

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244681 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440492**

(22) Data zgłoszenia: **2022.02.28**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.09.04 BUP 36/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.19 WUP 08/2024**

(51) MKP:

C07D 473/04 (2006.01)

B01D 61/44 (2006.01)

C02F 1/469 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**UNIWERSYTET PRZYRODNICZY W POZNANIU,
Poznań, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ANDRZEJ LEWICKI, Przeźmierowo, PL
KRYSTYNA PROCHASKA, Suchy Las, PL
MATEUSZ SZCZYGIELDA, Komorniki, PL
PIOTR KUBIAK, Poznań, PL
MARTA CIEŚLIK, Suchy Las, PL
JACEK DACH, Jędrzejów, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Bartłomiej Fijałkowski, Łódź, PL

(54) Tytuł:

Sposób separacji kwasu moczowego z pomiotu drobiowego lub obornika drobiowego

PL 244681 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób separacji kwasu moczowego z roztworu wodnego pomiotu drobiowego lub obornika drobiowego z zastosowaniem techniki elektrodializy z membraną anionoselektywną.

Kwas moczowy jest organicznym związkiem chemicznym, pochodnym puryny o wzorze $C_5H_4N_4O_3$. W środowisku występuje zarówno w formie moczanów, jak i w formie kryształów kwasu moczowego oraz hydratów kwasu moczowego. Zwierzęta urikoteliczne – ptaki, większość gadów, niektóre owady i ślimaki lądowe, ze względu na oszczędną gospodarkę wodną, 70–90% zbędnego azotu wydzielają z organizmu w postaci kwasu moczowego. Podobnie jest z drobiem hodowanym przemysłowo, w której to produkcji powstają znaczne ilości odchodów – pomiotu drobiowego, trudnego do zagospodarowania i stanowiącego odpad niebezpieczny. Przedmiotowe zgłoszenie dotyczy separacji kwasu moczowego z pomiotu drobiowego, którego celem ma być obniżenie zawartości azotu w pomiole celem umożliwienia jego monosubstratowej fermentacji metanowej, a także wykorzystanie odseparowanych kryształów kwasu moczowego na cele nawozowe.

Kwas moczowy charakteryzuje się zmienną rozpuszczalnością w zależności od pH, a jego rozpuszczalność rośnie krzywoliniowo wraz ze wzrostem pH roztworu w jakim się znajduje.

Znane metody separacji kwasu moczowego dotyczą przede wszystkim separacji tej substancji w próbkowaniu laboratoryjnym z użyciem chromatografów na potrzeby badań medycznych. Niska jednostkowa wydajność i koszt takich procesów nie pozwala na ich zastosowanie przemysłowe. Jednocześnie tworzone w warunkach hodowli drobiu przez kwas moczowy sole kwasu moczowego, charakteryzujące się zmienną rozpuszczalnością w zależności od pierwiastków jakie je tworzą, utrudniają zastosowanie jednej, uniwersalnej metody separacji w celu pozyskania substancji nawozowych.

W celu separacji kwasu moczowego potencjalnie wykorzystane mogą być metody membranowe, które umożliwiają separację zanieczyszczeń o wymiarach cząstek i cząsteczek na poziomie molekularnym lub jonowym. Są to procesy stosunkowo nowe, szybko rozwijające się w ostatnich latach. Postępy w pracach badawczych, w rozwoju technik membranowych czynią ich zastosowanie w ochronie środowiska realnymi technicznie i korzystnymi ekonomicznie. Procesy separacji membranowej i reaktory membranowe są dzisiaj technikami o szerokiej gamie zastosowań. Integracja operacji membranowych z technologiami tradycyjnymi lub projektowanie nowych cykli produkcyjnych opartych na technikach membranowych, staje się atrakcyjnym polem badań inżynierskich. Obecnie coraz częściej membrany zarówno polimerowe, jak i nieorganiczne, o dużej selektywności i wydajności oraz wysokim stopniu odporności termicznej, chemicznej i mechanicznej, są stosowane do odsalania wody morskiej, oczyszczania ścieków, odzyskiwania cennych składników ze ścieków, a także do rozdzielania mieszanin związków organicznych.

Wspólną cechą wszystkich technik membranowych jest to, że proces separacji przebiega w reaktorze przedzielonym membraną, jako którą należy rozumieć fazę rozdzielającą dwie inne fazy, która działa jako pasywna lub aktywna bariera dla transportu masy między nimi.

Inna definicja membrany wskazuje, że jest to bariera umożliwiająca transport substancji o różnych wielkościach cząstek/cząsteczek pomiędzy oddzielnymi środowiskami.

Transport przez membranę zachodzi dzięki różnicy potencjałów chemicznych $\Delta\mu$ po obu stronach membrany. Różnica ($\Delta\mu$) może być skutkiem: różnicy ciśnień (ΔP), stężeń (ΔC), temperatury (ΔT), potencjału elektrycznego (ΔE).

Przedmiotowe zgłoszenie opisuje sposób separacji kwasu moczowego z pomiotu drobiowego dzięki zastosowaniu układu elektrodialitycznego. Dzięki jego zastosowaniu możliwe jest znaczne zróżnicowanie pH pomiędzy dwoma stronami membrany umożliwiającej przeprowadzenie kwasu moczowego najpierw do formy rozpuszczalnej – w środowisku zasadowym, a następnie wytrącenie go po przejściu przez membranę jonoselektywną, w środowisku kwaśnym.

Zaproponowana metoda polega na podawaniu świeżego pomiotu do silnie zasadowego przedziału katodowego umożliwiając przejście kwasu moczowego do silnie zjonizowanej, rozpuszczalnej formy dwu-ujemnej ($UA^{2-}_{(aq)}$), a następnie migrację w kierunku dodatnio naładowanej anody do kwaśnego środowiska anodowego, w którym następuje wytrącenie kwasu moczowego w postaci krystalicznej ($UA_{(s)}$). Dzięki temu możliwe jest odbieranie kwasu moczowego w leju zbiorczym (fig. 1).

Sposób według wynalazku polega na tym, że zawiesina wodna świeżego pomiotu drobiowego o zawartości suchej masy w przedziale 1–30% umieszcza się w przedziale katodowym reaktora elektrodialitycznego. Przedział anodowy wypełnia się wodą lub roztworem wodnym soli lub zasad. Pomiędzy przedziałami montuje się uprzednio membranę półprzepuszczalną jonoselektywną – korzystnie anionoselektywną. Następnie podłącza się prąd o natężeniu do elektrod umieszczonych w elektrodializerze

i prowadzi proces przy gęstości prądu w zakresie 150–300 A/m². W wyniku przepływu jonów między przedziałami następuje różnicowanie pH w obu przedziałach. W przedziale katodowym wzrasta pH zwiększając rozpuszczalność kwasu moczowego. Następnie reszta moczanowa posiadając ładunek ujemny przemieszcza się w kierunku anody, przechodząc przez membranę półprzepuszczalną. Po przejściu trafia na kwaśne środowisko przedziału anodowego, w którym następuje drastyczny spadek rozpuszczalności kwasu moczowego w efekcie czego wytrąca się on w postaci kryształków/hydratyzowanych kłaczków. Kwas moczowy odseparowuje się następnie z przedziału anodowego na drodze sedymentacji. W przedziale katodowym zostaje natomiast pomiot o znacząco zredukowanej ilości azotu.

W innym wariantcie wynalazku zawieszinę wodną świeżego obornika drobiowego o zawartości suchej masy w przedziale 1–30% umieszcza się w przedziale katodowym reaktora elektrodialitycznego. Przedział anodowy wypełnia się wodnym roztworem soli wybranej spośród NaCl, Na₂SO₄, albo zasady (NaOH). Pomiedzy przedziałami montuje się uprzednio membranę półprzepuszczalną jonoselektywną – anionoselektywną. Następnie podłącza się prąd do elektrod i prowadzi proces przy gęstości prądu w zakresie 150–300 A/m². W wyniku przepływu jonów między przedziałami następuje różnicowanie pH w obu przedziałach. W katodowym wzrasta pH zwiększając rozpuszczalność kwasu moczowego. Następnie reszta moczanowa posiadając ładunek ujemny przemieszcza się w kierunku anody, przechodząc przez membranę półprzepuszczalną. Po przejściu trafia na kwaśne środowisko przedziału anodowego, w którym następuje drastyczny spadek rozpuszczalności kwasu moczowego w efekcie czego wytrąca się on w postaci kryształków/kłaczków zhydrytowanych. Kwas moczowy odseparowuje się następnie z przedziału anodowego na drodze sedymentacji. W przedziale katodowym zostaje natomiast obornik drobiowy o znacząco zredukowanej ilości azotu.

W toku prowadzonych badań przeprowadzono eksperymenty wykorzystując w poszczególnych przedziałach – katodowym i anodowym różnego rodzaju odczynniki mające na celu wytworzenie odpowiedniego środowiska i siły jonowej.

Uzyskane wyniki jednoznacznie ukazały migrację kwasu moczowego z diluatu do koncentratu już w przeciągu 30 min prowadzenia doświadczeń. Dodatkowo, po stronie koncentratu odnotowano kłaczkowanie kwasu moczowego, który z czasem zaczął wykryształizować. W układach modelowych wyznaczono także zapotrzebowanie na energię (przy gęstości ładunku 161,6 A/m²), które wynosiło 20,53 (Eksperyment 2) i 33,51 (Eksperyment 3) kWh/kg kwasu moczowego.

Uzyskane nakłady są więc relatywnie wysokie, ale należy oczywiście zwrócić uwagę, że zastosowany układ nie był zoptymalizowany, a eksperymenty miały służyć jedynie potwierdzeniu możliwości zastosowania tej metody do separacji kwasu moczowego z pomiotu. W takich warunkach licząc, przyjmując, że cena energii elektrycznej w taryfie dla średnich przedsiębiorców to około 0,42 zł/kWh, to koszt energii el. pozyskania 1 kg kwasu moczowego mieściłby się w zakresie między 9–14 zł. Jednostkowy strumień objętości kwasu moczowego wynosił 0,127 i 0,140 kg na m² membrany na godzinę.

Sposób według wynalazku przedstawiono w przykładach wykonania oraz na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowy wytrącania kwasu moczowego z wykorzystaniem procesu elektrodializy.

Przykład 1.

Sposób według wynalazku polega na tym, że **zawieszinę** wodną świeżego pomiotu drobiowego o zawartości suchej masy w przedziale 1–30% umieszcza się w przedziale katodowym elektrodializera. Przedział anodowy wypełnia się wodą. Pomiedzy przedziałami montuje się uprzednio membranę półprzepuszczalną jonoselektywną – korzystnie anionoselektywną. Następnie podłącza się prąd do elektrod umieszczonych w reaktorze i prowadzi proces przy gęstości prądu w zakresie 150–300 A/m². W wyniku przepływu jonów między przedziałami następuje różnicowanie pH w obu przedziałach. W przedziale katodowym wzrasta pH zwiększając rozpuszczalność kwasu moczowego. Następnie reszta moczanowa posiadając ładunek ujemny przemieszcza się w kierunku anody, przechodząc przez membranę półprzepuszczalną. Po przejściu trafia na kwaśne środowisko przedziału anodowego, w którym następuje drastyczny spadek rozpuszczalności kwasu moczowego w efekcie czego wytrąca się on w postaci kryształków/zhydrytowanych kłaczków. Kwas moczowy odseparowuje się następnie z przedziału anodowego na drodze sedymentacji. W przedziale katodowym zostaje natomiast pomiot o znacząco zredukowanej ilości azotu.

Przykład 2.

Zawieszinę wodną świeżego obornika drobiowego o zawartości suchej masy w przedziale 1–30% umieszcza się w przedziale katodowym elektrodializera. Przedział anodowy wypełnia się wodnym roztworem soli NaCl. Pomiedzy przedziałami montuje się uprzednio membranę półprzepuszczalną jonoselektywną – anionoselektywną. Następnie podłącza się prąd do elektrod i prowadzi proces przy gęstości

prądu w zakresie 150–300 A/m². W wyniku przepływu jonów między przedziałami następuje różnicowanie pH w obu przedziałach. W katodowym wzrasta pH zwiększając rozpuszczalność kwasu moczowego. Następnie reszta moczanowa posiadając ładunek ujemny przemieszcza się w kierunku anody, przechodząc przez membranę półprzepuszczalną. Po przejściu trafia na kwaśne środowisko przedziału anodowego, w którym następuje drastyczny spadek rozpuszczalności kwasu moczowego w efekcie czego wytrąca się on w postaci kryształków/kłaczków zhydratyzowanych. Kwas moczowy odseparowuje się następnie z przedziału anodowego na drodze sedimentacji. W przedziale katodowym zostaje natomiast obornik drobiowy o znacząco zredukowanej ilości azotu.

Przykład 3

Zawiesinę wodną świeżego obornika drobiowego o zawartości suchej masy w przedziale 1–30% umieszcza się w przedziale katodowym elektrodializera. Przedział anodowy wypełnia się wodnym roztworem soli NaSO₄. Pomiedzy przedziałami montuje się uprzednio membranę półprzepuszczalną jonoselektywną – anionoselektywną. Następnie podłącza się prąd i prowadzi proces przy gęstości prądu w zakresie 150–300 A/m². W wyniku przepływu jonów między przedziałami następuje różnicowanie pH w obu przedziałach. W katodowym wzrasta pH zwiększając rozpuszczalność kwasu moczowego. Następnie reszta moczanowa posiadając ładunek ujemny przemieszcza się w kierunku anody, przechodząc przez membranę półprzepuszczalną. Po przejściu trafia na kwaśne środowisko przedziału anodowego, w którym następuje drastyczny spadek rozpuszczalności kwasu moczowego w efekcie czego wytrąca się on w postaci kryształków/kłaczków zhydratyzowanych. Kwas moczowy odseparowuje się następnie z przedziału anodowego na drodze sedimentacji. W przedziale katodowym zostaje natomiast obornik drobiowy o znacząco zredukowanej ilości azotu.

Przykład 4

Zawiesinę wodną świeżego obornika drobiowego o zawartości suchej masy w przedziale 1–30% umieszcza się w przedziale katodowym elektrodializera. Przedział anodowy wypełnia się wodnym roztworem zasady NaOH. Pomiedzy przedziałami montuje się uprzednio membranę półprzepuszczalną jonoselektywną – anionoselektywną. Następnie podłącza się prąd i prowadzi proces przy gęstości prądu w zakresie 150–300 A/m². W wyniku przepływu jonów między przedziałami następuje różnicowanie pH w obu przedziałach. W katodowym wzrasta pH zwiększając rozpuszczalność kwasu moczowego. Następnie reszta moczanowa posiadając ładunek ujemny przemieszcza się w kierunku anody, przechodząc przez membranę półprzepuszczalną. Po przejściu trafia na kwaśne środowisko przedziału anodowego, w którym następuje drastyczny spadek rozpuszczalności kwasu moczowego w efekcie czego wytrąca się on w postaci kryształków/kłaczków zhydratyzowanych. Kwas moczowy odseparowuje się następnie z przedziału anodowego na drodze sedimentacji. W przedziale katodowym zostaje natomiast obornik drobiowy o znacząco zredukowanej ilości azotu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób separacji kwasu moczowego z roztworu wodnego pomiotu drobiowego lub obornika drobiowego **znamienny tym**, że w reaktorze, którego przedziały rozdzielone są membraną półprzepuszczalną jonoselektywną – korzystnie anionoselektywną, w przedziale katodowym reaktora umieszcza się zawiesinę wodną świeżego pomiotu drobiowego lub roztwór wodny świeżego obornika drobiowego o zawartości suchej masy w przedziale 1–30%, przedział anodowy przy zastosowaniu pomiotu kurzego wypełnia się wodą, a w przypadku obornika drobiowego przedział anodowy wypełnia się wodnym roztworem soli lub zasady, a następnie do umieszczonych w przedziałach elektrod podłącza się prąd i prowadzi proces przy gęstości prądu w zakresie 150–300 A/m², po czym odseparowuje się sedimentacyjnie kryształy kwasu moczowego wytrącone po przejściu membrany z kwaśnego środowiska przedziału anodowego, a w przedziale katodowym redukuje się ilości azotu.
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że wodnym roztworem soli jest roztwór NaCl.
3. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że wodnym roztworem soli jest roztwór NaSO₄.
4. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że roztworem zasady jest roztwór NaOH.

Rysunek

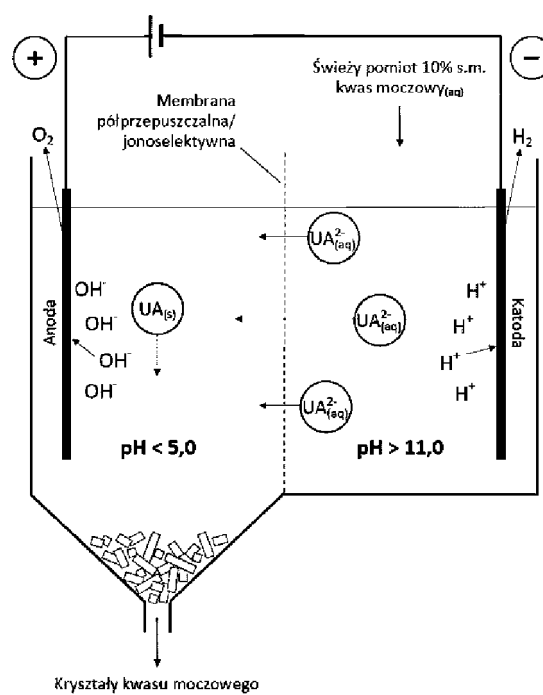


Fig 1