



УКРАЇНА

(19) **UA**(11) **123143**(13) **C2**

(51) МПК

A23J 1/12 (2006.01)**A23J 1/14** (2006.01)**A23J 3/14** (2006.01)**A23J 3/16** (2006.01)**B01D 11/02** (2006.01)**B01D 25/02** (2006.01)**B01D 29/01** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2017 04934	(72) Винахідник(и):	Внуковскі Піотр (NL), Козловська Магдалена (PL)
(22) Дата подання заявки:	11.12.2015	(73) Володілець (володільці):	НАПІФЕРІН БІОТЕХ СП. З О.О., ul. Dubois 114/116, 93-465 Lodz, Poland (PL)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	25.02.2021	(74) Представник:	Портна Людмила Семенівна, реєстр. №150
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2013960	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	EP 2736351 A1, 04.06.2014 GB 1570746 A, 09.07.1980 US 2007/004908 A1, 04.01.2007 WO 2014/147068 A1, 25.09.2014 US 5844086 A, 01.12.1998 WO 2013013949 A1, 31.01.2013
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	11.12.2014		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	NL		
(41) Публікація відомостей про заявку:	11.12.2017, Бюл.№ 23		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	24.02.2021, Бюл.№ 8		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/NL2015/050856, 11.12.2015		

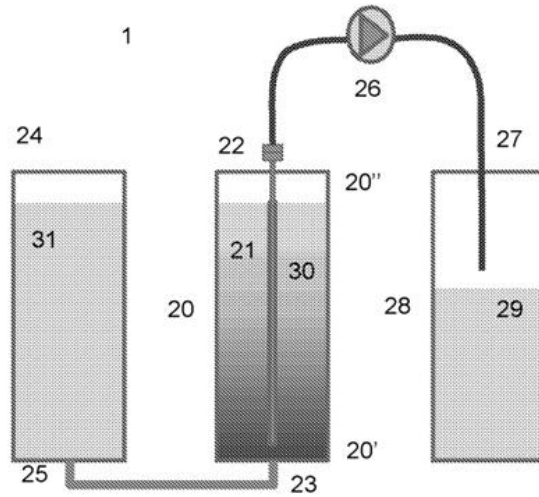
(54) СПОСІБ ПРИГОТУВАННЯ БІЛКОВОГО ЕКСТРАКТУ ЗІ ШРОТУ АБО МАКУХИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ**(57) Реферат:**

Винахід стосується способу приготування білкового екстракту зі шроту або макухи насіння олійних культур та пристрою для його здійснення. Згідно зі способом подрібнені частинки шроту або макухи з середнім розміром (d32) менше 1000 мкм змішують у контейнері з водним розчином, та за допомогою встановленого у контейнері засобу для створення потоку з подрібнених частинок створюють псевдозріджений шар, забезпечуючи розчинення щонайменше частині білків, після чого в умовах псевдозрідженого шару відділяють щонайменше частину розчиненого білка із суміші за допомогою встановленого у контейнері засобу для фільтрування та отримують білковий екстракт. Пристрій містить закритий контейнер. У нижній частині контейнера розташований розподільний пристрій для водного

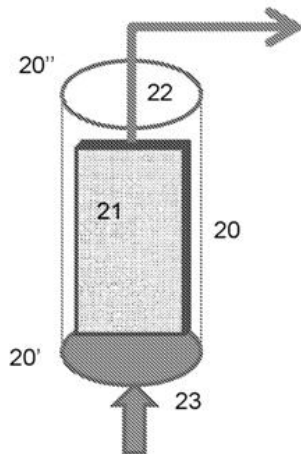
UA 123143 C2

розчину, який встановлений так, щоб створювати потік водного розчину з нижньої частини контейнера до верхньої. Над розподільним пристроєм розташований фільтруючий модуль, що містить по суті плоский фільтрувальний елемент, поверхня якого паралельна напрямку водного потоку і забезпечена фільтром з розміром отворів від 4 до 200 мкм та вільною площею перерізу 20-50 %. Для виходу пермеату фільтруючий модуль обладнаний щонайменше одним вихідним патрубком.

A.



B.



Фіг.1

Цей винахід відноситься до способу екстрагування нативних білків з рослинної вихідної сировини, такої як насіння олійних, бобових та зернових культур. Нативні білки, вказані у цьому винаході, присутні у вихідній сировині у неденатурованому стані, тобто мають функціональні властивості, актуальні для застосування у харчовій промисловості, такі як збереження розчинності, та не порушені під дією умов переробки. Вихідна сировина, вказана у цьому винаході, є сировиною рослинного походження та звичайно містить значні (> 5 % за масою) кількості нативних олій та ліпідів. Цей винахід додатково відноситься до пристрою для здійснення такого способу та до нативного білка, який може бути отриманим за допомогою цього способу за цим винаходом.

Рівень техніки

Загальні потреби у їстівних білках, стимульовані збільшенням населення в світі, постійно зростають. Ця тенденція додатково посилюється збільшенням доходу на душу населення у країнах, що розвиваються. Чисельні дослідження вказують на перевагу використання рослинних білків, тобто білків, отриманих з вихідної сировини рослинного походження, в якості життєво необхідного компоненту у раціоні людини. Виробництво рослинного білка звичайно більш екологічно безпечне та перспективне, ніж виробництво тваринного білка за показниками викидів парникових газів та використання обмежених ресурсів, таких як земельні площі, вода та енергія. Тому збільшення використання рослинних білків у майбутньому може зробити значний внесок для більш стійкого забезпечення білками.

Основними джерелами рослинних білків є бобові, такі як соєві боби, горох, кінські боби, насіння олійних культур, таке як насіння ріпака, соняшнику, та зернові, такі як пшениця та кукурудза. Для збільшення використання рослинних білків у раціоні людини необхідно розробити способи виділення білків з рослин та впровадити їх у промисловий масштаб. Складність полягає в отриманні ізолятів (їстівних) білків з високою чистотою (тобто низьким вмістом жирів та без антипоживних факторів) та зі збереженими потрібними функціональними властивостями білка, такими як розчинність, здатність до утворення стійкої піни, здатність до утворення гелів та здатність і потенціал до абсорбування води та абсорбування жирів.

Попередній рівень техніки щодо видалення ендогенних олій та ліпідів з вихідної сировини рослинних білків, таких як насіння олійних культур, звичайно передбачає використання низькокиплячих органічних розчинників, таких як бутан або гексан. Залишки таких розчинників у багатій білками фракції вихідної сировини рослинних білків, доводиться згодом видаляти шляхом використання нагрівання на спеціально розробленій стадії, яку інколи називають видалення розчинників – обжарювання, протягом якої для видалення розчинника використовуються високі температури та пара. На жаль, такі жорсткі умови можуть значно обмежувати подальшу здатність до екстрагування та впливати на функціональні властивості білків. Іншими словами, широко застосовувані способи екстракції ліпідів/олій призводять до отримання ненативних білків, що мають низьку цінність для харчової промисловості.

Дія гексану та стадії видалення розчинників-обжарювання на вихідну сировину рослинних білків, таку як насіння олійних культур, призводить до необоротних взаємодій білків, наявних у вихідній сировині, з антипоживними факторами, такими як фенольні сполуки та фітати. Ці взаємодії ускладнюють видалення цих антипоживних факторів у подальшому процесі виділення білків.

Наявність жиру у вихідній сировині рослинного білка створює колосальну проблему для технологічного процесу, оскільки загальноприйняті технології, описані на попередньому рівні техніки, не забезпечують ефективного способу для відділення жиру від білкових компонентів вихідної сировини без погіршення функціональних властивостей білків.

Якщо застосовують загальноприйняті технології екстракції білків, такі як інтенсивне перемішування та струшування вихідної сировини з розчинником для екстракції у посудині з перемішуванням, то разом з оліями та ліпідами, як правило, екстрагуються білки. При вивільненні з вихідної сировини під час процесу екстракції олії та ліпіди утворюють емульсії, що стабілізовані білками, присутніми у вихідній сировині. Застосування технологій, описаних на попередньому рівні техніки, для виділення білків, таких як технології, що використовують для переробки соєвого шроту, призводить до концентрування жиру разом з білком.

Жир, присутній в ізоляті, суттєво погіршує функціональні властивості білка, оскільки жир також може призводити до виникнення гіркості та інших пов'язаних з жирами проблем, включаючи погану розчинність, злипання, а також знебарвлення.

У заявці на патент US 005844086A запропоновано концепт способу виділення білків з макухи каноли, що має вміст жиру до 10 %, за яким спосіб включає такі стадії як: екстракція білків з макухи каноли у сольовому розчині, пресування, центрифугування, тонка фільтрація, ультрафільтрація, поєднана з розведенням та охолодженням рідин проміжних процесів для

видалення жирового шару декантацією. Хоча такий спосіб потенційно може застосовуватися до видів макухи, які не обробляли гексаном, через багатостадійність способу він не забезпечує рішення, що може бути легко впроваджено у промислового масштабі способу. Також варто уваги те, що спосіб Мюрея передбачає використання традиційних технологій екстракції, таким чином включаючи стадію екстракції з використанням органічного розчинника та включаючи стадію видалення розчинників-обжарювання.

В WO 2013/013949 запропоновано спосіб виділення білків з макухи, що включає стадії: екстракцію білків з водного розчину, концентрування та додавання водорозчинного органічного розчинника для отримання осаду білка. Екстракція білків виконується отриманням суспензії з вихідної сировини рослинних білків у воді та перемішуванням суспензії. Застосовуване до вихідної сировини білка напруження зсуву шляхом перемішування індукує вивільнення ліпідів з вихідної сировини та утворення стійкої емульсії жирів та білків, яку складно відділити від екстракту на наступних стадіях способу. Цей феномен буде особливо сильно вираженим під час застосування загальноприйнятої методики екстракції у посудині з перемішуванням у промислового масштабі, як відомо на попередньому рівні техніки, швидкості зсуву у великомасштабній посудині з перемішуванням досягають рівнів 100-1000 за секунду [Camperi A., et al., 2008; Carta G, Jungbauer, 2010].

В WO 2014/147068 запропоновано спосіб виділення білків з макухи, який включає стадії застосування гравітації до шроту насіння олійних культур, що призводить до екстракції в системі тверда речовина-рідината необов'язково включає збирання отриманого проміжного водного розчину білків. Багатокомпонентна система для виділення білкової фракції згідно зі способом WO 2014/147068 включає 4 насосні модулі та два контейнера. Під час процесу виділення білків застосовують відносно великі об'єми водного розчину.

Усі наявні на сьогодні способи та пристрої мають один або більше недоліків, які наведені як приклади вище. В окремих загальноприйнятих способах нативна конформація білків не зберігається, коли рослинну вихідну сировину піддають процесу екстракції білків. Пристрої для отримання білкового екстракту з рослинних джерел важко масштабувати або, в окремих випадках, їх доводиться використовувати у лабораторних умовах, що потребує численних компонентів та великих об'ємів розчинника. Таким чином у цій галузі техніки потрібен спосіб, який можна масштабувати, та прийнятний пристрій для такого способу, який можна масштабувати, для приготування з рослинних джерел, таких як насіння олійних культур, білкового екстракту, який містить білок у нативній конформації. Цей спосіб повинен забезпечувати помірні м'які умови, що зберігають нативну конформацію білка, наприклад, в інтактному сировинному матеріалі з насіння олійних культур. Ідеально, щоб у даному процесі використовувалося менше розчинника, та ідеально, щоб пристрій містив обмежену кількість компонентів, тобто резервуарів, насосів тощо.

Суть винаходу

Перший аспект винаходу відноситься до способу приготування білкового екстракту зі шроту або макухи насіння олійних культур, причому спосіб включає стадії, в яких:

а) підготовлюють у контейнері суміш водного розчину та подрібненого шроту або макухи насіння олійних культур, причому подрібнені частинки мають середній розмір (d32) менше 1000 мкм, переважно між 50 мкм та 500 мкм;

б) створюють псевдозріджений шар з частинок подрібненого шроту або макухи насіння олійних культур у контейнері за допомогою засобу для створення потоку, встановленого у контейнері, та забезпечення можливості щонайменше частині білків, наявних у подрібненому шроті або макусі, розчинятися у водному розчині;

с) відділяють в умовах псевдозрідженого шару щонайменше частину розчиненого білка із суміші за допомогою засобу для фільтрування, встановленого у контейнері, таким чином, щоб отримати білковий екстракт.

В цьому винаході представлено покращений спосіб м'якої неденатуруючої екстракції та виділення білка з рослинних джерел, таких як насіння олійних культур, в якому вихідна сировина, з якої екстрагують білки, може містити значні кількості ендогенних олій та ліпідів. Метою способу є екстрагування нативних білків, призначених на споживання людиною, тобто нативних та їстівних білків. Тому спосіб за цим винаходом зберігає функціональні властивості нативного білка, а також у способі за цим винаходом уникають стадії з умовами, які пошкоджують нативну конформацію білка у білковому екстракті, такі як висока температура вище 50 °C, екстремальні значення pH, нижче 4 та вище 10, та використання денатуруючих білки сполук та розчинів. Одним призначенням винаходу є отримання водного екстракту білків з низьким вмістом жиру та ліпідів з білками в екстракті, що мають нативну конформацію. Другий

аспект винаходу відноситься до білкового екстракту, який може бути отриманим за допомогою способу у відповідності з цим винаходом.

Третій аспект винаходу відноситься до пристрою 1 для приготування білкового екстракту 29 зі шроту або макухи насіння олійних культур, причому пристрій містить закритий контейнер 20, 20а, що має нижню частину 20" та верхню частину 20", та при цьому у нижній частині контейнера розташований розподільчий пристрій 32 для водного розчину 31, причому розподільчий пристрій встановлено так щоб створювати потік водного розчину з нижньої частини контейнера до верхньої частини контейнера у першому напрямку, та при цьому контейнер додатково містить щонайменше один фільтруючий модуль 21, розташований над розподільчим пристроєм для водного розчину, причому фільтруючий модуль містить практично плоский фільтрувальний елемент, поверхня якого паралельна першому напрямку та обладнана фільтром з розміром отворів у діапазоні від 4 мкм до 200 мкм, переважно від 4 до 100 мкм, та має вільну площу перетину між 20 % і 50 % і при цьому фільтруючий модуль обладнаний щонайменше одним вихідним патрубком 22 для виходу пермеату фільтруючого модулю.

Детальний опис винаходу

Цей винахід відноситься до способу приготування екстракту з вихідної сировини рослинного походження, такої як шрот або макуха насіння олійних, бобових або зернових культур, що включає стадії, в яких:

а) приготують у контейнері суміш подрібненої вихідної сировини та води;

б) подають воду до основи контейнера за допомогою спеціально розробленої розподільчої системи потоків, таким чином створюючи псевдозріджений (розрихлений) шар вихідної сировини, суспендованої у висхідному фонтануючому потоці води;

с) підтримують безперервність потоку води, доки сировина у контейнері сама розподілиться на окремі фракції у відповідності зі своїм розміром та густиною, при цьому розподіл сировини відображає рівновагу сил, які переважають у системі, за рахунок чого найбільш крупна та щільна фракція розташовується в нижньому шарі, а легка фракція, збагачена оліями та ліпідами, у верхньому шарі;

д) видаляють екстракт, що містить розчинені білки, з контейнера за допомогою фільтруючого пристрою, зануреного у шар, сформований вихідною сировиною.

Фільтруючий пристрій розділяє (нерозчинні) залишки вихідної сировини, такі як жир (олія), ліпіди, лузга, від екстракту, що містить розчинені білки. Ліпідна фаза, зв'язана із залишковими твердими речовинами, зазвичай у значній мірі залишається у контейнері (ретентат), а екстракт, зібраний на стороні для фільтрату фільтруючого пристрою (пермеат), має понижений вміст олії та ліпідів у порівнянні зі співвідношенням ліпідів до білка у вихідній сировині. Іншими словами, білковий екстракт, тобто фільтрат, збагачується білком у порівнянні з сировинним матеріалом у контейнері. Як правило, вміст ліпідів у білковому екстракті, отриманому за допомогою способу за цим винаходом, складає менше 10 мас. % за сухою масою, переважно між 0,5 мас. % та 4 мас. % або менше, тоді як вміст білка у білковому екстракті, отриманому за допомогою способу за цим винаходом, складає щонайменше 35 мас. % за сухою масою, переважно щонайменше 45 мас. % або більше.

Потім білковий екстракт, зібраний на стороні фільтрату (пермеат) переважно піддають стадії концентрування та стадії промивання для видалення розчинних сполук, таких як небілкові сполуки азоту, фенольні смоли, фталати, вуглеводи, глюкозинолати та солі. Ця операція може проводитися із застосуванням прийнятої методики ультрафільтрації (УФ), відомої у цій галузі техніки, з використанням у процесі достатньо "щільної" мембрани для УФ, тобто такої, що має достатньо великі пори для утримання білків на стороні ретентату, тоді як молекули менші за розмір відсікання мембрани можуть проходити крізь мембрану та збираються на стороні пермеату УФ-модуля.

Білковий концентрат, отриманий після стадії УФ з білкового екстракту, переважно успішно переробляється на додатковій стадії, що включає розділення на білкові фракції із застосуванням будь-якої з методик, прийнятих для фракціонування білків згідно схеми Осборна, відомої у даній галузі техніки, як описано у прикладі в [Owusu-apenten R., 2004].

Для білків насіння ріпака дві основні білкові фракції представляють альбуміни-напіни, розчинні у воді, та глобуліни-круциферини, розчинні у сольових розчинах. Як напіни, так і круциферини нерозчинні у 70 % об. етанолу.

Фахівець у цій галузі техніки знає, що зменшення іонної сили білкового концентрату, отриманого після УФ, що містить нативні напіни та круциферини, викликає осадження фракції глобулінів, при цьому в основному залишаючи фракцію альбумінів у розчині. Фахівець у цій галузі техніки знає, що додавання водорозчинного розчинника, такого як, наприклад етанол, до концентрації приблизно 70 % об., як зазначено в схемі Осборна, буде осаджувати альбуміни та

глобуліни, при цьому залишаючи у розчині проламіни (тобто білки, розчинні у 70 % об. етанолі). І напіни і круциферини не належать до класу проламінів, вони будуть осаджуватися при додаванні етанолу до водного розчину, що містить ці білкові фракції.

Для видалення води або розчинників, що використовуються у способі, білки виділяють з розчинів прийнятними методиками, відомими у цій галузі техніки. Білкові осади та водні білкові концентрати висушують сушкою розпилюванням, вакуумною сушкою, ліофілізацією, відомими у цій галузі техніки.

Таким чином, перший аспект винаходу відноситься до способу приготування білкового екстракту зі шроту або макухи насіння олійних культур, причому спосіб включає стадії, в яких:

а) підготовлюють у контейнері суміш водного розчину та подрібненого шроту або макухи насіння олійних культур, при якій подрібнені частинки мають середній розмір (d32) менше 1000 мкм, переважно між 50 мкм та 500 мкм;

б) створюють псевдозріджений шар з частинок подрібненого шроту або макухи насіння олійних культур у контейнері за допомогою засобу для створення потоку, встановленого у контейнері, та забезпечення можливості щонайменше частині білків, наявних у подрібненому шроті або макусі, розчинятися у водному розчині;

с) відділяють в умовах псевдозрідженого шару щонайменше частину розчиненого білка із суміші за допомогою засобу для фільтрування, встановленого у контейнері, таким чином, щоб отримати білковий екстракт.

Необов'язково у способі у відповідності з цим винаходом подрібнені частинки мають середній розмір (d32) між 800 мкм та 1000 мкм.

В однаковій мірі бажано у способі у відповідності з цим винаходом, щоб подрібнені частинки мали середній розмір (d32) менше 200 мкм.

Фахівець у цій галузі техніки зрозуміє, що подрібнення вихідної сировини до меншого розміру може бути корисним для масопереносу та екстракції білків із вихідної сировини. Аналогічне обґрунтування застосовується для вивільнення ліпідів, наприклад, тригліцеридів та фосфоліпідів, що присутні у вихідній сировині. Тому частина винаходу стосується оптимізації умов розмелювання (подрібнення) таким способом, щоб досягти підходящого виходу екстракції щодо білків, при цьому уникаючи надмірного руйнування олійних тілець, що містять ліпіди, оскільки олійні тілця є звичайною частиною вихідної сировини (як насіння ріпака). Винахідники виявили, що проведення способу екстракції у відповідності з цим винаходом з сировиною, подрібненою до діапазону розмірів 0-200 мкм, призводить до покращеної екстракції білків, але за рахунок відносно збільшеного вивільнення ліпідів до неочищеного екстракту. Переробка аналогічної рослинної вихідної сировини (макухи із насіння ріпака), подрібненої до іншого діапазону розмірів (800-1000 мкм), в аналогічних умовах способу також призводить до ефективної екстракції білків, але у той же час з набагато покращеним утриманням ліпідів на стороні ретентату.

Частина винаходу полягає у тому, що будь-яка подрібнена рослинна вихідна сировина є придатною для застосування у способі за цим винаходом, коли, зокрема, спосіб застосовується до розміру (діапазону) частинок, які не викликають засмічення фільтра фільтруючого модуля. Ілюструючими експериментами з подрібненим шротом насіння олійних культур, що має розподіли розмірів частинок у наведених вище діапазонах, показано отримання білкового екстракту у відповідності з цим винаходом без засмічення фільтра. Щодо переважних аспектів цього винаходу, що стосуються застосовних розмірів частинок, див. приклади, наведені нижче.

Винахідники виявили, що більшість джерел шроту насіння олійних культур у воді можуть застосовуватися як водний розчин для способу за цим винаходом. В якості водного розчину у способі за цим винаходом переважним також є розчин NaCl, наприклад 0,1 М, або навіть до 2 мас. %. Для способу за цим винаходом також переважними є псевдозріджений шар, що складається з водного розчину води та органічного розчинника.

Переважно у способі у відповідності з цим винаходом водний розчин, таким чином, вибирають з води або суміші води та менше 20 % за об'ємом водорозчинного органічного розчинника, вибраного зі спиртів та кетонів, переважно етанолу або ацетону, або їх сумішей.

Якщо потрібно, до водного розчину у способі за цим винаходом можуть додаватися консерванти. Фактично, спосіб за цим винаходом може бути у рівній мірі застосований, якщо водний розчин додатково містить неорганічну сіль та/або консервант. Вимоги до безпеки стосовно їстівності білкового екстракту, який можна отримувати у процесі за цим винаходом, обмежують вибір прийнятної неорганічної солі або консерванту. Як правило, в якості неорганічної солі вибирають NaCl у водних розчинах у відповідності з цим винаходом.

У процесі у відповідності з цим винаходом водний розчин необов'язково додатково містить щонайменше одну добавку, вибрану з неорганічної солі, консерванту, такого як аскорбінова

кислота, або їх сумішей. Зокрема, переважною неорганічною сіллю є NaCl, переважно водний розчин, що є близько 2 мас. % розчином NaCl.

Загалом, білки рослинного походження, наприклад білки в насінні олійних культур, мають стійку нативну конформацію у середовищі з рН у діапазоні від 4 до 10. Як правило, екстраговані, наприклад з насіння олійних культур, білки зберігають нативну конформацію у розчині з рН від близько 6,5 до 7,5, переважно приблизно 7.

Відповідно, у способі у відповідності з цим винаходом значення рН водного розчину переважно знаходиться у діапазоні між 4 та 10, переважно між 6 та 8, переважніше між 6,5 та 7,5, найбільш переважно близько 7.

У розділі прикладів результати екстракцій згідно способу за цим винаходом наведені для насіння ріпака, соняшнику та соєвих бобів. Спосіб за цим винаходом в однаковій мірі прийнятний для будь-яких рослинних матеріалів, що містять білки, якщо вони представлені у формі частинок та якщо придатні для використання у псевдозрідженному шарі. Спосіб за цим винаходом зокрема придатний для рослинної сировини, що отримана з насіння олійних культур.

Переважно у способі у відповідності з цим винаходом подрібнений шрот або макуха, отримані з сої, насіння ріпака, соняшнику, льону, ліноли, кокосового горіху, шроту насіння гірчиці, насіння бавовни, зерна, пшениці, жита, вівсу, рису, рисових висівок або бобових, таких як горох або кінські боби. Звичайно у цьому способі за цим винаходом в однаковій мірі можуть бути застосовні інші джерела макухи олійних культур.

Винахідники знайшли спосіб отримання білкового екстракту, що містить білок рослинного походження, який має свою нативну конформацію, придатний для застосування у харчовій переробній технології. Оскільки фахівець у цій галузі техніки обізнаний у тому, що денатуруючі впливи на білки звичайних способів екстракції олії з насіння олійних культур, тобто способи, в яких насіння олійних культур піддають, наприклад, екстракції з гексаном та/або обжарюванню, то у способі за цим винаходом застосовують переважно подрібнене насіння олійних культур, яке не піддавали дії цих жорстких стадій екстракції олій.

Таким чином, особливо важливим елементом способу у відповідності з цим винаходом є те, що подрібнений шрот або макуха отримані шляхом холодного пресування.

Таким чином, у способі у відповідності з цим винаходом особливо важливим елементом є те, що подрібнений шрот або макуху не обробляли гексаном.

Розчинність нативних білків у білкових екстрактах, які можна отримати за допомогою способу за цим винаходом, до певної міри визначається іонною силою водного розчину, застосованого під час екстракції. Винахідники отримали високостабільний екстракт з нативною конформацією, що зберігається тривалий час, коли водний розчин під час екстракції має іонну силу від 0,05 до 0,6. Наприклад (див. нижче у прикладах переважні варіанти реалізації винаходу), гарні результати отримані з розчином NaCl у концентрації 0,1 М або 2 мас. %.

Переважно, у способі у відповідності з цим винаходом іонна сила водного розчину складає від 0,05 до 0,6 одиниць, виражених у молярних одиницях, тобто як загальна кількість молів розчинених речовин на кг води, переважніше від 0,3 до 0,4. Найбільш переважно іонна сила водного розчину складає близько 0,34. Водний розчин 2 мас. % NaCl має іонну силу близько 0,34.

Стабільність білків з нативним згортанням, таких як білки у білковому екстракті, отримані згідно способу у відповідності з цим винаходом, частково визначається температурою водного розчину, що містить розчинений білок. У способі за цим винаходом білковий екстракт з нативною конформацією, як правило, отримували при використанні водного розчину при температурі оточуючого середовища або нижчою. У залежності від джерела рослинної сировини в однаковій мірі прийнятні більш високі температури, оскільки у білковому екстракті зберігається нативна конформація білка. Звичайно нативна конформація такого білка, отриманого способом за цим винаходом, легко оцінюється із застосуванням стандартних аналітичних методів, відомих фахівцю у цій галузі білкової біохімії. Таким чином, легко визначити прийнятну, наприклад, оптимальну температуру для способу за цим винаходом з точки зору збереження нативної конформації білка.

Спосіб у відповідності з цим винаходом, переважно проходить у стадії b) та c) при температурі нижче 50 °C, переважніше від 5 °C до 30 °C, навіть переважніше від 10 °C до 25 °C, найбільш переважно від 12 °C до 16 °C.

Харчова промисловість передбачає швидкий спосіб з можливістю масштабування для виділення нативно згорнутих білків з рослинних джерел. У цьому винаході не лише представлений такий швидкий спосіб з можливістю масштабування, та, навіть більше цього, спосіб за цим винаходом забезпечує отримання білкового екстракту, який збагачений білком по відношенню, наприклад, до неїстівних компонентів, що присутні у рослинній вихідній сировині,

та жиру або олії. Таким чином, у способі за цим винаходом представлений білковий екстракт, який збагачений білком.

5 Переважним є спосіб у відповідності з цим винаходом, у якому на стадії с) білок вибірково відділяють в умовах псевдозрідженого шару за допомогою вибраної швидкості зсуву та вибраної середньої поверхневої швидкості потоку водного розчину від засобу для створення потоку, так, щоб отримати збагачений білком екстракт.

10 Важливим аспектом способу за цим винаходом є використання низьких швидкостей зсуву, що застосовують по відношенню до тангенційно направленої водного розчину, який містить солюбілізовані білки з рослинної вихідної сировини, та фільтра фільтруючого модуля у способі за цим винаходом. У способі за цим винаходом застосування лише низьких швидкостей зсуву до розчину, що містить білок, у значній мірі сприяє збереженню нативної конформації білка.

Таким чином, також переважним є спосіб у відповідності з цим винаходом, у якому стадія с) розділення за допомогою засобів для фільтрації проходить при низькій швидкості зсуву нижче 20 за секунду, переважніше між 1 та 10 за секунду, найбільш переважно близько 10 за секунду.

15 Важливо, що стадії процесів денатурації білків, під якими мають на увазі, наприклад, перемішування, струшування тощо, повністю виключені зі способу за цим винаходом, що додатково сприяє збереженню нативної конформації білка у білковому екстракті у відповідності з цим винаходом. Уникання перемішування, струшування тощо, також у значній мірі запобігає вивільненню краплин олії (ліпідів, жиру) з твердих частинок у водний розчин. Що є, зокрема, корисним для об'єднання вільного потоку солюбілізованого білка крізь фільтр (запобігаючи його засміченню) та, зокрема, корисним для отримання додаткового збагачення білком у білковому екстракті (шляхом запобігання проникнення краплин олії до пермеату).

20 Як було вказано, спосіб у відповідності з цим винаходом придатний для екстрагування білків фактично з будь-яких рослинних джерел, за умови відповідності наведеним вище технічним вимогам. У даний час спосіб зокрема придатний для екстрагування білків з рослинної сировини, яка багата на ліпіди, така як насіння олійних культур.

Таким чином переважно у способі у відповідності з цим винаходом частинки подрібненого шроту або макухи містять за масою більше 5 % ліпідів.

30 Як було вказано, у способі за цим винаходом представлений білковий екстракт, який переважно збагачений за вмістом білка. Звичайно вміст білка необробленої початкової рослинної сировини впливає на вихід та ступінь збагачення білкового екстракту, що отримують.

Таким чином, переважним є спосіб у відповідності з цим винаходом, у якому частинки подрібненого шроту або макухи містять за масою між 5 та 60 % білка, переважніше за масою між 10 та 40 % білка.

35 Особливо важливим елементом способу у відповідності з цим винаходом є те, що до білків, які розчиняються у водному розчині з частинок насіння олійних культур, застосовується низьке напруження зсуву. Таке низьке напруження зсуву застосовують до водного розчину, наприклад, шляхом висхідного потоку, який створюють за допомогою засобу для створення потоку, розташованого у нижній частині контейнера. Додаткова перевага такого висхідного потоку водного розчину полягає у забезпеченні градієнту частинок подрібненого шроту або макухи стосовно маси та/або густини таких частинок. Як правило, біля нижньої сторони контейнера будуть залишатися частинки з відносно більшою масою або густиною, тоді як більш легкі частинки будуть розподілятися вздовж подовжного напрямку контейнера у напрямку протікання водного розчину.

45 Як правило, також корегування середньої поверхневої швидкості водних розчинів у даний момент дозволяє отримувати краплини олії, що потрапляють у верхній кінець контейнера, тоді як більш важкі частинки, такі як лузга, будуть залишатися біля нижньої сторони контейнера. Паралельно потік обирається в межах діапазону, який запобігає засміченню фільтрів та запобігає проходженню білока на бік пермеату фільтруючого модуля. Звичайно швидкість потоку також точно налаштовується у відповідності з розміром отворів у фільтруючому модулі. У даний час з'ясовано, що у способі за цим винаходом прийнятна середня поверхнева швидкість знаходиться у діапазоні від 0,1 до 10 мм за секунду, а прийнятний розмір отворів знаходиться у діапазоні від 4 до 200 мкм та між 20 % та 50 % вільної площі перетину, переважно фільтр має розмір отворів у діапазоні від 40 до 100 мкм та між 30-40 % вільної площі перетину.

55 У способі у відповідності з цим винаходом переважно засіб для створення потоку для утворення псевдозрідженого шару частинок подрібненого шроту або макухи розташовують у нижній частині контейнера так, щоб утворювався висхідний потік водного розчину, який створює псевдозріджений шар частинок.

Переважно у способі у відповідності з цим винаходом потік водного розчину із засобу для створення потоку має середню поверхневу швидкість від 0,1 до 10 мм за секунду, переважніше від 0,5 до 5 мм за секунду.

5 Переважно, у способі у відповідності з цим винаходом засіб для фільтрації містить фільтр, що має розмір отворів у діапазоні від 4 до 200 мкм та між 20 % та 50 % вільної площі перетину, переважніше фільтр має розмір отворів у діапазоні від 10 до 100 мкм та між 30-40 % вільної площі перетину, найбільш переважно фільтр має розмір отворів у діапазоні від 40 до 100 мкм та між 30-40 % вільної площі перетину.

10 Схильність білка втрачати свою нативну конформацію звичайно більш виражена при наявності гідрофобної поверхні, ніж при наявності гідрофільної поверхні. Тому у способі у відповідності з цим винаходом засіб для фільтрації переважно містить фільтр, виготовлений з гідрофільного матеріалу.

15 У цій галузі техніки відомі гідрофільні поверхні, які застосовуються для виділення білків та у біології очищення. Типові поверхні, які дозволяють підтримувати нативну білкову структуру, це, наприклад, нержавіюча сталь, тефлон та пластмаси, широко застосовні у технологіях хроматографії білків.

Переважно, у способі у відповідності з цим винаходом фільтр, зроблений з гідрофільного матеріалу, виготовлений із нержавіючої сталі.

20 Для того, щоб забезпечити оптимальні умови з низькою швидкістю зсуву під час екстракції білка з подрібнених рослинних частинок, винахідники знайшли, що, зокрема, належним є забезпечення тангенціального розташування засобу для фільтрації до потоку водного розчину. Було виявлено, що нативне згортання оптимально зберігається при застосуванні низьких швидкостей зсуву, які можна досягти при такому упорядкуванні засобу для фільтрації та тангенціального потоку у відповідності з цим винаходом.

25 У способі у відповідності з цим винаходом використовують засіб для фільтрації, який переважно розташований тангенціально до потоку водного розчину, утвореного засобом для створення потоку.

У прикладах нижче показані переважні варіанти реалізації винаходу, що забезпечують отримання білкового екстракту з 10 % жиру за сухою масою або менше. Краплини олії (що містять ліпіди, жир) у середньому мають діаметр близько 10 мкм. Винахідники виявили, що більшість краплин олії у білковому екстракті видаляється при піддаванні білкового екстракту пермеату стадії центрифугування та/або другій стадії фільтрації з використанням засобу для фільтрації, що містить фільтр з розміром отворів менше 10 мкм, переважніше близько 4 мкм, найбільш переважно близько 1 мкм.

35 Таким чином, переважно спосіб додатково включає стадію d), на якій білковий екстракт піддають стадії центрифугування та/або другій стадії фільтрації з використанням засобу для фільтрації, що містить фільтр з розміром отворів менше 10 мкм, переважніше близько 4 мкм, найбільш переважно близько 1 мкм так, що у способі у відповідності з цим винаходом щонайменше частина ліпідної фракції у білковому екстракті видаляється з даного білкового екстракту.

40 Білковий екстракт у відповідності з цим винаходом переважно піддають додатковим стадіям очистки або безпосередньо, або після стадії видалення олії, як відмічено вище. Переважно білковий екстракт піддають стадії осадження білка, що включає додавання розчинника, такого як невелика кількість органічного розчинника, переважно сумісного з використанням білка у харчовій промисловості. Прийнятні розчинники, наприклад, представляють собою метанол, етанол та ацетон, зокрема, з перевагою етанолу. Як правило, розчинник додають до білкового екстракту до кінцевої концентрації 70 об. % або більше у відповідності з цим винаходом, наприклад до 70-95 об. %.

50 Спосіб у відповідності з цим винаходом переважно додатково включає стадію d) (на якій білковий екстракт не піддають стадії центрифугування та/або другій стадії фільтрації), або додатково включає стадію e) (на якій білковий екстракт піддають стадії центрифугування та/або другій стадії фільтрації), при цьому до білкового екстракту додають метанол, етанол або ацетон так, щоб утворювався білковий осад; та додаткову стадію, на якій білковий осад відділяють від рідкої фракції.

55 Переважно у способі у відповідності з цим винаходом органічний розчинник, що додають до білкового екстракту для осадження білка з білкового екстракту, є етанолом.

60 Для застосування для харчових продуктів осаджений білок, отриманий при додаванні розчинника, як описано вище, переважно далі висушують застосовуючи будь-який прийнятний спосіб висушування білка, відомий у цій галузі техніки, для збереження нативної форми згортання білка.

У способі у відповідності з цим винаходом, таким чином, на додатковій стадії білковий осад висушують після того, як білковий осад відділяють від рідкої фракції.

Осадження білка при додаванні розчинника, наприклад, етанолу, полегшується відносно високою концентрацією білка. Тому частиною способу за цим винаходом є початкове піддавання білкового екстракту стадії концентрування білка, відомій у цій галузі техніки, перед осадженням білка при додаванні розчинника до білкового концентрату. Переважно білковий екстракт також додатково очищують у відповідності з цим винаходом шляхом видалення низькомолекулярних забруднюючих речовин. Прийнятним та зручним шляхом для концентрування та супутнього очищення білка у білковому екстракті у відповідності з цим винаходом є застосування діалізації.

Таким чином, переважно у способі у відповідності з цим винаходом перед будь-якою подальшою стадією білковий екстракт, отриманий на стадії с) піддають діалізації, переважно з використанням ультрафільтрації.

Важливим досягненням способу за цим винаходом є те, що білковий екстракт можна отримувати протягом проміжку часу 4 години, переважно у межах від 10 хвилин до 200 хвилин. Винахідники виявили, що для більшості застосувань, білковий екстракт з оптимальним виходом білка з одночасним підтриманням ліпідів на найбільш низькому можливому рівні отримують при застосуванні способу за цим винаходом протягом від близько 20 хвилин до близько 120 хвилин, найчастіше протягом близько 60 хвилин. Іншими словами, вихід білка з білкового екстракту становить більше 30 % за сухою масою, тоді як вихід жиру становить менше 6 % за сухою масою, найчастіше менше 3 % за сухою масою. Як вказано раніше, вміст жиру зручно додатково знижувати при застосуванні подальшої стадії центрифугування та/або додаткової стадії фільтрації з використанням фільтра з порами 10 мкм або менше.

У процесі у відповідності з цим винаходом на стадії с) переважно щонайменше частину розчиненого білка відділяють протягом від 10 хвилин до 200 хвилин, переважно протягом від 20 хвилин до 120 хвилин, переважніше протягом близько 60 хвилин.

Таким чином, переважно у способі у відповідності з цим винаходом отримується білковий екстракт на стадії с), на якій вміст ліпідів білкового екстракту складає менше 10 мас. % за сухою масою, переважно менше 6 мас. % за сухою масою, переважніше від 0,5 мас. % до 4 мас. % за сухою масою, та при чому на стадії с) вміст білка білкового екстракту складає щонайменше 30 мас. % за сухою масою, переважно щонайменше 35 мас. % за сухою масою, переважніше щонайменше 40 мас. % за сухою масою, найбільш переважно щонайменше 45 мас. % за сухою масою.

Винахідники не лише винайшли зручний процес, що можна масштабувати, для отримання білкового екстракту, наприклад, з джерела з макухи або шроту насіння олійних культур, зі збереженням конформації білка у нативному стані, але також виявили, що білковий концентрат також придатний для застосування у харчовій промисловості у відповідності з цим винаходом.

Таким чином, другий аспект винаходу полягає у можливості отримання білкового екстракту за допомогою способу у відповідності з цим винаходом.

Переважно вміст ліпідів білкового екстракту у відповідності з цим винаходом складає менше 10 мас. % за сухою масою, переважно менше 6 мас. % за сухою масою, переважніше від 0,5 мас. % до 4 мас. % за сухою масою.

Як було вказано, вміст ліпідів білкового екстракту за цим винаходом легко додатково знизити при застосуванні додаткової фільтрації або центрифугування.

Білковий екстракт з низьким вмістом жиру є однією з кількох переваг способу за цим винаходом та білкового екстракту за цим винаходом. Завдяки низькому вмісту жирів білковий екстракт за цим винаходом збагачений білком. Як правило, вміст білка білкового екстракту складає щонайменше 35 мас. % у відповідності з цим винаходом. Див. типові варіанти реалізації за цим винаходом у наведених нижче прикладах.

Переважно вміст білка білкового екстракту за цим винаходом складає щонайменше 30 мас. % за сухою масою, переважно щонайменше 35 мас. % за сухою масою, переважніше щонайменше 40 мас. % за сухою масою, найбільш переважно щонайменше 45 мас. % за сухою масою. Переважно вміст білка білкового екстракту за цим винаходом складає щонайменше 50 мас. %.

Таким чином, переважно представлений білковий екстракт у відповідності з цим винаходом, у якому вміст ліпідів білкового екстракту складає менше 10 мас. % за сухою масою, переважніше менше 6 мас. % за сухою масою, найбільш переважно від 0,5 мас. % до 4 мас. % за сухою масою, та при чому вміст білка білкового екстракту складає щонайменше 30 мас. % за сухою масою, переважно щонайменше 35 мас. % за сухою масою, переважніше щонайменше 40 мас. % за сухою масою, найбільш переважно щонайменше 45 мас. % за сухою масою.

Спосіб за цим винаходом зокрема придатний для отримання білкових екстрактів, що містять білок, який є цінним для харчової промисловості. Коли рослинною вихідною сировиною, наприклад, є сировина з насіння олійних культур, така як макуха або шрот, яку не піддавали денатуруючим білок умовам, то білок, який можна отримувати за допомогою способу за цим винаходом, є їстівним білком.

Таким чином, білковий екстракт у відповідності з цим винаходом переважно містить їстівний білок.

Винахідники також представляють пристрій, придатний для застосування у способі за цим винаходом, для отримання білкового екстракту у відповідності з цим винаходом.

Третій аспект винаходу відноситься до пристрою 1 для приготування білкового екстракту зі шроту або макухи насіння олійних культур, причому пристрій містить закритий контейнер, що має нижню частину та верхню частину, та при цьому в нижній частині контейнера розташований розподільчий пристрій для водного розчину, причому розподільчий пристрій встановлено так, щоб створювати потік водного розчину з нижньої частини контейнера до верхньої частини контейнера у першому напрямку, та при цьому контейнер додатково містить щонайменше один фільтруючий модуль, розташований над розподільчим пристроєм для водного розчину, причому фільтруючий модуль містить практично плаский фільтрувальний елемент, поверхня якого паралельна першому напрямку та обладнана фільтром з розміром отворів у діапазоні від 4 мкм до 200 мкм, переважно від 4 до 100 мкм та вільною площею перетину між 20 % і 50 % та при цьому фільтруючий модуль забезпечується щонайменше одним вихідним патрубком для виходу пермеату фільтруючого модуля.

Переважні варіанти реалізації пристрою за цим винаходом наведені на Фіг. 1.

Переважно, фільтр пристрою у відповідності з цим винаходом є дротяним ситом.

Вихідники виявили, що оптимальне збагачення білка по відношенню до низького виходу жирів у пермеаті досягалось при застосуванні фільтрів з розміром отворів у діапазоні від 1 до 200 мкм, переважно від 4 до 100 мкм, переважніше фільтра з отворами від 40 мкм до 100 мкм, найбільш переважно близько 40 мкм або отворів близько 100 мкм. З такими фільтрами краплини олії ефективно видаляються з пермеату, а засмічення фільтра залишається на мінімальному рівні.

Переважно, пристрій у відповідності з цим винаходом має фільтр з розміром отворів у діапазоні від 40 мкм до 100 мкм.

Пристрій за цим винаходом передбачає уникнення будь-якого перемішування для того, щоб до білка, що екстрагується з рослинної вихідної сировини, застосовувався мінімальний стресовий вплив. Частиною даного винаходу також є уникнення засмічення фільтра пристрою у відповідності з цим винаходом. Засмічення вже підтримується на мінімальному рівні шляхом застосування потоку на особливо низькій швидкості зсуву, тобто потоку із середньою поверхневою швидкістю від 0,1 до 10 мм за секунду, у поєднанні з фільтром з розміром отворів, адаптованим до розміру частинок рослинної вихідної сировини. У даний час винахідники встановили, що навіть більш переважним є те, що пристрій за цим винаходом додатково обладнано засобом для вібрації для створення вібрації закритого контейнера та/або вібрації фільтруючого модуля під час екстракції білка. У випадку, коли отвори фільтра засмічуються, частинки, які закупорюють отвори будуть звільнятися вібрацією з їх.

Пристрій у відповідності з цим винаходом переважно обладнаний засобом для вібрації для створення вібрації контейнера та/або фільтруючого модуля так, щоб уникати функціонування фільтра із засміченням та уникати перемішування водного розчину.

Однією з багатьох переваг пристрою за цим винаходом для використання у процесі за цим винаходом є легка та швидка здатність до масштабування. У прикладах наведені варіанти реалізації винаходу для пристроїв-прототипів "ALSEOS" у відповідності з цим винаходом, ці пристрої належним чином функціонують у масштабі 1,6, 1,9 та близько 31 л. У даний час важливою перевагою за цим винаходом є те, що об'єм закритого контейнера легко масштабується до 100 л та більше.

Переважно, таким чином, пристрій у відповідності з цим винаходом має контейнер з об'ємом між 0,1 м³ та 100 м³, переважно між 1 м³ та 20 м³, переважніше між 1 м³ та 10 м³.

Винахідники виявили, що прискіпливий вибір співвідношення між загальною площею фільтрів та об'єму закритого контейнера у пристрої у відповідності з цим винаходом сприяє ефективному накопиченню білка у білковому екстракті, а також сприяє швидкій екстракції, тобто у межах від 20 до 200 хвилин, при цьому зберігаючи об'єм пермеату на мінімальних рівнях. Звичайно, винахідники розробили пристрій за цим винаходом, у якому розмір отворів також адаптовано до оптимальної швидкості, ефективності екстракції, найнижчій швидкості зсуву,

прийнятний для того, щоб не денатурувати структуру білка тощо, разом з указаною оптимально вибраною швидкістю.

Тому пристрій у відповідності з цим винаходом переважно має співвідношення загальної площі фільтрів та об'єму закритого контейнера між 2 м^2 на м^3 та 20 м^2 на м^3 , переважно між 5 м^2 на м^3 та 15 м^2 на м^3 .

Для пристрою у відповідності з цим винаходом передбачається спосіб за цим винаходом таким чином, щоб тангенціальний потік водного розчину мав настільки низьке напруження зсуву на білок, що солюбілізується з частинок, наскільки можливо, при цьому поперечний потік крізь фільтр для того, щоб отримувати пермеат з солюбілізованим білком залишається сприятливим для отримання білкового екстракту у зручний проміжок часу при низькому об'ємі. Для цього винахідники виявили, що вигідним для пристрою за цим винаходом, є переважне застосування фільтруючого модуля, що має внутрішній об'єм від $0,05 \text{ м}^3$ до 10 м^3 .

Таким чином, пристрій за цим винаходом має фільтруючий модуль, який має внутрішній об'єм від $0,05 \text{ м}^3$ до 10 м^3 .

Частиною даного винаходу також є те, що пристрій за цим винаходом містить фільтруючий модуль, який містить один фільтр. Однак, винахідники неочікувано виявили, що пристрій можна легко та швидко масштабувати при розробці фільтруючого модуля, що містить більше 1 фільтра, наприклад, до 200 фільтрів, або 12 фільтрів. Див. у зв'язку з цим також варіанти реалізації даного винаходу, наведені у прикладах та на фігурах. Переважно, фільтруючий модуль за цим винаходом містить кілька фільтрів, орієнтованих паралельно відносно один одного (див. приклад за цим винаходом, Фіг. 1С). Таким чином у пристрої за цим винаходом запропоновані засоби для скорочення часу екстракції шляхом застосування більш ніж одного фільтра при збереженні постійного об'єму закритого контейнера. Таким чином, у пристрої за цим винаходом також запропоновані засоби для збільшення продуктивності пристрою шляхом збільшення об'єму закритого контейнера при одночасному збільшенні кількості фільтрів у фільтруючому модулі.

Переважно пристрій у відповідності з цим винаходом має контейнер, що містить від 2 до 200, переважно 5-100, переважно 10-50 фільтруючих модулів.

Опис графічних матеріалів

Фіг. 1. У прикладах наведений пристрій у відповідності з цим винаходом та частини такого пристрою для способу приготування білкового екстракту у відповідності з цим винаходом. А. Пристрій 1 для приготування білкового екстракту у відповідності з цим винаходом. Пристрій містить закритий контейнер 20, що має нижню частину 20" та верхню частину 20", вхідний патрубок 23, з'єднаний через вихідний патрубок 25 з другим контейнером 24, що містить водний розчин 31, та вказаний закритий контейнер містить фільтруючий модуль 21 із вихідним патрубком 22, розташованим біля верхньої частини закритого контейнера. Вихідний патрубок 22 фільтруючого модуля з'єднаний з насосом 26, причому вказаний насос з'єднаний з вхідним патрубком 27 у поєднанні з третім контейнером 28 для збирання білкового екстракту 29. Закритий контейнер 20 містить суміш водного розчину з подрібненою вихідною сировиною рослинного білка, такою як шрот насіння олійних культур. В. Приклад закритого контейнера 20 пристрою 1 для приготування білкового екстракту у відповідності з цим винаходом. Закритий контейнер має циліндричну форму. Фільтруючий модуль 21 має плоский фільтр та форму прямокутної призми. С. Приклад закритого контейнера 20а, що має форму прямокутної призми. Закритий контейнер містить більше одного фільтруючого модуля, у прикладі 12 фільтруючі модулі позначено номерами 21-1, 21-2,..., 21-12. Поєднані фільтруючі модулі з'єднані з колекторною трубою 47 на кожній стороні біля верхньої частини фільтруючих модулів, кожна колекторна труба має вихідний патрубок 22, як зазначено. Закритий контейнер 20а обладнаний нижньою розподільчою пластиною 32, розташованою на нижній стороні закритого контейнера. D. Крупний план збоку двох фільтруючих модулів 21-1 та 21-2 закритого контейнера 20а (Див. Фіг. 1С.). Зазначений вхідний патрубок 25 нижньої розподільчої пластини 32. Стрілками 40, 41 та 43 показана локальна середня поверхнева швидкість u у вказаних місцях у псевдозрізженому шарі рівна $0,1 \text{ мм}$ за секунду (40), $0,5 \text{ мм}$ за секунду (41), та u_0 рівна 1 мм за секунду (43). Стрілками 40, 41 та 43 і вертикальними стрілками, що починаються з нижньої розподільчої пластини вказаний тангенціальний потік вздовж фільтруючих модулів. Горизонтальні стрілки вздовж фільтрів вказують поперечний потік водного розчину (що містить солюбілізований білок) крізь фільтри. Е. Приклад частини фільтруючого модуля 21, що містить підтримуючий перфорований лист 33 (наприклад, з нержавіючої сталі товщиною 2 мм , отвори з діаметром 2 мм , 23% пропускну перетину), з поверхнею даного листа, покритою з обох сторін шаром сітчастої тканини 34 з дроту. F. Приклад закритого контейнера 20, який містить вхідний патрубок 25 для водного розчину, що додатково містить фільтруючий модуль 21, який містить

вихідний патрубок 22 для збирання білкового екстракту. Стрілки 44, які зменшуються від низу до верху, вказують потік, що зменшується зі сторони А ретентату закритого контейнера. Стрілки 45, які збільшуються від низу до верху, вказують потік, що збільшується зі сторони В пермеату фільтруючого модуля. Горизонтальні стрілки у закритому контейнері біля фільтра, вказують поперечний потік водного розчину, що містить солюбілізований білок, із суміші частинок подрібненого шроту або макухи та водний розчин 30. Вертикальні стрілки у закритому контейнері біля низу вказують тангенціальний потік водного розчину. Стрілка 46 вказує рівень водного розчину у закритому контейнері при функціонуванні, тобто під час умов утворення псевдозрідженого шару. Г. Крупний план фільтруючого модуля 21, що має вихідний патрубок 22 на стороні пермеату, з градієнтом розмірів частинок 30 у водному розчині частинок подрібненого шроту або макухи. Розмір частинок у водному розчині у псевдозрідженому шарі змінюється у діапазоні від більших частинок 30" біля нижньої сторони фільтруючого модуля до найменших частинок 30" біля верхньої сторони фільтруючого модуля. Як правило, краплини олії (жиру, ліпідів), завдяки своїй меншій густині у порівнянні з водним розчином, знаходяться біля верхньої сторони фільтруючого модуля. Фільтруючий модуль являє собою, наприклад, тканину для мікрофільтрації (дротяне сито), що має близько 30 % вільної площі перетину. Зменшений тангенціальний потік 49 водного розчину на стороні ретентату закритого контейнера вказано вертикальними стрілками, які зменшуються від низу до верху. Горизонтальні стрілки 50 вказують поперечний потік водного розчину, що містить солюбілізований білок зі сторони ретентату (R) на сторону пермеату (P) фільтра фільтруючого модуля. Вихідний патрубок 22 фільтруючого модуля з'єднаний з колекторною трубою 47 через затискач 48. Додатково модулі-фільтри переважно з'єднані з колекторною трубою з використанням подібних засобів з'єднання. Для прототипу пристрою ALSEOS за цим винаходом переважно колекторна труба має внутрішній діаметр близько 40 мм. Переважно сторона пермеату фільтруючого модуля практично не містить краплин олії (ліпідів, жиру), іншими словами ліпідна фракція знаходиться на рівні 10 % об./об. та переважно нижче.

Фіг. 2. А. Профіль швидкості потоку пермеату в пристрої ALSEOS 1.0 – експерименти № 1.1-1.4. В. Профіль швидкості потоку пермеату в пристрої ALSEOS 1.0* – експерименти № 1.5-1.11.

Фіг. 3. Фракції, що спостерігали в експерименті № 2.1, з верху до низу в пристрої ALSEOS у відповідності з цим винаходом.

Цей винахід буде додатково проілюстрований за допомогою наступних необмежуваних прикладів.

Приклади

У всіх прикладах сировинний матеріал та зразки неочищеного екстракту (отриманого за допомогою пристрою ALSEOS у відповідності з цим винаходом) та супернатант (отриманий у резервуарі з перемішуванням з використанням загальноприйнятого способу у відповідності з попереднім рівнем техніки) аналізували у відповідності з аналітичними методами, описаними нижче.

Аналітичні методи для аналізу зразків неочищеного екстракту та супернатанту

Вміст білка

Вміст білка визначали методом К'ельдаля у відповідності з офіційним методом AOCS (Американське товариство фахівців у галузі хімії жирів) 991.20 Азот (загальний) молока. Для визначення кількості білка (% (об./об.)) використано коефіцієнт перетворення рівний 6,25.

Вміст сухої речовини

Вміст сухої речовини визначали способом висушування. Контейнер з кришкою, паличку та попередньо зважений пісок (морський пісок, промитий водою, хлористоводневою кислотою та прожарений) 20 г (маси записані до найближчого значення 0,1 г) поміщали у сушильну шафу попередньо нагріту до 105 °C±2 °C та висушували протягом близько 2 годин до постійної маси, яку записували. У цей момент контейнер закривали та переносили до ексикатора, охолоджували до кімнатної температури та зважували (маси записували до найближчого значення 0,001 г). Зважували зразок 2 г ± 0,001 г та поміщали у контейнер. Закривали контейнер та поміщали до сушильної шафи, в якій витримувалася температура 105 °C±2 °C. Кришку контейнера видаляли та висушували протягом 3 год. Після 3 год. висушування контейнер закривали кришкою, переносили до ексикатора та охолоджували до кімнатної температури (час охолодження 30-45 хв). Після проходження цього часу зважували контейнер із висушеним зразком та піском. Вміст сухої речовини X (%) розраховували за формулою:

$$X = \frac{a - b}{c} \times 100 \%$$

Розрахунки:

a - маса контейнера з випробуванням зразком та піском до висушування (г);

b - маса контейнера з випробуванням зразком та піском після висушування (г);

c - маса контейнера з піском (г).

Кінцевий результат є середнім арифметичним щонайменше двох вимірювань, які не відрізняються на більше ніж 0,2 %. Результат округлювали до 0,1.

5 Вміст жиру

Вміст жиру визначали способом Гербера у відповідності з PN-ISO 2446:2010 (Посилання: Молоко - Визначення вмісту жиру - бутирометр Гербера, сторінки 1-18).

Аналітичні способи для аналізу сировинного матеріалу

	Загальний вміст білка	Вміст жиру	Вміст вологи
Макуха насіння ріпака	Такий же спосіб, описаний вище	Спосіб Сокслета, див. нижче	Аналізатор вологи, див. нижче
Макуха соєвих бобів та макуха соняшнику	Спосіб К'ельдаля (Nx 6,25) у відповідності з CLA/PSO/13/2013, версія 3, 19.12.2013 р. з Центральної агро-екологічної лабораторії Університету наук про життя у м. Люблін	Спосіб К'ельдаля (Nx 6,25) у відповідності з CLA/PSO/10/2013, версія 4, 06.08.2013 р. з Центральної агро-екологічної лабораторії Університету наук про життя у м. Люблін	Аналізатор вологи, див. нижче

10

Вміст жиру, спосіб Сокслета

Зразок поміщали в ступку та розтирали товкачем у гомогенну масу. У колбі Ерленмейєра зважували близько 5 г \pm 0,001 г підготовленого зразка. Додавали 45 см³ киплячої дистильованої води. Після перемішування додавали 55 см³ 25 % HCl. Колбу з'єднували з холодильником для відгонки та нагрівали для відгону протягом 15 хвилин. Після проходження цього часу охолоджений відгін промивали 100 см³ киплячої дистильованої води. Вміст колби Ерленмейєра кількісно переносили на фільтрувальний папір. Залишок на фільтрі промивали дистильованою водою при 60 °C та промивали від хлориду (перевірка підкисленням з використанням HNO₃ розчином AgNO₃). Після цього фільтр з його вмістом поміщали на годинникове скельце та висушували. Висушений фільтр переносили до гільзи для екстракції. Стаканчик та фільтрувальний папір переносили до напівавтоматичного приладу Soxtec Avanti 055. Процес екстракції проводили у відповідності з інструкціями до приладу.

Цикл екстракції складається з трьох фаз:

- Перша фаза процесу: попередній нагрів зразка у петролейному ефірі, температура кипіння 40-60 °C, тривалість 15 хвилин.

- Друга фаза процесу: основна екстракція, тривалість 45 хвилин.

- Третя фаза процесу: виділення жиру, тривалість 20 хвилин.

Алюмінієвий контейнер зі зразком висушували у сушильній шафі, нагрітій до температури 100-102 °C протягом 1 год. Після чого контейнер переносили до ексикатора та піддавали охолодженню протягом прибл. 30-45 хвилин. Після проходження цього часу контейнер зі зразком зважували (зважували до найближчого значення 0,0001 г).

Вміст жиру (X) у зразку розраховували у % у відповідності з формулою:

$$X = \frac{a - b}{c} \times 100 \%$$

причому:

a - маса алюмінієвого контейнера зі зразком після висушування (г);

b - маса алюмінієвого контейнера після висушування (г);

c - маса зразка (г).

Кінцевим результатом має бути середнє арифметичне із щонайменше двох X, які повинні відрізнятися не більше ніж на 0,2 %.

Вміст вологи

Поміщали зразок (2 \pm 0,5 г) до аналізатора вологи (RadWag WPS 110S) при температурі 105 °C. Визначали вміст вологи за різницею маси зразка перед та після висушування.

Приклад 1

Приготування білкового екстракту з макухи насіння ріпака за допомогою прототипу ALSEOS 1.0 у відповідності з цим винаходом.

У цьому прикладі процес отримання білкового екстракту за цим винаходом виконували за допомогою прототипу пристрою ALSEOS 1.0 (об'єм колони = 1,57 л або 1,96 л; див. Фіг. 1F), у відповідності з цим винаходом. Фільтрувальний елемент 21 являє собою трубу або трубку з

перфорованої нержавіючої сталі з вільною площею перетину (апертура 50 %) та діаметром отворів 5 мм. Діаметр труби складає 16 мм, а довжина 800 мм. Навколо цієї труби обгорнута фільтрувальна тканина. Фільтрувальна тканина зроблена з дротяного сита з нержавіючої сталі. У прикладах застосовують різні тканини, що мають різні розміри отворів: 4 мкм, 40 мкм та 100 мкм. Апертура (вільна площа перетину) складала близько 30 % для усіх цих видів тканин. Фільтрувальний елемент розташований у колонці (боросилікатне скло) із внутрішнім діаметром 50 мм та з розподільчою пластиною 32.

Використовували дві колонки:

ALSEOS 1.0 ID 50 мм; H=850 мм; Об. = 1,56 л

ALSEOS 1.0* ID 50 мм; H=1000 мм; Об. = 1,97 л.

Принцип дії пристрою полягає в утворенні псевдозрідженого шару з подрібненого матеріалу рослинного походження, з якого виділяється фільтрат (неочищений екстракт) за допомогою фільтруючого модуля, зануреного у суспензію псевдозрідженого шару. Рослинна сировина являла собою макуху насіння ріпака, макуху соєвих бобів та макуху соняшнику. Аналізували вихід білка та вихід жиру.

Процедура

Умови способу зібрані у 1) Завантажували суспензію до колонки, яка була попередньо наповнена водним сольовим розчином на 5 см від низу колонки. Коли колонку попередньо заповнили приблизно на 1/3 об'єму колонки, через розподільчий пристрій на дні колонки починали пропускати потік водного розчину солі.

2) Керували подачею потоку водного розчину солі до пристрою ALSEOS та витіканням пермеату (екстракту) з пристрою ALSEOS за допомогою перистальтичного насосу. Температура у всій системі контролювалася циркуляційним термостатом.

3) Реєстрували тривалість часу екстракції, як зазначено в таблиці 1. З плином часу проводили вимірювання маси для отримання профілю швидкості потоку (Фіг. 2А для об'єму колонки ALSEOS 1,57 л та Фіг. 2В для об'єму колонки ALSEOS 1,96 л).

4) Відбирали зразки неочищеного екстракту та аналізували його на вміст сухої речовини (виражений як % мас./мас.), загальну концентрацію білка (за К'ельдалем Nх 6,25) та концентрацію жиру.

5) В експерименті № 1.11 відбирали додаткові зразки неочищеного екстракту, після відбору 0,5 об'єму колонки (CV) (через близько 30 хв), після 1 CV (через близько 65 хв), після 1,5 CV (через близько 165 хв) та після 2 CV (через близько 199 хв).

Перед завантаженням до пристрою ALSEOS сировинний матеріал подрібнювали у подрібнювачі-змішувачі (Thermomix, Vorwerk) та просіювали для отримання потрібного розподілу розмірів частинок, як зазначено у таблиці 1. Потім попередньо оброблений матеріал обережно змішували з використанням ложки з водним розчином солі (2 % NaCl (мас./мас.), співвідношення рідкої / твердої речовини (L/S) = 4 +/- 2 %), у контейнері протягом періоду менше близько 10 хв. Одночасно коректували рН суспензії для досягнення цільової рН=7,0 (6,8-7,2).

1) Завантажували суспензію до колонки, яка була попередньо наповнена водним сольовим розчином на 5 см від низу колонки. Коли колонку попередньо заповнили приблизно на 1/3 об'єму колонки, через розподільчий пристрій на дні колонки починали пропускати потік водного розчину солі.

2) Керували подачею потоку водного розчину солі до пристрою ALSEOS та витіканням пермеату (екстракту) з пристрою ALSEOS за допомогою перистальтичного насосу. Температура у всій системі контролювалася циркуляційним термостатом.

3) Реєстрували тривалість часу екстракції, як зазначено в таблиці 1. З плином часу проводили вимірювання маси для отримання профілю швидкості потоку (Фіг. 2А для об'єму колонки ALSEOS 1,57 л та Фіг. 2В для об'єму колонки ALSEOS 1,96 л).

4) Відбирали зразки неочищеного екстракту та аналізували його на вміст сухої речовини (виражений як % мас./мас.), загальну концентрацію білка (за К'ельдалем Nх 6,25) та концентрацію жиру.

5) В експерименті № 1.11 відбирали додаткові зразки неочищеного екстракту, після відбору 0,5 об'єму колонки (CV) (через близько 30 хв), після 1 CV (через близько 65 хв), після 1,5 CV (через близько 165 хв) та після 2 CV (через близько 199 хв).

Таблиця 1

Огляд експериментів та відповідні умови процесу і вихідні параметри процесу на прототипах ALSEOS 1.0

№ експерименту	Екс 1.1	Екс 1.2	Екс 1.3	Екс 1.4	Екс 1.5	Екс 1.6	Екс 1.7	Екс 1.8	Екс 1.9	Екс 1.10	Екс 1.11
Сировинний матеріал	Макуха насіння ріпака	Макуха насіння ріпака	Макуха насіння ріпака	Макуха насіння ріпака	Макуха насіння ріпака	Макуха насіння ріпака	Макуха насіння ріпака	Макуха соняшнику	Макуха соєвих бобів	Макуха соєвих бобів	Макуха насіння ріпака
Інформація щодо ALSEOS 1.0											
Тип Alseos	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0*	1.0*	1.0*	1.0*	1.0*	1.0*	1.0*
Об'єм колонки, CV (л)	1,57	1,57	1,57	1,57	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96
Розмір отворів фільтрувальної сітки (Alseos 1.0) (мкм)	100	100	40	40	4	100	100	40	40	40	100
Умови процесу											
Розмір частинок сировинного матеріалу (мкм)	800-1000	0-200	800-1000	0-200	0-200	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 400	< 1000
Концентрація NaCl (% об./об.)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Температура (°C)	15	15	15	15	15	15	22	22	22	22	15
Співвідношення рідина / тверда речовина (L/S)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,5	4
Завантаження сировинного матеріалу (г)	314	314	314	314	393	393	393	393	393	315	393
Кількість водного розчину солі для приготування суспензії (г)	1256	1256	1256	1256	1570	1570	1570	1570	1570	1114	1570
Вихідні параметри процесу											
Час екстракції (хв)	62	63	62	57	24	120	57	60	63	203	199
Кількість зібраного неочищеного екстракту (г)	1570	1570	1571	1570	344	3285	1963	1969	1967	3126	3926

ALSEOS 1.0

Колонка H=800 мм, ID=50 мм, об'єм 1,57 л

ALSEOS 1.0*

Колонка H=1000 мм, ID=50 мм, об'єм 1,96 л

- Експерименти з посудинами з перемішуванням у відповідності з попереднім рівнем техніки.
- 5 Процес, що проводили у пристрої у відповідності з цим винаходом, порівнювали із загальноприйнятим режимом екстракції білка (експерименти 1.12 та 1.13) у посудині з перемішуванням, застосовуючи (інтенсивне або обережне) перемішування частинок, отриманих з рослинного джерела, тобто подрібненої макухи.

Процедура

Умови процесу зібрані у таблиці 2.

1) Макуху насіння ріпака подрібнювали у подрібнювачі-змішувачі (Thermomix, Vorwerk) та просіювали для створення потрібного розподілу розмірів частинок, як зазначено у таблиці 2.

2) В експериментах з екстракції використовували 100 г подрібненої макухи насіння ріпака.

3) Матеріал ресуспендували у 400 г середовища для екстракції (водний розчин солі 2 % мас./мас. розчин NaCl). Температуру середовища для екстракції корегували до температури процесу перед кожним експериментом. Значення pH суспензії корегували до pH 7,0 (діапазон: 6,8-7,2). Екстракцію проводили у скляному реакторі Редлі на 1 л з сорочкою в умовах "інтенсивного перемішування", тобто перемішування якірною мішалкою при 1290 об/хв (експеримент 1.12), у порівнянні з умовами "обережного перемішування", тобто перемішування якірною мішалкою при 5 об/хв лише для суспендування частинок (експеримент 1.13).

4) Тривалість та температуру процесу для кожного експерименту корегували, як показано у таблиці 2.

5) Після екстракції матеріал переносили до пляшок для центрифугування на 500 мл та центрифугували у центрифугі Beckham (SER 90E, тип ротора JA10) протягом 10 хв, при 3000*g.

6) Після центрифугування екстракт обережно декантували, тобто не порушували верхній жировий шар, що утворився у верхній частині пляшки.

7) Проводили вимірювання маси для розрахунків матеріального балансу.

8) Відбирали зразки декантованого супернатанту та аналізували його на вміст сухої речовини у %, загальну концентрацію білка (за К'ельдалем Nx 6,25) та концентрацію жиру.

Таблиця 2

Огляд експериментів та відповідні умови способу і вихідні параметри способу на посудинах з перемішуванням

№ експерименту	Екс. 1.12	Екс. 1.13
Сировинний матеріал	Макуха насіння ріпака	Макуха насіння ріпака
Умови способу		
Об'єм посудини з перемішуванням (л)	1	1
Дані з інтенсивності перемішування	Інтенсивне перемішування, 1290 об/хв	Обережне перемішування, лише умови суспендування, 5 об/хв
Розмір частинок сировинного матеріалу (мкм)	0-200	0-200
Концентрація NaCl (% мас./мас.)	2	2
Температура (°C)	15	15
Час екстракції (хв)	60	60
Співвідношення рідина/тверда речовина (L/S)	4	4
Завантаження сировинного матеріалу (г)	100	100
Кількість водного розчину солі для приготування суспензії (г)	400	400
Вихідні параметри процесу		
Час екстракції (хв)	60	60
Кількість зібраного супернатанту після центрифугування (г)	265	217

* Скляний реактор з сорочкою: Реактор Редлі для лабораторій на 1 л з верхньою мішалкою RS 100 (якір з ПТФЕ)

Результати

У таблиці 3 зібрані властивості сировинного матеріалу, який використовується в експериментах 1.1-1.13. Відмінності способів зібрані у таблиці 4.

Таблиця 3

Дані про сировинний матеріал

№ експерименту	Сировинний матеріал	Джерело	Дані про сировинний матеріал	Суха маса (DW) (%)	Загальний білок (% DW)	Жир (% DW)
Екс. 1.1 - Екс. 1.7, Екс. 1.12	Макуха насіння ріпака	Підпр. з переробки сільгосп. харч. прод. Rutkowski	Темп. процесу при виробництві олії, макс. 73 °C	91	31	17
Екс. 1.8	Макуха соняшнику	Підприємство з продажу сільгосп. прод.	Темп. процесу при виробництві олії, > 100 °C	93	51	7
Екс. 1.9, Екс. 1.10	Макуха сої	Підприємство з продажу сільгосп. прод.	Темп. процесу при виробництві олії, > 100 °C	94	26	14
Екс. 13	Макуха насіння ріпака	Установка експериментального масштабу, проф. Тіс з м. Люблін	Темп. процесу при виробництві олії, макс. 40 °C	92	31	23

Таблиця 4

Зведена інформація про відмінності параметрів способів

Сировинний матеріал	№ експерименту	Пристрій для екстракції	Розмір частинок (мкм)	Темп. (°C)	Розмір отворів фільтрувальної сітки (в ALSEOS 1.0) (мкм)	Час екстракції
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.1	ALSEOS 1.0	800-1000	15	100	62
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.2	ALSEOS 1.0	0-200	15	100	63
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.3	ALSEOS 1.0	800-1000	15	40	62
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.4	ALSEOS 1.0	0-200	15	40	57
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.5	ALSEOS 1.0	0-200	15	4	24
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.6	ALSEOS 1.0 *	< 1000	15	100	120
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.7	ALSEOS 1.0 *	< 1000	22	40	57
Макуха соняшнику	Екс. 1.8	ALSEOS 1.0 *	< 1000	22	40	60
Макуха соєвих бобів	Екс. 1.9	ALSEOS 1.0 *	< 1000	22	40	63
Макуха соєвих бобів	Екс. 1.10	ALSEOS 1.0 *	< 400	15	40	203
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.11 (0,5 CV)	ALSEOS 1.0 *	< 1000	15	100	30
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.11 (1 CV)	ALSEOS 1.0 *	< 1000	15	100	65
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.11 (1,5 CV)	ALSEOS 1.0 *	< 1000	15	100	165
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.11 (2 CV)	ALSEOS 1.0 *	< 1000	15	100	203

Таблиця 4

Зведена інформація про відмінності параметрів способів

Сировинний	№	Пристрій для	Розмір	Темп.	Розмір отворів	Час екстракції
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.12	Посудина з перемішуванням	0-200	15	Інтенсивне перемішування	60
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.13	Посудина з перемішуванням	0-200	15	Обережне перемішування	60

Аналітичні дані, отримані для неочищених екстрактів та супернатантів та виходи способів для експериментів 1.1-1.13 зібрані у таблиці 5.

Таблиця 5

Результати експериментів отримання білкового екстракту з використанням способу у відповідності з цим винаходом за допомогою пристрою за цим винаходом, у порівнянні із загальноприйнятими способами.

(Аналітичні дані відносяться до неочищених екстрактів (Екс. 1.1-1.11) та супернатанту (Екс. 1.12 та 1.13), виходи розраховані для стадії екстракції)

Сировинний матеріал	№ експерименту	Суха маса (DW)	Жир	Вихід жиру	Загальний білок (Nx 6,25)	Вихід загального білка	Співвідношення жир/білок в неочищеному екстракті або супернатанті (г DW / г DW)
		(%)	(% DW)	%	(% DW)	%	
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.1	4,4 %	2,3 %	3,2 %	45,5 %	35,2 %	0,05
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.2	5,9 %	5,1 %	9,7 %	47,0 %	48,7 %	0,11
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.3	5,5 %	3,6 %	6,3 %	33,9 %	31,8 %	0,11
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.4	3,7 %	5,5 %	6,5 %	39,3 %	25,3 %	0,14
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.5	8,7 %	7,0 %	3,5 %	40,9 %	11,0 %	0,17
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.6	4,4 %	3,4 %	7,6 %	30,3 %	37,0 %	0,11
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.7	6,8 %	3,0 %	6,5 %	26,8 %	32,1 %	0,11
Макуха соняшнику	Екс. 1.8	4,3 %	2,3 %	9,2 %	13,8 %	7,2 %	0,17
Макуха соєвих бобів	Екс. 1.9	3,8 %	0,7 %	1,0 %	23,4 %	18,3 %	0,03
Макуха соєвих бобів	Екс. 1.10	6,7 %	0,0 %	0,0 %	10,8 %	29,2 %	0,00
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.11 (0,5 CV)	8,4 %	н.д.	н.д.	40,4 %	16,9 %	н.д.
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.11 (1 CV)	6,7 %	н.д.	н.д.	36,0 %	42,7 %	н.д.
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.11 (1,5 CV)	5,7 %	н.д.	н.д.	33,9 %	50,8 %	н.д.
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.11 (2 CV)	4,9 %	3,1 %	9,7 %	32,3 %	55,7 %	0,10

Таблиця 5

Результати експериментів отримання білкового екстракту з використанням способу у відповідності з цим винаходом за допомогою пристрою за цим винаходом, у порівнянні із загальноприйнятими способами.

(Аналітичні дані відносяться до неочищених екстрактів (Екс. 1.1-1.11) та супернатанту (Екс. 1.12 та 1.13), виходи розраховані для стадії екстракції)

Сировинний матеріал	№ експерименту	Суша маса (DW)	Жир	Вихід жиру	Загальний білок (Nx 6,25)	Вихід загального білка	Співвідношення жир/білок в неочищеному екстракті або супернатанті
		(%)	(% DW)	%	(% DW)	%	(г DW / г DW)
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.12	15,3 %	26,1 %	68,6 %	41,0 %	58,5 %	0,64
Макуха насіння ріпака	Екс. 1.13	9,8 %	3,1 %	3,1 %	50,0 %	37,3 %	0,06

Висновки з експериментів, проведених на пристрої ALSEOS 1.0

1) На підставі отриманих результатів загалом та в цілому показані переваги способу та пристрою ALSEOS. Вихід по білку є високим, а олія/ліпіди головним чином утримуються на стороні ретентату фільтра. Було продемонстровано, що у деяких експериментах близько 50 % білків, які наявні у сировинному матеріалі, виділено з пермеату. У той же час більша частина жиру, наявного у сировинному матеріалі, утримувалася на стороні ретентату. Виразене як співвідношення жир:білок, це співвідношення є значно нижчим у пермеаті (близько 0,1), ніж у сировинному матеріалі (близько 0,5).

2) Білковий екстракт отримували для перевірки умов способу у відповідності з цим винаходом. Стійкий потік пермеату підтримувався протягом усього часу проходження процесу. Що показує належну гідродинамічну продуктивність пристрою ALSEOS. Для експерименту № 1.5, в якому застосовували фільтрувальну сітку з розміром отворів 4 мкм, потік спостерігали протягом 24 хв часу проходження процесу. Це вказує на необхідність оптимізації розміру отворів сітки, коли процес необхідно проводити триваліший час, у ньому розмір отворів сітки слід адаптувати до конкретних гранулометричних властивостей сировинного матеріалу для того, щоб попередити забруднення фільтруючого пристрою. Фахівцю у даній галузі техніки відомо, що збільшення площі фільтра також сприяє більш стійкому проведенню процесу та меншому забрудненню фільтруючої сітки.

3) Для макухи насіння ріпака найвищий вихід білка (55,7 %) отримали в експерименті 11 для умов процесу: розмір частинок <1000 мкм, розмір отворів фільтруючої сітки 100 мкм та темп. екстракції 15 °C, час екстракції 203 хвилини, в якому був зібраний об'єм пермеату у кількості 2 колонок. Цей факт чітко показує додаткову користь збільшеного часу контакту сировинного матеріалу з водним розчином солі у порівнянні з виходом білка, отриманим наприклад у прикладі 1.6 з такими самими умовами процесу за виключенням більш короткого часу контакту у 120 хв.

4) У всіх випадках вихід жиру був менше 10 %, що значить, що 90 % жиру утримувалося на стороні ретентату.

5) Найнижчий вихід жиру отримали в експерименті 1.1 для умов процесу: розмір частинок 800-1000 мкм, розмір отворів фільтруючої сітки 100 мкм та температурі екстракції 15 °C, часу екстракції 60 хвилини.

6) Вихід жиру в експерименті 1.1 був нижчим у порівнянні з експериментом 1.2, в якому макуху насіння ріпака перемелювали до меншого розміру частинок 0-200 мкм. Однак, в експерименті 1.2 отриманий більший вихід білка (48,7 %) у порівнянні з експериментом 1.1 (35,2 %). Це вказує на те, що для частинок менших розмірів існують більш сприятливі умови для масопереносу. Однак, менший розмір частинок сприяє вивільненню жиру під час екстракції, найбільш ймовірно через те, що подрібнення макухи насіння ріпака також руйнує олійні тільця в макусі насіння ріпака, що дає можливість вивільнитися жиру.

7) Пристрої за цим винаходом, що містять фільтри з розміром отворів фільтрувальної сітки 40 мкм та розміром отворів фільтрувальної сітки 100 мкм зокрема придатні для цього способу у

відповідності з цим винаходом; пристрої з цими фільтрами забезпечують низький вихід жиру у поєднанні з високим виходом білка та прийнятною гідродинамікою, тобто менше схильні до забруднення у порівнянні з меншим розміром отворів фільтрувальної сітки (4 мкм в експерименті 1.5).

8) В експерименті 1.11 видно перевагу подовженого часу контакту макухи насіння ріпака з середовищем для екстракції на вихід білка. У даному експерименті відділяли зразки неочищеного екстракту, коли кількість зібраного неочищеного екстракту досягала 0,5 CV (що відповідає 30 хвилинам часу контакту), 1 CV (65 хвилин часу контакту), 1,5 CV (165 хвилин часу контакту) та 2 CV (199 хвилин часу контакту). Вихід білка зростав наступним чином: 16,9 % (0,5 CV), 42,7 % (1 CV), 50,8 % (1,5 CV), та 55,7 % (2 CV).

Висновки, отримані з експериментів з посудинами з перемішуванням

1) При порівнянні всіх експериментів з пристроєм ALSEOS 1.0 виходи жиру були нижчі 10 % з найнижчим виходом, що складав 3,2 % в експерименті 1.1. При використанні загальноприйнятої посудини-резервуару з перемішуванням з обережним перемішуванням (експеримент 1.13) вихід жиру був порівняний, і складав 3,1 %.

Це показує перевагу пристрою ALSEOS, оскільки у випадку резервуару з перемішуванням низький вихід жиру досягався завдяки стадії центрифугування, яку виконували після екстракції. У випадку використання ALSEOS центрифугування було непотрібним та було отримано порівняний вихід жиру. Для пояснення цього феномену у першу чергу слід зрозуміти, що за вивільнення жиру у рідку фазу під час сумісної екстракції білків у присутності жиру, відповідають саме сили зсуву. Рівень зсуву у пристрої ALSEOS є найнижчим можливим з усіх відомих пристроїв у даній галузі техніки, з якими може проводитися процес екстракції насіння олійних культур. Швидкості зсуву у посудинах з перемішуванням знаходяться у діапазоні 100-1000 за секунду необхідно порівняти з швидкостями зсуву <10 за секунду у розширеному (псевдозрідженому) шарі у відповідності з цим винаходом, які таким чином виникають у випадку прототипних пристроїв ALSEOS, які наводяться у даних прикладах. Швидкості зсуву у загальноприйнятому ущільненому шарі, створеному для екстракції при перколяції, відомій у даній галузі техніки, знаходяться в діапазоні 10-100 за секунду [Carta G, Jungbauer, 2010].

У промисловому масштабі умови у посудинах-резервуарах з перемішуванням будуть у достатній мірі нагадувати умови, які імітують посудину малого масштабу, при забезпеченні інтенсивного перемішування (експеримент 1.12). Це відбувається через те, що очікувані максимальні швидкості зсуву у посудинах з перемішуванням будуть на порядок вищі, ніж середні швидкості зсуву в реакторі, як повідомлялося в літературі [Camperi A., et al., 2008; Villadsen J, Liden G; 2003].

2) При порівнянні виходів жиру, отриманих у прикладі 1.2 у відповідності з цим винаходом (пристрій ALSEOS 1.0) з виходом жиру, отриманим у прикладі 1.12 (посудина з перемішуванням, інтенсивне перемішування), то перевага екстракції з низьким зсувом, яка забезпечується за допомогою пристрою ALSEOS, буде продемонстрована у вигляді низького виходу жиру – вихід жиру 9,7 % в експерименті 1.2, у порівнянні з виходом жиру 68,6 % в експерименті 1.12.

Експериментальні матеріали

Усі сировинні матеріали зберігали при кімнатній температурі. Після розмелювання попередньо оброблені матеріали зберігали у холодильнику (2-8 °C). Зразки неочищених екстрактів та супернатантів заморожували (-20 °C) та розморожували перед проведенням аналітичних випробувань.

Основне обладнання

ALSEOS 1.0 (№ експериментів Екс. 1.1-1.4): Колонка KronLab, об'єм 1,57 л ((YMC-ECO50/750M0VK) та ALSEOS 1.0 * (№ експериментів Екс. 1.5-1.11), об'єм 1,96 л (YMC-ECO50/999M0VK) з розміром отворів фільтрувальної сітки 100 мкм, 40 мкм та 4 мкм.

Перистальтичний насос (№ експериментів Екс. 1.1-1.4): Ismatec Ecoline з головним насосом MS/CA 4-12.

Перистальтичний насос (№ експериментів Екс. 1.5-1.11): Lead Fluid BT-100S з головним насосом DG-4.

Термостат (№ експериментів Екс. 1.1-1.4): LabTech RH40-25A, циркуляційний.

Термостат (№ експериментів Екс. 1.5-1.11): Huber Unichiller 150Tw-H.

Скляний реактор з сорочкою (№ експериментів Екс. 1.12-1.13): Реактор Редлі для лабораторій на 1 л з верхньою мішалкою RS 100 (якір з ПТФЕ).

Центрифуга (№ експериментів Екс. 1.12-1.13): Beckman SER 90E з типом ротора JA10.

Приклад 2

Приготування білкового екстракту з макухи насіння ріпака за допомогою ALSEOS 2.0, пристрою за цим винаходом.

У цьому прикладі процес отримання білкового екстракту за цим винаходом виконували за допомогою прототипу пристрою ALSEOS 2.0 (об'єм колони = 31,4 л, розмір отворів фільтрувальної сітки 100 мкм у відповідності з цим винаходом). Для прототипу ALSEOS 2.0 (31,4 л) фільтрувальний елемент мав форму рамки, покритої (з обох боків) фільтрувальною тканиною (Фіг. 1Е). Діаметр колонки складав 200 мм, а висота 1000 мм. Об'єм колонки складав близько 30 л. Застосовували таку саму фільтрувальну тканину 4 мкм та 100 мкм, як для ALSEOS 1.0 (див. приклад 1). Принцип дії пристрою полягає в утворенні псевдозріженого шару з макухи насіння ріпака.

Процедура:

Умови способу зібрані у таблиці 6. Прототипний пристрій для екстракції білка ALSEOS (колонка) попередньо завантажували водою (водопровідна вода, температура близько 15 °С, без додавання солі). Подача води до пристрою проходила крізь розподільчу пластину вниз колони. Швидкість потоку складала близько 30 л/год. Макуху насіння ріпака подрібнювали у подрібнювачі (Zelmer ZSB, 1400 В) та просіювали для отримання розміру < 2000 мкм. Попередньо змішували у відрі 1,5 кг подрібненої макухи насіння ріпака з близько 8 кг води. Для уникнення надлишкового перемішування застосовували обережне закручування коловим рухом закритого відра (вручну) протягом 1 хвилини. Вміст відра потім виливали у прототипну колонку ALSEOS через лійку та через шаровий кран на верхній кришці колони. Подрібним чином готували другу порцію 1,5 кг подрібненої макухи насіння ріпака та виливали в прототипну колону ALSEOS. Під час завантаження контейнера пульпою макухи до прототипної колони ALSEOS постійно подавали воду. Швидкість подачі води складала близько 30 л/год. Коли рівень рідини доходив до верхньої кришки колони, відкривали випускний вентиль контейнера для забезпечення перенесення частини вмісту колони (близько 5 л) у контейнер для відходів. Після цього випускний вентиль закривали та залишали відкритим лише вихід рідини з пристрою-колони зі сторони пермеату фільтра засобу для фільтрування. В окремий контейнер для фільтрату збирали фільтрат (пермеат) з пристрою ALSEOS.

Аналізували зразки фільтрату (неочищеного екстракту) на вміст сухої маси, загального білка та жиру.

Результати

Спостерігали фракціонування утримуваного матеріалу на стороні ретентату фільтра з накопиченням "легкої" фракції (відносно низька густина частинок; багаті на ліпіди) зверху колони ALSEOS (закритий контейнер) та "важкої" фракції (відносно висока густина частинок, що містять менше ліпідів та більше лузги), яка знаходилася в нижній частині колони.

Таблиця 6

Огляд експериментів та відповідні умови способу і вихідні параметри способу на ALSEOS 2.0

№ експерименту	Екс. 2.1
Сировинний матеріал	Макуха насіння ріпака
Дані по ALSEOS 2.0	
Тип Alseos*	2.0
Об'єм колони, CV (л)	31,4
Розмір отворів фільтрувальної сітки (Alseos 2.0) (мкм)	100
Умови способу	
Розмір частинок сировинного матеріалу (мкм)	< 2000 мкм
Температура (°C)	прибл. 15
Співвідношення рідина/тверда речовина (L/S)	10
Завантаження сировинного матеріалу (кг)	3
Вихідні параметри способу	
Час екстракції (хвилин)	51
Кількість зібраного неочищеного екстракту (кг)	18

*ALSEOS 2.0

Колона H=1000 мм, ID=20 см, об'єм 31,4 л

Таблиця 7

Дані про сировинний матеріал

№ експерименту	Сировинний матеріал	Дані про сировинний матеріал	Джерело	Суха маса (DW) (%)	Загальний білок (% DW)	Жир (% DW)
Екс. 2.1	Макуха насіння ріпака	Темп. процесу привиробництва, > 100 °C	Z.T. Bielmar	91 %	32 %	9 %

Таблиця 8

Результати експериментів отримання білкового екстракту з використанням способу у відповідності з цим винаходом за допомогою пристрою за цим винаходом, у порівнянні із загальноприйнятими способами.
(Аналітичні дані відносяться до неочищеного екстракту, виходи розраховані для стадії екстракції)

№ експерименту	Сировинний матеріал	Суха маса (DW)	Жир	Вихід жиру	Загальний білок (Nx 6,25)	Вихід загального білка	Співвідношення жир/білок для неочищеного екстракту
		(%)	(% DW)	%	(% DW)	%	(г DW / г DW)
Екс. 2.1	Макуха насіння ріпака	1,1 %	5,9 %	5,1 %	42,9 %	10,1 %	0,14

Приклад 3

Пристрої за цим винаходом для способу у відповідності з цим винаходом.

5 На Фіг. 1 представлено варіанти реалізації пристрою у відповідності з цим винаходом. Для отримання додаткової інформації за пристроєм за цим винаходом: див. опис Фіг. 1.

10 Як правило, у пристрої за цим винаходом, як представлено на Фіг. 1B, застосовують тканину з дротяного сита з тканиною, обгорнутою навколо (металевої, пластмасової) рамки, переважно зробленої з нержавіючої сталі, що переважно має розмір отворів 4-100 мкм, переважніше 40-100 мкм, та переважно має вільну площу перетину близько 30 %. Для прототипу пристрою ALSEOS за цим винаходом переважно закритий контейнер являє собою (наприклад, циліндричну) хроматографічну колону, наприклад, з внутрішнім діаметром (ID) рівним 0,2 м та переважно висотою близько 1 м. У пристрої за цим винаходом, як проілюстровано на Фіг. 1D, фільтри фільтруючого модуля переважно розташовані практично вертикально. В переважному варіанті реалізації винаходу пристрій за цим винаходом містить серію паралельно розташованих фільтруючих модулів, які містять паралельні пристрої, кожний з'єднаний з щонайменше однією колекторною трубкою. Див. Фіг. 1C та 1F.

15 В переважній операції способу за цим винаходом з проілюстрованим пристроєм за цим винаходом шар, що розширюється, створений з розмеленого насіння олійних культур, ресуспендований у воді, що піднімається вгору. Білковий екстракт (PERMEAT) відділяється завдяки поперечному потоку через дротяне сито у вертикально розташованих секціях фільтрів. Дротяне сито проникне для води і розчинених речовин та переважно блокує прохід краплин (ліпідів, жиру) у пермеат. На стороні ретентату закритого контейнера спостерігається сегрегація частинок, на основі розміру та/або густини завдяки зменшенню поверхневої швидкості рідини в тангенціальному потоці: Дрібні/легкі частинки розташовуються біля верхньої сторони закритого контейнера, тоді як крупні/важчі частинки залишаються біля нижньої сторони (Фіг. 1G).

25 На Фіг. 1E показано типову частину фільтруючого модуля пристрою за цим винаходом з фільтром з дротяної сітки.

Приклад 4

30 Отримання білкового екстракту за допомогою способу у відповідності з цим винаходом з використанням пристрою за цим винаходом.

У таблиці 9 та таблиці 10 нижче наведені експериментальні дані та результати експериментів з подрібненим шротом насіння ріпака.

35 Для експерименту 1.11 (описаному у прикладі 1) застосовували прототипний пристрій ALSEOS на 1,96 літрів (ALSEOS 1.0) у відповідності з цим винаходом.

В експерименті 1.11 білковий екстракт проводили з макухою насіння ріпака після обережної обробки, яку отримували з процесу виробництва олії, в якому температуру під час пресування насіння ріпака підтримували нижче 73 °С.

Для експерименту 2.1 (описаному у прикладі 2) застосовували прототипний пристрій ALSEOS на 31,4 літрів (ALSEOS 2.0) у відповідності з цим винаходом. В експерименті 2.1 білковий екстракт проводили з макухою насіння ріпака після жорсткої обробки, яку отримували з процесу виробництва олії, в якому температура під час пресування насіння ріпака становила вище 100 °С.

Таблиця 9

Дані про сировинний матеріал

№ експерименту	Умови способу	Сировинний матеріал	Дані про сировинний матеріал	Джерело
Екс. 1.11 (з прикладу 1)	Див. таблицю 4	Макуха насіння ріпака	Темп. процесу привиробництві олії, макс. 73 °С	Підпр. з переробки сільськогосп. харч. прод. L. Rutkowski
Екс. 2.1 (з прикладу 2)	Див. таблицю 6	Макуха насіння ріпака	Темп. процесу привиробництві олії, > 100 °С	Z.T. Bielmar

Таблиця 10

Експериментні умови та результати білкової екстракції з використанням способу та пристрою у відповідності з цим винаходом, у порівнянні із загальноприйнятим способом

№ експерименту	Умови способу	Суша маса (DW)	Жир	Вихід жиру	Загальний білок (Nx 6,25)	Вихід загального білка	Співвідношення жир/білок для неочищеного екстракту
		(%)	(% DW)	%	(% DW)	%	(г DW / г DW)
Екс. 1.11 (з прикладу 1)	Див. таблицю 4	4,90 %	3,1 %	9,7 %	32,3 %	55,7 %	0,10
Екс. 2.1 (з прикладу 2)	Див. таблицю 6	1,14 %	5,85 %	5,05 %	42,93 %	10,1 %	0,14

З даних виходу білка (таблиця 10) видно, що попередньо оброблена при температурі вище 100 °С (експеримент 2.1) макуха насіння ріпака забезпечує відносно низький вихід білка, у порівнянні з макухою насіння ріпака, яке піддавали лише впливу помірних температурних умов перед застосуванням у способі відповідності з цим винаходом (експеримент 1.11).

Низький вихід в експерименті 2.1 можна частково пояснити тим фактом, що до середовища для екстракції не додавали сіль. Відомо, що на розчинність білків позитивно впливає іонна сила середовища для екстракції [Rodrigues I.M., et al., 2012]. У додаткових експериментах з екстракцією досліджували вплив концентрації солі в середовищі для екстракції, яку виконували у резервуарі з перемішуванням у відповідності з попереднім рівнем техніки, умови проведення способу: рН 6,8-7,2, розподіл розмірів подрібненої макухи насіння ріпака 0-200 мкм, темп. екстракції 15 °С, тривалість екстракції 120 хвилин, м'яка інтенсивність перемішування. Вихід білків був вищим, коли в середовищі для екстракції було 2 % мас./мас. NaCl (34,7 %) у порівнянні з тим, коли сіль не додавали (27,4 %).

У додаткових експериментах з екстракцією досліджували попередню обробку нагрівом макухи насіння ріпака, яку проводили у резервуарі з перемішуванням у відповідності з попереднім рівнем техніки, умови проведення способу: рН 6,8-7,2, розподіл розмірів подрібненої макухи насіння ріпака 800-1000 мкм, температура екстракції 15 °С, тривалість екстракції 120 хвилин, 2 % мас./мас. NaCl в середовищі для екстракції, м'яка інтенсивність перемішування. У першому випадку використовували макуху насіння ріпака, отриману з процесу виробництва олії, в якому температура не перевищувала 73 °С, тоді як у другому випадку використовували макуху насіння ріпака, попередньо оброблену при температурі вище, ніж 100 °С. У першому

випадку вихід білка був вище (47,9 %) у порівнянні з другим випадком (38,4 %), показуючи вплив попередньої теплової обробки на користь попередньої обробки нижчою температурою.

Ці дані показують, що температура, використана у процесі виробництва олії впливає на придатність сировинного матеріалу для екстракції білка.

5 Цей факт підтверджує, що макуха насіння ріпака (побічний продукт, отримуваний коли насіння механічним шляхом пресують при виготовленні олії) є більш придатною для екстракції білків, ніж шрот насіння ріпака (побічний продукт, отримуваний коли олію екстрагують хімічним шляхом, наприклад, гексаном, який необхідно додатково видаляти зі способу на спеціально розробленій стадії прожарювання обробкою нагріванням (температура >>100 °C)).

10 Використані аббревіатури

ALSEOS, водна екстракція білків з насіння олійних культур при низьких швидкостях зсуву; прибіл., приблизно; DW, суха маса; г, грам (ів); Н, висота; ID, внутрішній діаметр; л, літр; L/S, співвідношення рідина(:)тверда речовина; хв, хвилин (а); Р, пермеат; R, ретентат; КТ, кімнатна температура, температура оточуючого середовища; УФ, ультрафільтрація; мкм, мікрометр або

15 μm; Об., об'єм (як об. %); мас. %, масова доля мас./мас., вагове співвідношення.

Інформаційні джерела

- Camperi A., et al., Determination of the Average Shear Rate in a Stirred and Aerated Tank Bioreactor, Bioprocess and Biosystems Engineering. 08/2008; 32(2):241-8. DOI: 10.1007/s00449-008-0242-4.

20 - Carta G, Jungbauer in: Chapter 1. Downstream Processing of Biotechnological Products, p 34 in: Protein Chromatography, Process Development and Scale-Up, Wiley VCH, 2010, ISBN: 978-3-527-31819-3.

- Owusu-apenten R., Introduction to Food Chemistry, p.83. CRC Press, 2004, ISBN 0-8493-1724-X.

25 - Rodrigues I.M. et al. 2012, Isolation and valorisation of vegetable proteins from oilseed plants: Methods, limitations and potential, Journal of Food Engineering, Volume 109, Issue 3, Pages 337-346.

- Villadsen J, Liden G; Bioreactor Engineering Principles, Chapter 11, p 500, Springer 2003, ISBN 987-1-4613-5230-3.

30

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб приготування білкового екстракту зі шроту або макухи насіння олійних культур, який включає стадії, в яких:

35 а) підготовлюють у контейнері суміш водного розчину та подрібненого шроту або макухи насіння олійних культур, причому подрібнені частинки мають середній розмір (d32) менше 1000 мкм;

б) створюють псевдозріджений шар з частинок подрібненого шроту або макухи насіння олійних культур у контейнері за допомогою засобу для створення потоку, встановленого у контейнері, та забезпечують можливість щонайменше частині білків, наявних у подрібненому шроті або макусі, розчинитися у водному розчині;

40 в) відділяють в умовах псевдозрідженого шару щонайменше частину розчиненого білка із суміші за допомогою засобу для фільтрування, встановленого у контейнері таким чином, щоб отримати білковий екстракт.

2. Спосіб за п. 1, в якому подрібнені частинки мають середній розмір (d32) між 800 та 1000 мкм.

45 3. Спосіб за п. 1, в якому подрібнені частинки мають середній розмір (d32) менше 200 мкм.

4. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому водний розчин вибирають з води або суміші води та менше 20 % за об'ємом водорозчинного органічного розчинника, вибраного зі спиртів та кетонів, переважно етанолу або ацетону, або їх сумішей.

5. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому подрібнений шрот або макуху отримують з сої, насіння ріпака, соняшнику, льону, ліноли, кокосового горіха, шроту насіння гірчиці, насіння бавовни, зерна, пшениці, жита, вівса, рису, рисових висівок або бобових, таких як горох або кінські боби.

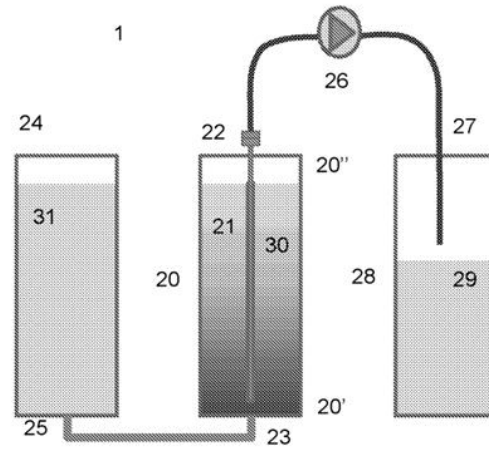
6. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому подрібнений шрот або макуху не обробляли гексаном.

55 7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому на стадії в) розділення за допомогою засобів для фільтрації проходить при низькій швидкості зсуву нижче 20 за секунду, переважно між 1 та 10 за секунду.

8. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому частинки подрібненого шроту або макухи містять за масою більше 5 % ліпідів.

9. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, в якому частинки подрібненого шроту або макухи містять за масою між 5 та 60 % білка, переважніше за масою між 10 та 40 % білка.
10. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який додатково включає стадію d), на якій білковий екстракт піддають центрифугуванню та/або другій стадії фільтрації з використанням засобу для фільтрації, що містить фільтр з розміром отворів менше 10 мкм, переважно близько 4 мкм, переважно близько 1 мкм, так що щонайменше частина ліпідної фракції у білковому екстракті видаляється з вказаного білкового екстракту.
11. Спосіб за п. 10, який додатково включає стадію e), на якій до білкового екстракту додають метанол, етанол або ацетон так, щоб утворювався білковий осад; та додаткову стадію, на якій білковий осад відділяють від рідкої фракції.
12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, в якому на стадії c) вміст ліпідів білкового екстракту складає менше 10 мас. % за сухою масою, переважно менше 6 мас. % за сухою масою, переважніше від 0,5 до 4 мас. % за сухою масою, причому на стадії c) вміст білка білкового екстракту складає щонайменше 30 мас. % за сухою масою, переважно щонайменше 35 мас. % за сухою масою, переважніше щонайменше 40 мас. % за сухою масою, найбільш переважно щонайменше 45 мас. % за сухою масою.
13. Пристрій (1) для приготування білкового екстракту (29) зі шроту або макухи насіння олійних культур, який містить закритий контейнер (20), що має нижню частину (20') та верхню частину (20''), при цьому у нижній частині контейнера розташований розподільний пристрій (32) для водного розчину (31), причому розподільний пристрій встановлено так, щоб створювати потік водного розчину з нижньої частини контейнера до верхньої частини контейнера у першому напрямку, при цьому контейнер додатково містить щонайменше один фільтруючий модуль (21), розташований над розподільним пристроєм для водного розчину, причому фільтруючий модуль містить по суті плаский фільтрувальний елемент, поверхня якого паралельна першому напрямку і забезпечена фільтром з розміром отворів у діапазоні від 4 до 200 мкм, переважно від 4 до 100 мкм та вільною площею перерізу між 20 і 50 %, при цьому фільтруючий модуль забезпечений щонайменше одним вихідним патрубком (22) для виходу пермеату фільтруючого модуля.
14. Пристрій за п. 13, в якому фільтр має розмір отворів у діапазоні від 40 до 100 мкм.
15. Пристрій за п. 13 або 14, в якому співвідношення загальної площі фільтрів та об'єму закритого контейнера складає між 2 м² на м³ та 20 м² на м³ переважно між 5 м² на м³ та 15 м² на м³.

A.



B.

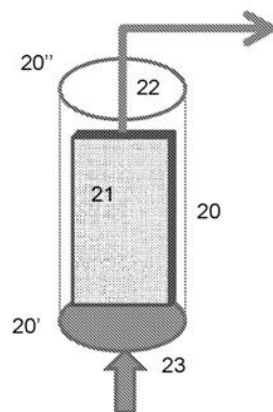
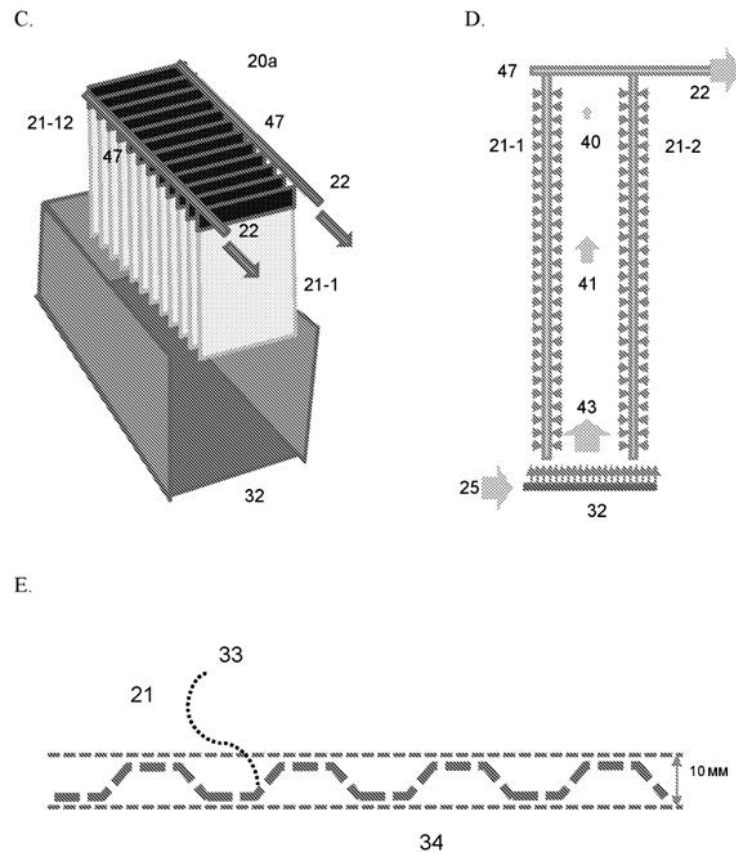
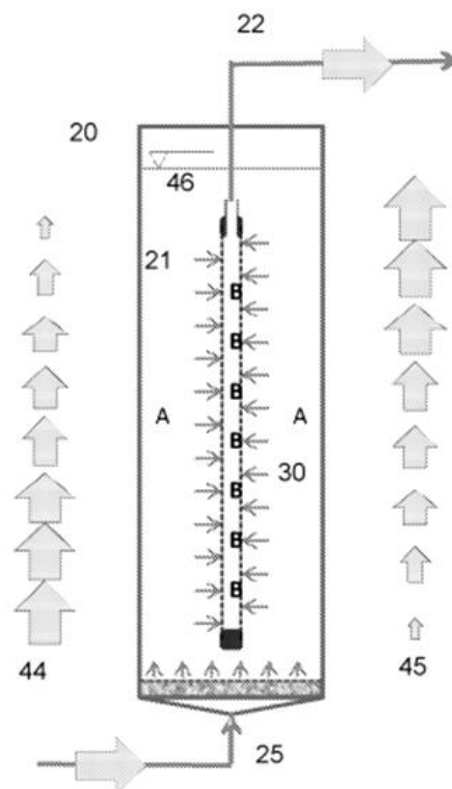


Fig.1



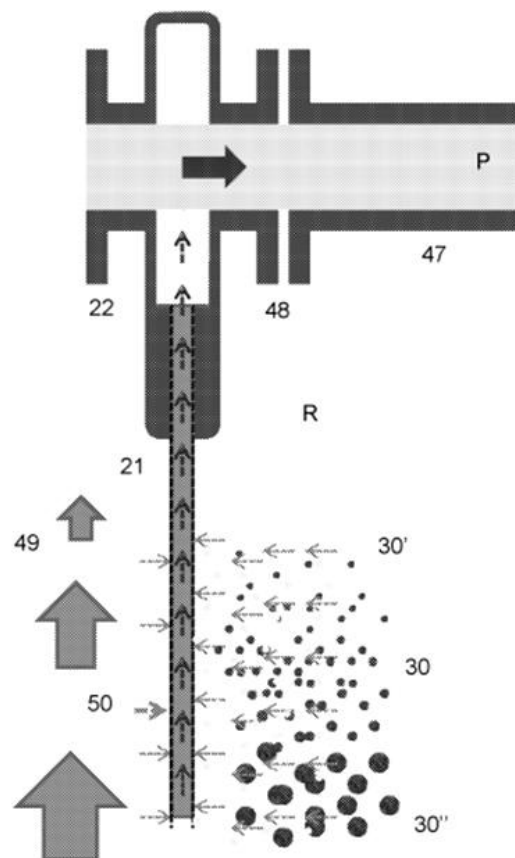
Фіг.1
(продовження)

F.



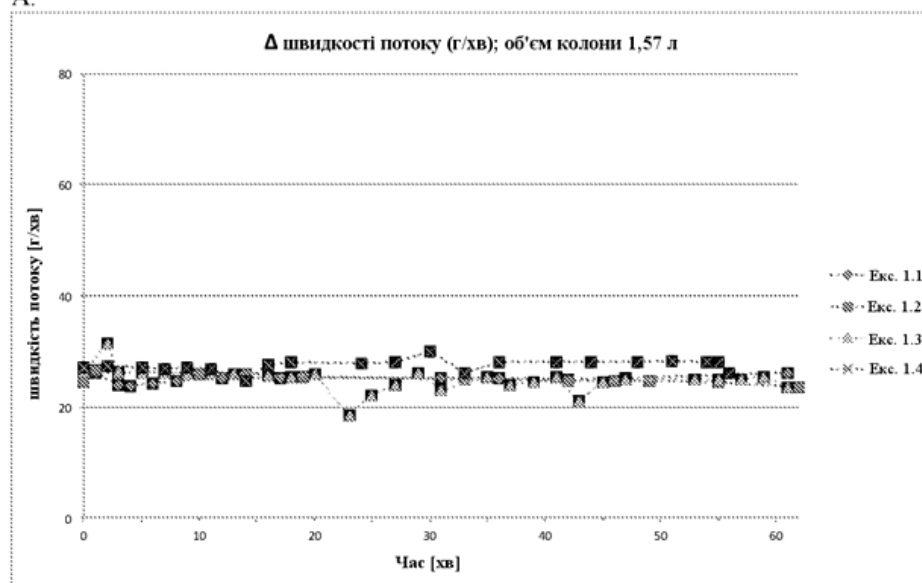
Фіг.1
(продовження)

G.

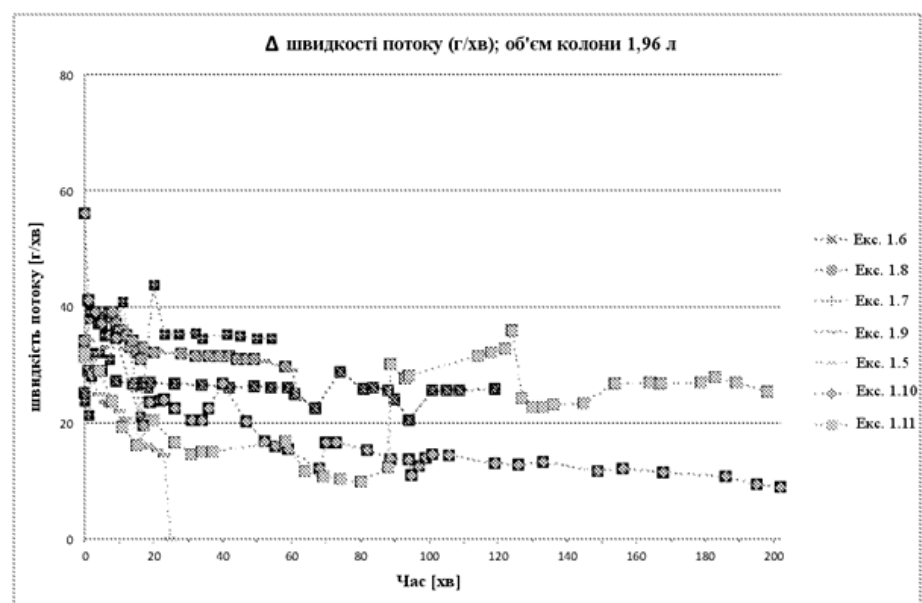


Фіг.1
(продовження)

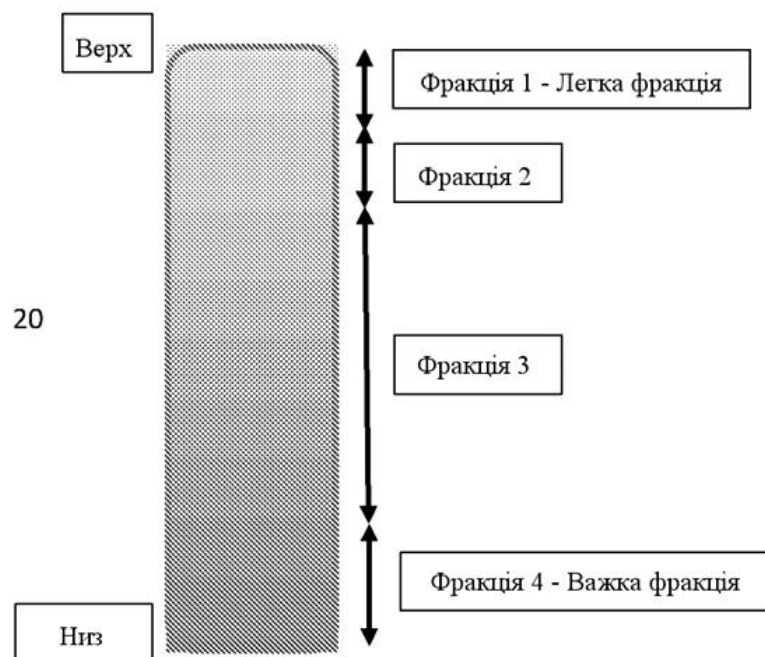
A.



B.



Фіг.2



Фіг.3