



Ekstraktor wirówkowy do ekstrakcji suszu roślinnego oraz sposób ekstrakcji z jego wykorzystaniem

5 Przedmiotem wynalazku jest ekstraktor wirówkowy do ekstrakcji suszu roślinnego w obniżonej temperaturze oraz przy obniżonym ciśnieniu, a także sposób ekstrakcji suszu roślinnego z jego wykorzystaniem.

Ekstrakcja jest procesem polegającym na wyodrębnianiu związku lub związków chemicznych z cieczy lub ciała stałego. W procesach przemysłowych proces ten jest bardzo często wykorzystywany do wydzielenia substancji biologicznie aktywnych, olejków itp. np. z materiału 10 roślinnego. W farmacji proces ekstrakcji, w szczególności gdy mowa o wydzieleniu substancji z materiału roślinnego zwany jest również maceracją.

W warunkach laboratoryjnych ekstrakcję ciecz-ciało stałe prowadzi się z wykorzystaniem aparatu Soxhleeta. Aparat Soxhleeta, jest to pojemnik szklany w którym umieszcza się ekstrahowaną próbkę, która jest połączona z przelewowym syfonem oraz rurką boczną, 15 która umożliwia przepływ par rozpuszczalnika do chłodnicy znajdującej się w górnej części urządzenia. Aparat Soxhleeta łączy się od dołu z kolbą, gdzie znajduje się rozpuszczalnik lub rozpuszczalnik z ekstraktem. Ekstrakcja substancji leczniczych zachodzi podczas wielokrotnego przepływu rozpuszczalnika przez susz, gdzie rozpuszczalnik jest odparowywany w kolbie, a następnie schładzany w chłodnicy. Na Fig. 1 przedstawiono typowy 20 ekstraktor laboratoryjny z aparatem Soxhleeta.

Innym przykładem ekstraktora znanego w stanie techniki jest ekstraktor kolumnowy, działający na zasadzie wymuszonego przepływu rozpuszczalnika przez susz. Przepływ rozpuszczalnika jest wymuszany przez tłoczek strzykawki, gdzie rozpuszczalnik przepływa przez łącznik 25 do kolumnienki w której znajduje się susz ziołowy oddzielony przez filtry celem uniknięcia zanieczyszczeń mechanicznych uzyskanego roztworu. Rozpuszczalnik przepływając przez susz prowadzi do ekstrakcji substancji leczniczych w nim zawartych. Fig. 2 przedstawia ekstraktor kolumnowy w którym przepływ eluentu wymuszany jest pracą tłoka.

Powyższe rozwiązanie może być powielone i zabudowane jako zestaw kolumnienek. Dodatkowo przepływ jest wymuszany przez wprowadzenie podciśnienia w pojemniku, 30 w którym umieszczono naczynka z roztworem usprawniając tym samym cały proces. Fig. 3 przedstawia serię ekstraktorów kolumnowych w których przepływ eluentu wymuszany jest poprzez wytwarzania podciśnienia w odbieralnikach.

W stanie techniki można odnaleźć również rozwiązania przedstawiające proces ekstrakcji na zasadzie wymuszonego przepływu rozpuszczalnika przez pompę, która zasysa

rozpuszczalnik proces przepływu rozpuszczalnika przez susz dodatkowo jest wspomagany przez sprężony gaz znajdujący się pod ciśnieniem w zbiorniku. Do ekstrakcji stosowany jest azot lub dwutlenek węgla. Przepływ gazu oraz rozpuszczalnika jest sterowany przez zawory. Zasobnik z suszem znajduje się w celce ekstrakcyjnej, która umieszczona jest w termostacie.

5 Przepływ suszu może odbywać się w pojedynczym procesie, wówczas rozpuszczalnik po przepływie przez susz znajduje się z zbiorniku ekstraktu lub w procesie ciągłym, gdzie ponownie rozpuszczalnik przepływa przez susz. Fig. 4 przedstawia ekstraktor z wymuszonym przepływem, pompą oraz sprężonym gazem.

10 W stanie techniki można natrafić również na ekstraktory ultrasoniczne w których przepływ rozpuszczalnika jest wymuszany przez pompę i wysokie częstotliwości drgań cieczy (20 kHz), co wpływa na efektywność procesu przez rozbijanie włókien ziół i uzyskiwanie pożądanych substancji leczniczych. Proces może być kontrolowany poprzez pomiar ciśnienia i temperatury, gdzie poprzez sterowanie zaworami może być zwiększane ciśnienie do 3,5 bar a przez
15 zastosowanie układu schładzania do ograniczenia wzrostu temperatury procesu. Przepływ może zachodzić zarówno przy pojedynczym przepływie przez susz lub może być prowadzony przy wielokrotnym przepływie.

Innym przykładem ekstraktora znanego ze stanu techniki może być ekstraktor odśrodkowy/wirówkowego zawierający bęben, w którym jest umieszczany susz. Zbiornik jest zalewany rozpuszczalnikiem przez kanał. Podczas maceracji suszu następuje rozpuszczanie
20 substancji leczniczych, a ruch bębna przyspiesza tam proces. Ruch obrotowy bębna jest wymuszany przez silnik napędowy oraz przekładnię pasową. Przepływ cieczy przez susz jest wymuszana na zasadzie siły odśrodkowej. Ekstraktor odśrodkowy pracuje w pozycji poziomej dzięki ustawieniu poziomo osi bębna, w który znajduje się zasobnik z suszem. Maceracja suszu następuje podczas obracania się bębna a na koniec susz jest odwirowany podczas
25 ruchu obrotowego, który zapewnia zamocowany na końcu wału napędowego silnik elektryczny. Odwirowany ekstrakt jest wypływa przez otwór znajdujący się w dolnej części ekstraktora. Fig. 5 przykład ekstraktora odśrodkowego/wirówkowego.

Głównym problemem technicznym w przypadku ekstrakcji substancji leczniczych z roślin, jest fakt iż wiele z nich może rozkładać się pod wpływem temperatury, dlatego też pożądane jest
30 by prowadzić sam proces ekstrakcji w możliwie najniższej temperaturze. Dodatkowo, stosując ekstraktory wirówkowe w których ruch bębna wywołuje przepływ rozpuszczalnika przez susz konieczne jest doprowadzenie relatywnie dużej mocy do układu, co jest związane z dużą energią potrzebną do wprawienia w ruch bębna zawierającego susz i rozpuszczalnik.

Celem wynalazku było opracowanie ekstraktora wirówkowego umożliwiającego prowadzenie procesu ekstrakcji suszu roślinnego przy obniżonej temperaturze (-30°C), charakteryzującego się dodatkowo znaczną energooszczędnością.

5 Przedmiotem wynalazku jest ekstraktor wirówkowy do ekstrakcji suszu roślinnego w obniżonej temperaturze oraz przy obniżonym ciśnieniu wyposażony jest w obudowę, pokrywę, mieszadło oraz co najmniej jeden silnik napędowy, charakteryzujący się tym, że we wnętrzu obudowy umieszczony jest bęben połączony z silnikiem napędowym, przy czym we wnętrzu bębna znajduje się co najmniej jeden zasobnik suszu roślinnego oraz umieszczone w centralnym miejscu bębna i prostopadle do osi obrotu bębna łopata mieszadła, przy czym mieszadło 10 zawiera co najmniej trzy wyprofilowane łopaty umieszczone na wale pod kątem wymuszającym przepływ rozpuszczalnika osiowo przez wnętrze zasobnika suszu roślinnego przetłaczając również rozpuszczalnik ku górze bębna, przy czym mieszadło jest napędzane przez silnik elektryczny, a obudowa owinięta jest płaszczem chłodzącym, oraz dodatkowo osłonięta izolacją termiczną, przy czym bęben jest zamykany pokrywą górną, przy czym do 15 wnętrza bębna doprowadzony jest kanał dopływu schłodzonego rozpuszczalnika, kanał odprowadzający opary rozpuszczalnika, kanał doprowadzający powietrze, kanał spustowy, czujnik temperatury oraz pompa próżniowa.

Korzystnie mieszadło zawiera trzy wyprofilowane łopaty umieszczone w jednakowym odstępie pomiędzy sobą pod kątem 45° .

20 Korzystnie do pokrywy ekstraktora jest dołączony elektryczny układ podnoszenia.

Korzystnie izolacja termiczna posiada przewodność cieplną od $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ do $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Kolejnym przedmiotem wynalazku jest sposób ekstrakcji suszu roślinnego w obniżonej temperaturze z wykorzystaniem urządzenia wg. wynalazku charakteryzujący się tym, że w pierwszym etapie a) umieszcza się susz roślinny we wnętrzu zasobnika suszu 25 roślinnego. Następnie w etapie b) zamyka się pokrywę i obniża się ciśnienie we wnętrzu bębna za pomocą pompy próżniowej. Po ustaleniu się podciśnienia na zadanym poziomie dostarcza się rozpuszczalnik o obniżonej temperaturze do zasobnika – etap c). Po napełnieniu się zbiornika, miesza się rozpuszczalnik mieszadłem – etap d) uzyskując ekstrakt.

W proponowanym rozwiązaniu, celem skrócenia czasu maceracji oraz zwiększenia 30 efektywności procesu, jest wymuszony przepływ rozpuszczalnika przez susz przez ruch obrotowy mieszadła. Rozwiązanie takie pozwala na skuteczną macerację suszu przy ograniczonej objętości rozpuszczalnika, co wpływa na wzrost stężenia substancji leczniczych w roztworze. Podobny efekt przepływu rozpuszczalnika przez susz można uzyskać przez ruch bębna, ale w takim przypadku konieczne będzie doprowadzenie większej mocy do układu, 35 co jest jednak nie jest korzystne ze względów energetycznych.

Po ukończeniu procesu ekstrakcji wyrównuje się ciśnienie w zasobniku - etap e) i zlewa się ekstrakt z zasobnika otwierając kanał spustowy – etap f). W ostatnim etapie g) odwirowuje się pozostały w zasobniku mokry susz wprawiając w ruch obrotowy bęben celem wydobycia jak największej ilości ekstraktu.

- 5 Korzystnie po etapie g) usuwa się opary rozpuszczalnika z wnętrza bębna wytwarzając podciśnienie w jego wnętrzu.

Korzystnie roślinny umieszcza się w zasobniku w workach o porowatej strukturze tak, że umożliwiają swobodny przepływ rozpuszczalnika przez susz.

Korzystnym rozpuszczalnikiem jest etanol.

- 10 Korzystnie obniżona temperatura rozpuszczalnika wynosi -30°C .

Korzystnie etap d) sposobu ekstrakcji prowadzi się 30 min.

Korzystnie suszem roślinnym są zioła lecznicze wybrane z grupy obejmującej konopie włókniste, konopie indyjskie, lub ich mieszaniny.

- 15 Zaletą niniejszego wynalazku jest możliwość prowadzenia procesu ekstrakcji suszu roślinnego przy obniżeniu zużycia energii służącej do wymuszenia przepływu cieczy przez susz. Kolejną zaletą wynalazku jest prowadzenie kontroli procesu przy założeniu parametrów tj.: doboru czasu procesu (np. 5 do 60 min), prędkości obrotowej mieszadła (przykładowo w zakresie 100 do 500 obr/min) oraz temperatury – 30 st. C.

- 20 Parametry procesu będą związane z rodzajem prowadzonej ekstrakcji. Przedstawione parametry są przykładowe i w zależności od procesu (zastosowanego surowca) mogą być zmienione, jak również sama temperatura ekstrakcji może być obniżona.

Przedmiot wynalazku został ukazanych w przykładach wykonania na rysunku, na którym:

Fig. 6 przedstawia schemat ekstraktora wirówkowego.

- 25 Fig. 7 przedstawia mieszadło ekstraktora wirówkowego.

Fig. 8 przedstawia schemat podłączenia ekstraktora wirówkowego do układu zasilania i układu odprowadzania oparów.

Fig. 9 przedstawia efektywność ekstrakcji

Przykłady wykonania

Budowa ekstraktora

Ekstraktor wirówkowy służyły do uzyskiwania olejków leczniczych z ziół, gdzie rozpuszczalnikiem jest alkohol etylowy. Ekstraktor wirówkowy wyposażony jest w obudowę (3) i pokrywę (4). We wnętrzu obudowy (3) znajduje się bęben (1), który połączony jest z silnikiem napędowym (10) przez sprzęgło podatne.

We wnętrzu bębna (1) znajduje się zasobnik suszu roślinnego (2). W centralnym miejscu bębna (1) w znajduje się wał mieszadła (7), na którym prostopadle do osi obrotu zostały umieszczone łopaty (6). Wał mieszadła (7) za pomocą sprzęgła podatnego jest połączony z elektrycznym silnikiem napędowym (11).

Na wale mieszadła (7) umieszczono trzy wyprofilowane łopaty (6), które są umieszczone na wale (7) pod kątem 45 stopni, co wymusza przepływ rozpuszczalnika promieniowo przez wnętrze zasobnika suszu roślinnego (2). Takie ustawienie łopat mieszadła (7) przetłacza rozpuszczalnik również ku górze bębna (1), zapewniając w ten sposób swobodny przepływ i mieszanie się roztworu wewnątrz bębna ograniczonego od zewnątrz obudową (3).

Obudowa ekstraktora (3) owinięta jest płaszczem chłodzącym (8), w którym się znajduje spirala służąca do schładzania wnętrza ekstraktora i utrzymywania stałej, ujemnej temperatury rozpuszczalnika. Obudowa ekstraktora (3) dodatkowo osłonięta jest izolacją termiczną (9) posiadającą przewodność cieplną w granicach $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Do wnętrza bębna (1) doprowadzony jest kanał dopływu schłodzonego rozpuszczalnika (16), kanał odprowadzający opary rozpuszczalnika (20), kanał doprowadzający powietrze (24) i kanał spustowy (26). Każdy z kanałów zamykany jest oddzielnym elektrozaworem.

Za zaworem kanału odprowadzającego opary rozpuszczalnika znajduje się pompa próżniowa (22), zadaniem której jest możliwość obniżenia ciśnienia panującego we wnętrzu ekstraktora.

Do wnętrza bębna (1) dołączony jest także czujnik temperatury (19), pozwalający na pomiar panującej we wnętrzu ekstraktora temperatury.

Do pokrywy (4) dołączony jest również elektryczny układ podnoszenia.

Sposób ekstrakcji suszu

Susz w bębnie umieszczany jest w specjalnie przygotowanych workach, które mają porowatą strukturę umożliwiając swobodny przepływ alkoholu przez susz i zapobiegających dodatkowo przed rozprzestrzenianiem się suszu po wnętrzu całego ekstraktora. Dodatkowo umieszczenie suszu w workach pozwala na stosowanie suszu o różnym rozdrobieniu. W przykładzie

wykonania wykorzystano ekstrakcję kannabinoidów z suszu w rozpuszczalniku – etanolu, w temperaturze -30°C , co zapobiega przed nadmiernym rozpuszczeniem zanieczyszczeń z suszu np. chlorofilu.

Po umieszczeniu suszu w zasobniku (2), zamyka się pokrywę (4) po czym obniża się ciśnienie we wnętrzu bębna (1), uruchamiając pompę próżniową i otwierając elektrozawór kanału odprowadzającego opary rozpuszczalnika. Po ustaleniu podciśnienia na poziomie 0,4 bar (ciśnienie względne) we wnętrzu bębna (1), otwiera się elektrozawór kanału dopływu schłodzonego rozpuszczalnika do temp. -30°C , dzięki czemu następuje wypełnianie bębna (1) rozpuszczalnikiem. W ekstraktorze wytwarzane jest niższe ciśnienie w stosunku do ciśnienia atmosferycznego przez pompę próżniową (22), która jest połączona z ekstraktorem kanałem pneumatycznym. Stałe podciśnienie jest utrzymywane przez pneumatyczny zawór odcinający (21). W ten sposób do ekstraktora dopływa rozpuszczalnik o temperaturze zbliżonej do temperatury panującej w ekstraktorze wirówkowym. Do bębna ekstraktora dopływa stała objętość rozpuszczalnika, która jest kontrolowana przez zmianę masy rozpuszczalnika, za pomocą czujnika siły (18).

Po wypełnieniu się wnętrza bębna (1) rozpuszczalnikiem, uruchamia się mieszadło (5) włączając silnik (11) przez co następuje wymuszony przepływ rozpuszczalnika przez zasobnik suszu i przebieg procesu ekstrakcji. Temperatura procesu przez cały czas jest kontrolowana i utrzymywana na poziomie -30°C , co zapewnia płaszcz chłodzący (8).

Mieszanie trwa do 30 min., po jego zakończeniu ciśnienie w ekstraktorze jest wyrównywane z ciśnieniem atmosferycznym przez otwarcie zaworu (25), a ekstrakt wypływa grawitacyjnie z bębna ekstraktora przez zawór odcinający (27) do zbiornika produktu (28).

By zwiększyć efektywność uzyskiwanego ekstraktu, pod koniec wypływu ekstraktu z bębna mokry susz jest odwirowany przez ruch obrotowy bębna z suszem, który jest napędzany przez silnik (10), a jego prędkość jest kontrolowana przez czujnik (29).

Po wypływie rozpuszczalnika z ekstraktora przed otwarciem pokrywy usuwane są opary alkoholu. Do tego również służy podciśnieniowy układ pneumatyczny składający się z pompy podciśnienia (22) oraz kanału (20) i zaworu odcinającego (21). Odprowadzenie oparów z bębna przed otwarciem zabezpiecza obsługę przed narażeniem na wdychanie szkodliwych oparów. Na końcu linii odprowadzania umieszczona jest chłodnica (23) służąca do odzyskiwania (skraplania) etanolu z oparów wyciąganych z bębna mieszalnika.

Cały proces ekstrakcji tzn. sterowanie prędkością obrotową silnika mieszadła, silnika ruchu obrotowego bębna, otwarcia zaworów oraz układu odciągu oparów i podnoszenia kłapy są sterowane z centralnego sterownika. Sterownik pozwala również na archiwizację danych kontrolowanych podczas procesu tj. temperatura, czas maceracji, prędkość obrotowa

mieszadła, prędkość obrotowa bębna. Sterowanie procesu jest oparte o algorytm, który ma możliwość zmian np. prędkości obrotowej mieszadła, które będzie zależna od masy i rozdrobnienia suszu.

5 Wyniki uzyskane sposobem ekstrakcji według wynalazku przedstawiono na fig. 9. Wyniki przedstawiono dla procesu ekstrakcji 1 kg konopi włóknistych z wykorzystaniem 10 dm³ etanolu, czasu ekstrakcji 60 min i temp. -30°C.

- wynik nr 1 prędkość obrotowa mieszadła 950 obr/min a bębna 0 obr/min,

- wynik nr 2 prędkość obrotowa mieszadła 1500 obr/min a bębna 0 obr/min,

- wynik nr 3 prędkość obrotowa mieszadła 0 obr/min a bębna 420 obr/min,

10 - wynik nr 4 prędkość obrotowa mieszadła 1500 obr/min a bębna 420 obr/min,

Stosując ruch obrotowego mieszadła 950 obr/min uzyskano efektywność ekstrakcji CBDA z suszu na poziomie 79 %. W przypadku ruchu obrotowego mieszadła z prędkością 1500 obr/min uzyskano efektywność ekstrakcji na poziomie 85 %. Podobnie efektywność ekstrakcji na poziomie 85 % uzyskano w przypadkach ruchu obrotowego bębna z prędkością obrotową 420 obr/min i ruchu obrotowego mieszadła z prędkością 1500 obr/min oraz bębna 420 obr/min.

20 Otrzymany ekstrakt jest cenny ze względu na swoją wysoką jakość i czystość. Proces ekstrakcji został dokładnie kontrolowany, co pozwoliło uzyskać olejek z ziół o wyjątkowo czystym składzie. Dzięki zastosowaniu alkoholu etylowego jako rozpuszczalnika w niskiej temperaturze (-30°C), udało się uniknąć nadmiernego rozpuszczenia zanieczyszczeń, co przyczyniło się do uzyskania ekstraktu o doskonałej jakości.

Po zakończonym etapie ekstrakcji uzyskany ekstrakt (olejek) ten jest gotowy do dalszych procesów przetwarzania lub wykorzystania w produkcji, zachowując swoje właściwości i potencjalne korzyści zdrowotne. Jego czystość i skład czynią go idealnym surowcem do produkcji produktów kosmetycznych, farmaceutycznych lub suplementów diety. Dzięki precyzyjnemu sterowaniu procesem ekstrakcji, otrzymany ekstrakt spełnia najwyższe standardy jakości i może być używany w różnych dziedzinach przemysłu, które wymagają wysokiej jakości olejków leczniczych.

Lista oznaczeń odsyłających:

- 1 – bęben;
- 2 – zasobnik suszu w bębnie;
- 3 – obudowa;
- 5 4 – pokrywa;
- 5 – mieszadło;
- 6 – łopata mieszadła;
- 7 – wał mieszadła;
- 8 – płaszcz chłodzący;
- 10 9 – izolacja termiczna;
- 10 – silnik napędowy bębna z suszem;
- 11 - silnik napędowy mieszadła;
- 12 – obudowa bębna ekstraktora wirówkowego;
- 13 – komora chłodząca;
- 15 14 – zasobnik rozpuszczalnika;
- 15 – zawór dopływu rozpuszczalnika do ekstraktora;
- 16 – przewód zasilający rozpuszczalnik;
- 17 – czujnik temperatury komory chłodzącej;
- 18 – czujnik siły;
- 20 19 – czujnik temperatury wewnątrz ekstraktora;
- 20 – kanał odprowadzający opary;
- 21 – zawór odcinający ekstraktor wirówkowy;
- 22 – pompa próżniowa;
- 23 – chodnica oparów;
- 25 24 – kanał doprowadzający powietrze do zbiornika;
- 25 – zawór pneumatyczny doprowadzający powietrze do zbiornika;
- 26 – kanał spustowy produktu;
- 27 – zawór spustowy produktu;
- 28 – zbiornik produktu;
- 30 29 – czujnik prędkości obrotowej bębna z suszem;
- 30 – czujnik prędkości obrotowej mieszadła;