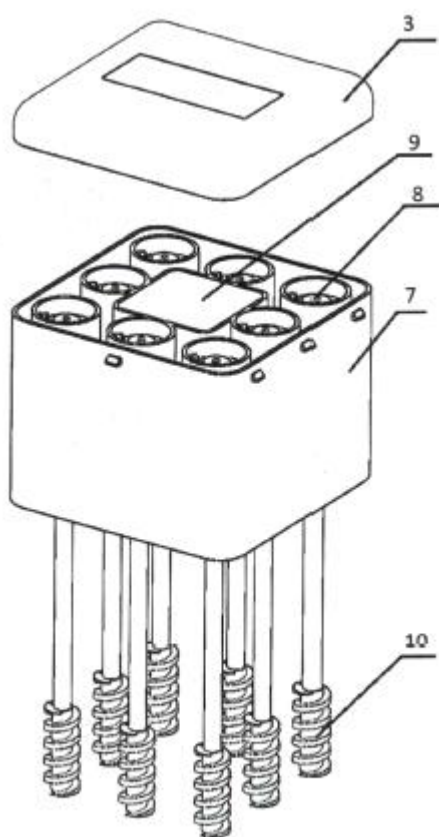


Fig. 3