

Винахід належить до галузі обробки рослинної сировини, зокрема сої, і може бути використаний у харчовій та кормовій промисловості, а також як лікувально-профілактичний засіб.

Відомо, що соя - одна з найперспективніших культурних рослин. Вона є основою кормового виробництва, важливою сировиною для виробництва вітамінів, біологічно активних речовин та продуктів харчування. Соеві боби містять вітаміни А, Е, К, групи В; мікроелементи - калій, залізо, фосфор, кальцій; фітосполуки (ізофлавоїди) - геністеїн і даєдзєїн; незамінні амінокислоти: лізин, триптофан, лейцин, фенілаланін, метіонін, гістидин, ізолейцин, треонін і валін.

Соеві боби є не лише високоекономічним джерелом харчів і кормів, але й мають високий профілактичний і терапевтичний потенціал.

Для того, щоб зробити соєві боби придатними для організму людини та тварин, їх піддають різним способам обробки. При способах, які існують на цей час у світі, окремі складові соєвих бобів стають придатними до засвоєння, інші втрачають свої корисні властивості, а деякі вилучаються у вигляді відходів.

Одним з найбільш розповсюджених готових продуктів, що є також півфабрикатом для виробництва інших продуктів, є соєве молоко.

При його виробництві утворюються відходи (так звана окара), в яких залишаються різні високоцінні водонерозчинні фракції бобів, що не екстрагуються водою.

Відомо спосіб виробництва соєвого молока, що включає теплову обробку соєвих бобів, їх плющення, замочування у воді, подрібнення, кип'ятіння (деклараційний патент України на винахід № 40263, А 23L1/201, 2000).

Відомо спосіб одержання кормового соєвого молока, що передбачає замочування насіння сої у воді з температурою 15-25°C протягом 3-5 годин, кип'ятіння набухлого насіння у водному середовищі при температурі 100-105°C протягом 30-40 хвилин, подрібнення насіння та отримання соєвого молока у присутності води в апараті-екстракторі при температурі води не вище 30°C (деклараційний патент України на винахід № 61703, А 23 L 1/20, 2003).

Недоліком цих аналогів є значне збіднення продукції за складом корисних, особливо біологічно активних речовин. Крім того, отримання продукції зв'язано з пошкодженнями її харчової цінності через сумісну дію таких факторів як температура та тривалість її дії.

Найближчим за технічною суттю до способу, що заявляється, є спосіб одержання соєвого молока, що передбачає замочування насіння сої у воді протягом 3-8 годин, кип'ятіння набряклого насіння у водному середовищі протягом 20-40 хвилин, подрібнення його у 6-10-кратній кількості холодної води та одержання соєвого молока також в присутності води (деклараційний патент України на винахід № 68070, А 23 L 1/20, 2003).

Операція кип'ятіння набряклого насіння протягом 20-40 хвилин є нераціональною навіть для цілей кормовиробництва через негативну дію на біологічно активні складові, вітаміни та білкові фракції, внаслідок значного інтервалу кип'ятіння при температурі, що перевищує 60°C (температурна межа стійкості білка), після якого може відбуватися денатурація білкових фракцій, що перешкоджає його розкладу на амінокислоти та створенню власного білка живим організмом. Крім того, соєве молоко, що отримують цим способом, не призначено для довгого зберігання.

В основу винаходу поставлено задачу створення способу виготовлення соєвого молока з цільних соєвих бобів без відходів, який би дозволив перетворення усіх складових у форму, придатну для організму людини без руйнування корисних сполук, надання продукції органолептичних властивостей, що забезпечують харчову привабливість, придатність до довгого зберігання при мінімальних витратах енергії на виробництво.

Поставлену задачу вирішують тим, що у способі виготовлення соєвого молока, що включає замочування їх у воді кімнатної температури, подрібнення, теплову обробку, охолодження, зберігання та розфасовку, згідно з винаходом, перед замочуванням соєві боби вивільняють від оболонки, після замочування набухлі боби відділяють від води, в якій вони намочувалися, потім їх разом зі свіжою питною водою, що має температуру 65-75°C, у кількості, яка забезпечує кінцевий вміст сухих речовин у суміші відповідно до рецептури, дозують з висоти 350-500 мм у роторно-пульсаційний апарат циліндричного типу для диспергування, звідки отримана рідкоплинна маса самопливом надходить до проміжної місткості, де її постійно перемішують, після чого масу надсилають за допомогою насоса до тріступеневого роторно-пульсаційного апарату-гомогенізатору дискового типу для диспергування, далі здійснюють відцентрове розпилення, для чого подрібнену масу надсилають до вертикальної циліндричної камери з конічним днищем, в яку підводять спеціально очищену насичену пару, що утворює тиск 2-3,7 кг/см², а по осі камери всмоктуванням уверх установлено відцентрове лопатне колесо, яке обертається зі швидкістю, не менше 53 м/с, створюючи організований вихровий рух пари, що забезпечує інтенсивне розпилення маси, яку обробляють, та її швидке нагрівання до температури 120-140°C, після чого краплі осідають на поверхні плівки гарячої рідини, яка стікає по внутрішній поверхні конічного днища та через продуктовий гідрозатор під дією тиску пари в камері транспортується у двоступеневий роторно-пульсаційний апарат дискового типу для диспергування, далі тонкодисперсну стерилізовану продуктову масу вприскують у камеру, в якій підтримують тиск 0,9 кг/м², де вона миттєво охолоджується через самозакіпання до температури, що не перевищує 100°C, з інтенсивним виділенням газів, які вилучають вакуум-насосом, а продуктова маса, яку обробляють, збирається в нижній частині камери, після цього через продуктовий гідрозатор камери продуктову масу вприскують у вакуумну камеру, де підтримують тиск 0,12 кг/м², де вона знову закипає, миттєво охолоджуючись до температури не більше 60 С з виділенням газів, що вилучають вакуум-насосом, а деаеровану продуктову масу надсилають у рекуперативний теплообмінник з поверхнею, що очищується, для охолодження до температури готової продукції, що не перевищує 30°C, та стабілізації структури дисперсної системи.

Боби замочують у воді кімнатної температури у співвідношенні води і бобів не менше 1,5 кг/кг і витримують протягом 6-10 годин в залежності від ботанічного сорту.

Диспергування у роторно-пульсаційному апараті циліндричного типу здійснюють при таких режимних параметрах:

частота пульсацій	2000 Гц
максимальна швидкість зсуву в зазорах між ротором та статорами	133000 1/с
час знаходження у зоні обробки, не менше	0,3с
колова швидкість робочих органів,	≥20м/с.

Диспергування у триступеневому роторно-пульсаційному апараті-гомогенізаторі дискового типу здійснюють при наступних параметрах:

частота пульсацій, не менше	4800 Гц
максимальна швидкість зсуву в зазорах між дископодібними роторами і статорами, не менше	233000 1/с
час знаходження у зоні обробки	0,5±0,05 с
температура маси, що обробляється	50-60°C
колова швидкість дисків у зоні обробки, не менше	35м/с
кількість активних зон по ходу продукту	6

Диспергування у двоступеневому роторно-пульсаційному апараті дискового типу здійснюють при наступних параметрах:

час знаходження у зоні обробки, не менше	0,41±0,041 с
максимальна швидкість зсуву в зазорах між дископодібними роторами і статорами, не менше	267000 1/с
загальний час знаходження в апараті, не менше	5,4с
кількість активних зон по ходу продукту	4
колова швидкість дисків у зоні обробки, не менше	40м/с
частота пульсацій, не менше	5800 Гц.

Рекуперативний теплообмінник має наступні режимні параметри:

початкова температура продукту	60°C
середня температура води, що охолоджує, не більше	22°C
питома поверхня охолодження, не менше	0,0015 м ² /кг
колова швидкість скребкового пристрою, не менше	2,3 м/с
швидкість води в оболонці, що охолоджує, не менше	0,7 м/с.
час знаходження, не менше	60°C.

Диспергування в роторно-пульсаційному апараті циліндричного типу дозволяє перевести водо-зернову систему у рідкоплинний стан, при якому стає можливим її подальше переміщення за допомогою гідравлічних насосів.

Зменшення мінімального зазначеного значення висоти, з якої набухлі боби з додатковою водою надходять у роторно-пульсаційний апарат, призводить до розділення бобів та води та завалювання апарата, а перевищення висоти над зазначеним максимальним значенням призводить до заклинювання бобів. Вода сприяє транспортуванню бобів в зону подрібнення за рахунок відцентрового насосного ефекту, що створюється обертовими циліндрами ротора.

Температура води в 65-75°C після її перемішування з масою набухлих бобів, що знаходяться при кімнатній температурі, спричиняє встановленню рівноважної температури 50-60°C. Ріст температури полегшує диспергування, проте подальше її підвищення недоцільне через можливе руйнування вітамінів та денатурацію білків.

Зазначені режимні параметри забезпечують вирішення основної задачі цієї операції - створення рідкоплинної системи, придатної для подальшого переміщення. Недотримання установлених меж режимних параметрів призводить або до порушення гідротранспортування через активні зони внаслідок недостатнього насосного ефекту, або до утворення надто грубих фракцій суспензії, що також неможливо для подальшого транспортування насосами.

В роторно-пульсаційному апараті дискового типу відбувається дискретно-імпульсне перетворення енергії рідкоплинного середовища. Використання триступеневого апарату збільшує інтенсивність обробки по мірі зменшення розмірів часток дисперсної фази. Цей роторно-пульсаційний апарат виконує функції диспергатора та масообмінника, перетворюючи поживні речовини соєвих бобів у рідкоплинну форму, придатну до засвоєння організмом людини і тварин.

Температура маси, що оброблюється, 120-140°C обумовлює в активних зонах за роторами по ходу продукту, де є від'ємні пульсації тиску, розвиток інтенсивної кавітації, яка приводить до повного руйнування мембран як клітин рослинної тканини, забезпечуючи вихід внутрішньоклітинного вмісту у розчин, так і бактеріальних клітин, забезпечуючи надійний стерилізаційний ефект без додаткової витримки.

Видалення газів під час двох стадій закипання забезпечує глибоку деаерацію та повне усунення небажаних запахів.

Суміщення процесів стерилізації, гомогенізації, охолодження та деаерації забезпечує їх взаємну інтенсифікацію. Так, висока температура і тиск полегшують диспергування, що супроводжується інтенсивною кавітацією, яке, в свою чергу, полегшує стерилізацію, а повторне закипання у вакуумі одночасно прискорює охолодження та забезпечує покращення органолептичних властивостей продукції за рахунок глибокої дегазації та видалення летючих речовин, що погіршують запах. При цьому створюються передумови утилізації тепла та зменшення витрат енергії. В результаті процесу утилізації витрата теплової енергії на виробництво зменшується не менш, ніж на 50%.

Повільне охолодження в рекуперативному теплообміннику при дії перемішувального пристрою дозволяє отримати стійку структуру, придатну до довгого зберігання.

Технологія, що пропонується, дозволяє досягти поступового перетворення вихідної сировини у форму, що легко засвоюється, зберігає біологічно цінні властивості та придатна до довгого зберігання з мінімальними витратами енергії без негативної дії з боку виробництва на оточуюче середовище.

Заміна видалення м'якоті (окари) її наномасштабним перетворенням у структуровану реологічну рідину, що легко засвоюється, за допомогою речовин, які містяться у самих бобах, супроводжується не лише економією сировини, але й отриманням продукції набагато більшої біологічної цінності через збереження природного комплексу біологічно активних речовин, відсутності хімічних дій та покращенню органолептичних властивостей.

Така продукція має великі перспективи для створення на її основі широкої номенклатури дієтичних та лікувально-профілактичних харчових продуктів.

Спосіб виробництва соєвого молока здійснюють наступним чином.

Спочатку соєві боби вивільняють від захисної оболонки для покращення якості кінцевої продукції і здійснюють це за допомогою спеціальних машин-лушпильників. Захисна оболонка не має харчової цінності через те, що не містить цінних речовин.

Далі боби замочують у воді кімнатної температури у співвідношенні води і бобів не менше 1,5 кг/кг і витримують протягом 6-10 годин в залежності від ботанічного сорту. Після цього відділяють їх від води, в якій здійснюють замочування, за винятком води, що всмокталася у внутрішній простір бобів. Потім набухлі боби разом зі свіжою питною водою, що має температуру 65-75°C, у кількості, яка забезпечує кінцевий вміст сухих речовин у суміші відповідно до рецептури, надсилають на багатостадійну нанотехнологічну обробку, що включає послідовно наступні стадії.

Спочатку боби разом зі свіжою водою дозують з висоти 35050 мм у роторно-пульсаційний апарат циліндричного типу для диспергування при таких режимних параметрах:

частота пульсацій	2000 Гц
максимальна швидкість зсуву в зазорах між ротором та статорами	1330001/с
час знаходження у зоні обробки, не менше	0,3с
колова швидкість робочих органів,	≥20м/с.

Потім отримана рідкоплинна маса самопливом надходить до проміжної місткості, де її постійно перемішують. Звідти масу надсилають за допомогою насоса до триступеневого роторно-пульсаційного апарату-гомогенізатору дискового типу для диспергування при наступних параметрах:

частота пульсацій, не менше	4800 Гц
максимальна швидкість зсуву в зазорах між дископодібними роторами і статорами, не менше	233000 1/с
час знаходження у зоні обробки	0,5±0,05 с
температура маси, що обробляється	50-60°C
колова швидкість дисків у зоні обробки, не менше	35м/с
кількість активних зон по ходу продукту	6

Далі здійснюють відцентрове розпилення, для чого подрібнену масу надсилають до вертикальної циліндричної камери з конічним днищем, в яку підводять спеціально очищену насичену пару, що утворює тиск 2-3,7 кг/см, а по осі камери всмоктуванням уверх установлено відцентрове лопатне колесо, яке обертається зі швидкістю, не менше 53м/с, створюючи організований вихровий рух пари, що забезпечує

інтенсивне розпилення маси, яку обробляють, та її швидке нагрівання до температури 120—140 С, після чого краплі осідають на поверхні плівки гарячої рідини, яка стікає по внутрішній поверхні конічного днища та через продуктивний гідрозатор під дією тиску пари в камері транспортується у двоступеневий роторно-пульсаційний апарат дискового типу для диспергування при наступних параметрах:

час знаходження у зоні обробки, не менше	0,41 ±0,041 с
максимальна швидкість зсуву в зазорах між дископодібними роторами і статорами, не менше	267000 1/с
загальний час знаходження в апараті, не менше	5,4с
кількість активних зон по ходу продукту	4
колова швидкість дисків у зоні обробки, не менше	40м/с
частота пульсацій, не менше	5800 Гц.

Далі тонкодисперсну стерилізовану продуктову масу вприскують у камеру, де вона миттєво охолоджується через самозакипання з інтенсивним виділенням газів, які видаляють вакуум-насосом, а продуктова маса, яку обробляють, збирається в нижній частині камери. Режимні параметри камери наступні:

тиск	0,9 кг/м ²
початкова температура продукту	120-140°С
кінцева температура продукту, не більше	100°С.

Після цього через продуктивний гідрозатор камери продуктову масу вприскують у вакуумну камеру, де вона знову закипає, миттєво охолоджуючись з виділенням газів, що вилучають вакуум-насосом. Режимні параметри камери наступні:

тиск	0,12 кг/м ²
початкова температура продукту	100°С
кінцева температура продукту, не більше	60°С.

Деаеровану продуктову масу надсилають у рекуперативний теплообмінник з поверхнею, що очищується, для охолодження до температури готової продукції, що не перевищує 30°С, та стабілізації структури дисперсної системи за рахунок формування оболонок наномасштабної товщини з колоїдного розчину, структурованими білковими молекулами та проявлення желіруючого ефекту гідролізованого пектину при наступних параметрах:

початкова температура продукту	60°С
середня температура води, що охолоджує, не більше	22°С
питома поверхня охолодження, не менше	0,0015 мкг
колова швидкість скребкового пристрою, не менше	2,3 м/с
швидкість води в оболонці, що охолоджує, не менше	0,7 м/с.
час знаходження, не менше	600с.

Готову продукцію надсилають на зберігання, розфасування або подальшу переробку.

Отримана продукція є стерилізованою тонкодисперсною стабілізованою гетерогенною рідкоплинною системою.

Суцільна фаза є сумішшю справжнього водного розчину екстрактивних речовин сої та колоїдного розчину, що містить колоїдну целюлозу, гідролізований пектин та вивільнений вміст зруйнованих клітин, а дисперсна фаза - це емульсія жиру (соевого молока і суспензії твердої целюлози та нерозчинного пектину).

При цьому частки дисперсної фази застабілізовані оболонками у вигляді високов'язкого, еластичного наношару, який складається з колоїдного розчину, структурованого подовженими та розгалуженими молекулами білка (міцелами), що запобігає коагуляції та розшаруванню гетерогенної системи.

Отримане соєве молоко має переважно розмір часток 8 мкм, завдяки чому не визначається органолептичне наявність часток дисперсної фази (див. графіки).

На смак соєве молоко сприймається як гомогенне. Трав'янистий присмак, характерний для багатьох соєвих продуктів та сторонній запах повністю усунені через обробку паром, наступним кипінням та вакуумуванням, чим забезпечується глибока дегазація.

Проведені обробки спричиняють перехід більшої частини пектину у водорозчинний стан, що підтверджується методом пофарбування та мікро фотозйомки.

Вміст клітин входить у розчин, що робить його легкодоступним організму. В конденсаторах пари, що утворюється при закипанні продукту, використовувалася охолоджена питна вода, яка при цьому підігрівалася, а потім з'єднувалася з бобами, чим забезпечується утилізація теплоти та економія гострої пари, яка надходить з котельної на стерилізацію продукту.

Приклад

Соеві боби на машині-луцильнику відокремили від захисної оболонки, потім за допомогою вагового дозатора-живильника завантажили в зоні завантаження в бак карусельної установки для зволоження (замочування) у співвідношенні води і бобів 2,5кг/кг, додали воду кімнатної температури та витримали протягом 7 годин.

Потім у зоні вивантаження карусельної установки воду, в якій здійснювали замочування, злили, бак перекинули за допомогою механічних пристосувань, і набухлі боби перевантажили у збірник-живильник.

Із збірника-живильника за допомогою чотирьох шнекових дозаторів боби завантажили в роторно-пульсаційний апарат (диспергатор) самопливного типу з одночасним поданням з висоти 400 мм в нього питної води з температурою 70°C у кількості 3100 л за годину згідно з рецептурою з урахуванням води, яка всмокталася у зерна бобів.

Роторно-пульсаційний апарат мав наступні параметри обробки бобів:

діаметр ротора	80 мм
кількість обертів ротора	5000 об/хв.
час у зоні обробки	0,3с
частота пульсацій	2000 Гц
кількість щілин у роторі	24шт.
радіальний зазор між ротором і статором	0,15 мм
максимальна швидкість зсуву	133000 1/с
колова швидкість робочих органів	20 м/с.

Після роторно-пульсаційного апарата продукт зливали в проміжний колектор і за допомогою насоса перемішували в ньому шляхом повернення в колектор 16000 кг/год., а 4000 кг/год, подавали на триступеневий роторно-пульсаційний апарат дискового типу. Температура обробки в цьому апараті становила 55°C. Апарат мав наступні параметри:

діаметр дисків у зоні обробки	250 мм
кількість обертів дисків	2980 об/хв.
колова швидкість дисків у зоні обробки	35м/с
кількість отворів у дисках	400 шт.
час знаходження в зоні обробки	0,5с
зазор між роторами та статорами	0,2 мм
частота пульсацій	4800 Гц
об'ємна витрата апарата	4000 кг/год.
швидкість зсуву в активній зоні	233000 1/с.

З апарата продукт зливали в бак узгодження витрат, а потім іншим насосом подавали в апарат нагрівання та гомогенізації, в який також надходив очищена насичена пара з температурою 130°C для швидкого нагрівання продукту до температури 130°C.

Нагрівання продукту здійснювалося в камері стерилізації, в якій знаходилося лопатеве колесо, що оберталося з коловою швидкістю 53 м/с.

Діаметр камери - 1100 мм. Висота камери - 300 мм.

Рівень, що забезпечував гідравлічний затвор - 100 мм. У цьому апараті продукт при температурі 130°C піддавали гомогенізації. Диспергування в роторно-пульсаційному апараті-гомогенізаторі дискового типу відбувалося при наступних параметрах:

час знаходження в зоні обробки	0,4с
частота пульсацій	5800 Гц
максимальна швидкість зсуву в активній зоні	267000 1/с
загальний час знаходження в апараті	5,4с
кількість активних зон по ходу продукту	4
колова швидкість дисків у зоні обробки	40 м/с.

Після цього продукт направляли по трубопроводах у камеру деаерації та вакуумно-випарювального охолодження для охолодження від температури 130°C до температури 100°C. У камері підтримували тиск 0,9 кг/см² за допомогою вакуум-насоса, а потім через продуктовий гідрозатвор продукт попадав до другої вакуумної камери, де вторинно закипав та миттєво охолоджувався до температури 60°C. Далі продукт надходив до проточного рекуперативного теплообмінного апарату та охолоджувався до температури 30°C. Після чого надходив на подальшу переробку або зберігання.

Охолодження продукту в рекуперативному теплообміннику скребкового типу відбувалося при таких параметрах:

середня температура води, що охолоджує	22°C
питома поверхня охолодження	0,0015 мкг
швидкість води в оболонці, що охолоджує	0,7 м/с