

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242896 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **434306**

(22) Data zgłoszenia: **2020.06.15**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.12.20 BUP 38/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.05.15 WUP 20/2023**

(51) MKP:

C07C 211/62 (2006.01)

C07C 209/12 (2006.01)

C11D 1/62 (2006.01)

C07D 209/20 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA POZNAŃSKA, Poznań, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

JULIUSZ PERNAK, Poznań, PL

DARIA CZURYSZKIEWICZ, Poznań, PL

WIKTORIA KOZŁOWSKA, Dywity, PL

(54) Tytuł:

Bis-amoniowe ciecze jonowe z anionem L-tryptofanianowym, sposób ich otrzymywania oraz zastosowanie jako środki myjące

PL 242896 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku są bis-amoniowe cieczce jonowe z anionem L-tryptofanianowym, sposób ich otrzymywania oraz zastosowanie jako środki myjące.

W ostatnich latach odnotowuje się wzrost liczby projektów badawczych, których celem jest opracowanie tanich w produkcji, łatwo dostępnych, skutecznych oraz bezpiecznych dla środowiska naturalnego nowych związków, wykazujących aktywność powierzchniową o zastosowaniu jako środki myjące. Surfaktanty powszechnie stosowane w przemyśle i życiu codziennym mogą negatywnie wpływać na środowisko naturalne, w tym hydrosferę i organizmy wodne. Wskutek adsorpcji na powierzchni wody surfaktanty utrudniają przenikanie tlenu w głąb wód naturalnych, co wpływa na rozwój organizmów wodnych i samooczyszczanie się akwenów w procesach biodegradacji. Z tego względu istnieje, konieczność opracowania nowych, bardziej przyjaznych dla środowiska związków aktywnych powierzchniowo.

Dużym zainteresowaniem w dziedzinie związków aktywnych powierzchniowo cieszą się amoniowe i bis-amoniowe cieczce jonowe. Cieczce jonowe (ang. *ionic liquids*, *ILs*) stanowią obszerną grupę związków o budowie jonowej, które charakteryzują się temperaturą topnienia niższą od 100°C. Ich unikalne właściwości można „zaprojektować” dobierając odpowiedni anion oraz kation. Daje to możliwość sterowania takimi właściwościami jak gęstość, temperatura topnienia, lepkość, mieszalność z rozpuszczalnikami lub aktywność powierzchniowa. Szczególnym przypadkiem omawianych ILs są bis-amoniowe cieczce jonowe, które posiadają w swojej strukturze dwa czwartorzędowe atomy azotu połączone ze sobą, tzw. mostkiem oraz dwóch łańcuchów alkilowych (zwanymi „ogonami”) i dwóch grup hydrofilowych (zwanymi „głowami”). Bis-amoniowe ILs ze względu na amfifilową budowę kationów często charakteryzują się niskim stężeniem micelizacji (CMC), wysoką skutecznością w obniżaniu napięcia powierzchniowego i dobrą zdolnością zwilżania powierzchni, przez co są opisywane w literaturze jako skuteczniejsze substancje o aktywności powierzchniowej w porównaniu do mono-amoniowych surfaktantów kationowych. Uznaje się, że bis-amoniowe ILs ze względu na możliwość doboru odpowiednich anionów, mogą wykazywać wysoką aktywność powierzchniową przy zachowaniu niskiej toksyczności oraz zwiększonej biodegradacji.

Zastosowanie bis-amoniowych ILs może stanowić trafne rozwiązanie problemu toksycznych surfaktantów. Połączenie kationu bis-amoniowego z anionem L-tryptofanianowym i kwasu pochodzenia naturalnego może prowadzić do zredukowania negatywnego oddziaływania na środowisko naturalnego, polepszenia biodegradowalności oraz biokompatybilności, przy zachowaniu wysokiej aktywności powierzchniowej.

Istotą wynalazku są bis-amoniowe cieczce jonowe z anionem L-tryptofanianowym o wzorze ogólnym 1, w którym A oznacza anion kwasu *trans*-cynamonowego o wzorze 4, albo kwasu migdałowego o wzorze 5, albo kwasu octowego o wzorze 6.

Sposób ich otrzymywania polega na tym, że dibromek alkilo-1,X-bis-(decylodimetyloamoniowy) o wzorze 2, poddaje się reakcji alkalizacji za pomocą żywicy jonowymiennej, albo wodorotlenku potasu, albo wodorotlenku sodu w stosunku molowym dibromku alkilo-1,X-bis-(decylodimetyloamoniowego) do donoru jonów hydroksylowych 1:2, w rozpuszczalniku z grupy alkoholi krótkołańcuchowych: metanol albo etanol, w temperaturze od 20 do 50°C, korzystnie 25°C, w czasie od 15 minut do 10 godzin, po czym z rozpuszczalnika odsącza się żywicę jonowymienną z zaadsorbowanymi jonami bromkowymi albo powstałą sól nieorganiczną, po czym układ reagentów, po reakcji alkalizacji za pomocą wodorotlenku potasu albo wodorotlenku sodu schładza się do temperatury od 2 do 10°C, korzystnie 2°C, następnie do otrzymanego wodorotlenku przy ciągłym mieszaniu dodaje się stechiometryczną ilość L-tryptofanu o wzorze 3 oraz wybranego kwasu pochodzenia naturalnego, którym jest kwas *trans*-cynamonowy o wzorze 4, albo kwas migdałowy o wzorze 5, albo kwas octowy o wzorze 6 w temperaturze od 20 do 50°C, korzystnie 25°C, w czasie od 15 do 40 minut, korzystnie 40 minut, po czym odparowuje się rozpuszczalnik, a do otrzymanego produktu dodaje się bezwodnego acetonu albo 2-propanolu, dalej całość ochładza się do temperatury od 2 do 10°C, korzystnie 2°C, po czym z rozpuszczalnika odsącza się bromek potasu albo bromek sodu, a po odpędzeniu rozpuszczalnika produkt suszy się pod obniżonym ciśnieniem w temperaturze od 40 do 80°C, korzystnie 60°C.

Zastosowanie bis-amoniowych cieczy jonowych z anionem L-tryptofanianowym jako środki myjące.

Dzięki zastosowaniu rozwiązania według wynalazku uzyskano następujące efekty techniczno-ekonomiczne:

- w wyniku dwuetapowej reakcji otrzymano nowe bis-amoniowe cieczce jonowe z anionem L-tryptofanianowym z wydajnościami przekraczającymi 90%,
- 11 z 12 syntezowanych związków charakteryzowało się temperaturą topnienia niższą od 100°C, są to nowe cieczce jonowe,
- otrzymane bis-amoniowe cieczce jonowe charakteryzują się wysoką czystością,
- syntezowane związki są dobrze rozpuszczalne w wodzie, metanolu, chloroformie i 2-propanolu,
- otrzymane bis-amoniowe cieczce jonowe o mostku łączącym dwa czwartorzędowe atomy azotu w kationie o długości 8 atomów węgla lub większej zmniejszają napięcie powierzchniowe rozтворów wodnych, mogą być zastosowane jako środki myjące.

Wynalazkiem są bis-amoniowe cieczce jonowe z anionem L-tryptofanianowym, których sposób otrzymywania ilustrują poniższe przykłady:

Przykład I

trans-cynamonian L-tryptofanian heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowy), skrót [CINN][1,6][TRP]

W 30 cm³ metanolu przy ciągłym mieszaniu rozpuszczono 0,05 mola dibromku heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowego). Do roztworu dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku sodu. Reakcję prowadzono w temperaturze 25°C przez 20 minut. Następnie układ reagentów schłodzono do temperatury 2°C. Wytrącony osad soli nieorganicznej usunięto z układu za pomocą sączenia próżniowego. Do otrzymanego wodorotlenku heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowego) dodano 0,05 mola kwasu *trans*-cynamonowego i 0,05 mola L-tryptofanu intensywnie mieszając w temperaturze 35°C przez 15 minut. Rozpuszczalnik odparowano na wyparce próżniowej. Otrzymany produkt poddano ługowaniu za pomocą 20 cm³ bezwodnego acetonu, a następnie schłodzono do temperatury 3°C. Wytrącony bromek sodu usunięto za pomocą filtracji próżniowej. Rozpuszczalnik usunięto przy użyciu wyparki rotacyjnej pod obniżonym ciśnieniem. Otrzymany *trans*-cynamonian L-tryptofanian heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowy) suszono w temperaturze 40°C pod obniżonym ciśnieniem. Wydajność reakcji wyniosła 90%.

Strukturę otrzymanej soli potwierdzono za pomocą widma protonowego i węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego:

¹H NMR (300 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 7,72-7,69 (d, 1H); 7,53-7,50 (d, 1H); 7,41-7,32 (m, 6H); 7,16 (s, 1H); 7,12-7,07 (t, 1H); 7,03-6,99 (t, 1H); 6,55-6,49 (d, 1H); 3,56-3,50 (q, 1H) 3,33-3,22 (m, 9H); 3,02-2,96 (m, 13H); 1,72-1,63 (m, 8H); 1,32-1,20 (m, 32H); 0,87-0,82 (m, 6H).

¹³C NMR (75 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 181,87 (1C); 175,19 (1C); 140,45 (1C); 138,19 (1C); 137,38 (1C); 130,03 (1C) 129,87 (1C); 129,13 (2C); 128,50 (3C); 127,17 (1C), 124,66 (1C); 122,43 (1C); 119,83 (1C); 119,77 (1C); 112,42 (1C); 65,46 (2C); 58,06 (1C); 51,16 (4C); 33,07 (3C); 30,64 (4C); 30,44 (4C) 30,30 (2C); 27,45 (2C); 26,82 (2C); 23,76 (2C); 23,61 (2C); 23,34 (2C); 14,54 (2C).

Czystość syntezowanego produktu potwierdzono za pomocą analizy elementarnej CHN:

Analiza elementarna CHN dla C₅₀H₈₄N₄O₄ (Mmol = 805,25g/mol): wartości obliczone (%): C = 74,58; H = 10,52; N = 6,96; wartości zmierzone (%): C = 74,32; H = 10,44; N = 6,80.

Przykład II

trans-cynamonian L-tryptofanian oktylo-1,8-bis-(decylodimetyloamoniowy), skrót [CINN][1,8][TRP]

W reaktorze wyposażonym w mieszadło magnetyczne umieszczono 0,02 mola dibromku oktylo-1,8-bis-(decylodimetyloamoniowego) rozpuszczonego w 30 cm³ metanolu. Przy intensywnym mieszaniu w temperaturze 20°C do roztworu dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku potasu, po 15 minutach układ reagentów schłodzono do temperatury 3°C. Wytrącony osad soli nieorganicznej odfiltrowano pod obniżonym ciśnieniem. Do roztworu wodorotlenku oktylo-1,8-bis-(decylodimetyloamoniowego) dodano 0,02 mola kwasu *trans*-cynamonowego i 0,02 mola L-tryptofanu, przy intensywnym mieszaniu w temperaturze 30°C. Po czasie 30 minut odparowano rozpuszczalnik. Otrzymany produkt poddano ługowaniu za pomocą 30 cm³ bezwodnego 2-propanolu. Roztwór schłodzono do temperatury 4°C, a wytrącony osad bromku potasu usunięto za pomocą sączenia próżniowego. 2-Propanol odparowano na wyparce rotacyjnej pod obniżonym ciśnieniem. Otrzymany *trans*-cynamonian L-tryptofanian oktylo-1,8-bis-(decylodimetyloamoniowy) suszono w suszarce próżniowej w temperaturze 50°C. Wydajność syntezy wyniosła 95%. Strukturę syntezowanego produktu potwierdzono za pomocą techniki spektroskopii NMR:

^1H NMR (300 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 7,71-7,69 (d, 1H); 7,54-7,50 (d, 1H); 7,43-7,34 (m, 6H); 7,15 (s, 1H); 7,12-7,07 (t, 1H); 7,03-6,99 (t, 1H); 6,54-6,49 (d, 1H); 3,55-3,50 (q, 1H) 3,33-3,22 (m, 9H); 3,02-2,95 (m, 13H); 1,74-1,64 (m, 8H); 1,35-1,19 (m, 36H); 0,89-0,86 (m, 6H).

^{13}C NMR (75 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 181,90 (1C); 175,21 (1C); 140,47 (1C); 138,17 (1C); 137,39 (1C); 130,05 (1C); 129,89 (1C); 129,15 (2C); 128,53 (3C); 127,14 (1C), 124,68 (1C); 122,42 (1C); 119,83 (1C); 119,75 (1C); 112,40 (1C); 65,45 (2C); 58,06 (1C); 51,18 (4C); 33,05 (3C); 30,66 (4C); 30,47 (4C); 30,32 (2C); 27,45 (2C); 26,81 (2C); 23,75 (2C); 23,61 (2C); 23,34 (2C); 14,56 (2C).

Za pomocą analizy elementarnej CHN potwierdzono czystość otrzymanej cieczy jonowej:

Analiza elementarna CHN dla $\text{C}_{52}\text{H}_{88}\text{N}_4\text{O}_4$ (Mmol = 833,30 g/mol): wartości obliczone (%): C = 74,95; H = 10,64; N = 6,72; wartości zmierzone (%): C = 74,75; H = 10,42; N = 6,81.

Przykład III

trans-cynamonian L-tryptofanian decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowego), skrót [CINN][1,10][TRP]

W kolbie umieszczono 0,03 mola dibromku decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowego), rozpuszczonego w 30 cm^3 bezwodnego metanolu oraz stechiometryczną ilość żywicy jonowymiennej. Mieszanie reakcyjną poddano mieszanemu w temperaturze 25°C w czasie 5 godzin. Uzyskany wodorotlenek decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowy) odfiltrowano z żywicy za pomocą sączenia próżniowego i zobojętniono za pomocą 0,03 mola kwasu *trans*-cynamonowego i 0,03 mola L-tryptofanu. Reakcję prowadzono w temperaturze 25°C przez 40 minut, a następnie odparowano rozpuszczalnik za pomocą wyparki próżniowej. Otrzymany *trans*-cynamonian L-tryptofanian decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowy) wysuszone w 75°C w suszarce próżniowej. Wydajność reakcji wyniosła 92%.

Strukturę cieczy jonowej potwierdzono za pomocą widma protonowego i węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego:

^1H NMR (300 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 7,70-7,68 (d, 1H); 7,55-7,50 (d, 1H); 7,43-7,34 (m, 6H); 7,17 (s, 1H); 7,14-7,08 (t, 1H); 7,06-6,99 (t, 1H); 6,54-6,49 (d, 1H); 3,54-3,49 (q, 1H) 3,33-3,20 (m, 9H); 3,02-2,95 (m, 13H); 1,72-1,64 (m, 8H); 1,36-1,18 (m, 40H); 0,88-0,86 (m, 6H).

^{13}C NMR (75 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 181,87 (1C); 175,19 (1C); 140,46 (1C); 138,17 (1C); 137,38 (1C); 130,00 (1C) 129,92 (1C); 129,16 (2C); 128,53 (3C); 127,13 (1C), 124,68 (1C); 122,42 (1C); 119,86 (1C); 119,73 (1C); 112,40 (1C); 65,46 (2C); 58,06 (1C); 51,19 (4C); 33,05 (3C); 30,67 (4C); 30,50 (6C); 30,32 (2C); 27,47 (2C); 26,82 (2C); 23,74 (2C); 23,63 (2C); 23,34 (2C); 14,58 (2C).

Czystość syntezowanego produktu potwierdzono za pomocą analizy elementarnej CHN:

Analiza elementarna CHN dla $\text{C}_{54}\text{H}_{92}\text{N}_4\text{O}_4$ (Mmol = 861,35 g/mol): wartości obliczone (%): C = 75,30; H = 10,77; N = 6,50; wartości zmierzone (%): C = 75,11; H = 10,53; N = 6,32.

Przykład IV

trans-cynamonian L-tryptofanian dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego), skrót [CINN][1,12][TRP]

W kolbie zaopatrzonej w mieszkadło magnetyczne umieszczono 0,04 mola, dibromku dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego) rozpuszczonego w 40 cm^3 etanolu. Do roztworu dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku potasu. Reakcję prowadzono w temperaturze 35°C. Po 15 minutach układ schłodzono do temperatury 7°C. Wytrącony osad bromku potasu usunięto za pomocą filtracji próżniowej. Do otrzymanego wodorotlenku dodano stechiometryczną ilość kwasu *trans*-cynamonowego i L-tryptofanu. Reakcję prowadzono przez 20 minut w temperaturze 40°C. Metanol usunięto za pomocą wyparki próżniowej. Uzyskany produkt poddano ługowaniu w 20 cm^3 bezwodnego acetonu. Układ schłodzono do temperatury 8°C. Wytrącony osad soli nieorganicznej odfiltrowano, a rozpuszczalnik odparowano pod obniżonym ciśnieniem na wyparce rotacyjnej. Uzyskany *trans*-cynamonian L-tryptofanian dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowy), suszone w temperaturze 60°C pod obniżonym ciśnieniem. Produkt otrzymano z wydajnością 91%. Strukturę syntezowanej cieczy jonowej potwierdzono za pomocą spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego:

^1H NMR (300 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 7,70-7,69 (d, 1H); 7,54-7,50 (d, 1H); 7,43-7,34 (m, 6H); 7,15 (s, 1H); 7,13-7,08 (t, 1H); 7,05-6,99 (t, 1H); 6,54-6,49 (d, 1H); 3,54-3,49 (q, 1H) 3,33-3,21 (m, 9H); 3,02-2,93 (m, 13H); 1,72-1,64 (m, 8H); 1,36-1,15 (m, 44H); 0,89-0,86 (m, 6H).

^{13}C NMR (75 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 181,88 (1C); 175,17 (1C); 140,44 (1C); 138,15 (1C); 137,39 (1C); 130,03 (1C) 129,96 (1C); 129,16 (2C); 128,52 (3C); 127,13 (1C), 124,67 (1C); 122,41 (1C); 119,86 (1C); 119,71 (1C); 112,42 (1C); 65,46 (2C); 58,06 (1C); 51,21 (4C); 33,07 (3C); 30,69 (4C); 30,52 (10C); 30,32 (2C); 27,48 (2C); 26,83 (2C); 23,74 (2C); 23,64 (2C); 23,34 (2C); 14,59 (2C).

Za pomocą analizy elementarnej CHN potwierdzono czystość otrzymanego *trans*-cynamonianu tryptofanianu dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego):

Analiza elementarna CHN dla $C_{56}H_{96}N_4O_4$ (Mmol = 889,41 g/mol): wartości obliczone (%): C = 75,63; H = 10,88; N = 6,30; wartości zmierzone (%): C = 75,43; H = 10,66; N = 6,05.

Przykład V

Migdalan L-tryptofanian heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowy), skrót [MAN][1,6][TRP]

W 40 cm³ etanolu rozpuszczono 0,03 mola dibromku heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowego). Do roztworu przy intensywnym mieszaniu w temperaturze 25°C dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku sodu, po 30 minutach układ reagentów schłodzono do temperatury 4°C. Wytrącony osad soli nieorganicznej odsączono pod obniżonym ciśnieniem. Do otrzymanego wodorotlenku heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowego) dodano 0,03 mola kwasu migdałowego oraz 0,03 mola L-tryptofanu. Układ reagentów mieszano w temperaturze w 50°C przez 30 minut. Rozpuszczalnik usunięto przy użyciu wyparki próżniowej. Otrzymany produkt poddano ługowaniu za pomocą bezwodnego acetonu. Mieszanie schłodzono do temperatury 10°C. Wytrącony osad bromku potasu usunięto za pomocą sączenia próżniowego. Rozpuszczalnik odparowano za pomocą wyparki rotacyjnej pod obniżonym ciśnieniem. Otrzymany produkt suszono w suszarce próżniowej w temperaturze 65°C. Produkt otrzymano z wydajnością 98%.

Analiza widm protonowego i węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego potwierdziła strukturę produktu:

¹H NMR (300 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 7,73-7,69 (d, 1H); 7,42-7,32 (m, 6H); 7,15 (s, 1H); 7,12-7,08 (t, 1H); 7,03-6,99 (t, 1H); 5,37 (s, 1H); 3,56-3,50 (q, 1H) 3,33-3,23 (m, 9H); 3,02-2,96 (m, 13H); 1,72-1,65 (m, 8H); 1,32-1,21 (m, 32H); 0,87-0,84 (m, 6H).

¹³C NMR (75 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 181,88 (1C); 176,82 (1C); 140,24 (1C); 137,38 (1C); 130,06 (1C); 127,51 (2C); 127,15 (1C); 126,49 (2C); 126,33 (1C); 124,68 (1C); 124,43 (1C); 122,45 (1C); 119,83 (1C); 119,76 (1C); 112,42 (1C); 65,46 (2C); 58,08 (1C); 51,14 (4C); 33,09 (3C); 30,64 (4C); 30,46 (4C); 30,32 (2C); 27,45 (2C); 26,82 (2C); 23,79 (2C); 23,61 (2C); 23,35 (2C); 14,53 (2C).

Czystość otrzymanego związku potwierdzono za pomocą analizy elementarnej CHN:

Analiza elementarna CHN dla $C_{49}H_{84}N_4O_4$ (Mmol = 793,24 g/mol): wartości obliczone (%): C = 74,19; H = 10,67; N = 7,06; wartości zmierzone (%): C = 74,38; H = 10,87; N = 6,89.

Przykład VI

Migdalan L-tryptofanian oktylo-1,8-bis-(decylodimetyloamoniowy), skrót [MAN][1,8][TRP]

W 30 cm³ metanolu przy ciągłym mieszaniu rozpuszczono 0,02 mola dibromku oktylo-1,8-bis-(decylodimetyloamoniowego). Do roztworu dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku potasu. Reakcję prowadzono w temperaturze 45°C przez 20 minut. Następnie układ reagentów schłodzono do temperatury 10°C. Wytrącony osad soli nieorganicznej usunięto z układu za pomocą sączenia próżniowego. Do otrzymanego wodorotlenku oktylo-1,8-bis-(decylodimetyloamoniowego) dodano stechiometryczną ilość kwasu migdałowego oraz L-tryptofanu, intensywnie mieszając w temperaturze 25°C przez 15 minut. Rozpuszczalnik odparowano na wyparce próżniowej. Otrzymany produkt poddano ługowaniu za pomocą 20 cm³ bezwodnego 2-propanolu, a następnie schłodzono do temperatury 6°C. Wytrącony bromek potasu usunięto za pomocą filtracji próżniowej. Rozpuszczalnik usunięto przy użyciu wyparki rotacyjnej pod obniżonym ciśnieniem. Otrzymany migdalan L-tryptofanian oktylo-1,8-bis-(decylodimetyloamoniowy), suszono w temperaturze 70°C pod obniżonym ciśnieniem. Wydajność reakcji wyniosła 95%.

Strukturę syntezowanego produktu potwierdzono za pomocą techniki spektroskopowej NMR:

¹H NMR (300 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 7,71-7,69 (d, 1H); 7,43-7,33 (m, 6H); 7,17 (s, 1H); 7,11-7,07 (t, 1H); 7,03-6,98 (t, 1H); 5,39 (s, 1H); 3,56-3,49 (q, 1H) 3,33-3,21 (m, 9H); 3,02-2,97 (m, 13H); 1,74-1,67 (m, 8H); 1,35-1,21 (m, 36H); 0,89-0,87 (m, 6H).

¹³C NMR (75 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 181,86 (1C); 176,80 (1C); 140,26 (1C); 137,39; (1C); 130,09 (1C); 127,49 (2C); 127,16 (1C); 126,48 (2C); 126,33 (1C); 124,69 (1C); 124,43 (1C); 122,43 (1C); 119,85 (1C); 119,74 (1C); 112,42 (1C); 65,48 (2C); 58,10 (1C); 51,12 (4C); 33,11 (3C); 30,65 (4C); 30,48 (6C); 30,32 (2C); 27,48 (2C); 26,80 (2C); 23,79 (2C); 23,64 (2C); 23,34 (2C); 14,52 (2C).

Za pomocą analizy elementarnej CHN potwierdzono czystość otrzymanej cieczy jonowej:

Analiza elementarna CHN dla $C_{51}H_{88}N_4O_4$ (Mmol = 793,24 g/mol): wartości obliczone (%): C = 74,59; H = 10,80; N = 6,82; wartości zmierzone (%): C = 74,39; H = 10,93; N = 6,59.

Przykład VII

Migdałan L-tryptofanian decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowy), skrót [MAN][1,10][TRP]

W kolbie umieszczono 0,04 mola dibromku decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowego) rozpuszczonego w 30 cm³ bezwodnego metanolu oraz stechiometryczną ilość żywicy jonowymiennej. Mieszanie reakcyjną poddano mieszaniu w temperaturze 25°C w czasie 7 godzin. Uzyskany wodorotlenek decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowy) odfiltrowano z żywicy za pomocą sączenia próżniowego i poddano zobojętnieniu za pomocą 0,04 mola kwasu migdałowego i 0,04 mola L-tryptofanu. Reakcję prowadzono w temperaturze 30°C przez 20 minut, a następnie odparowano rozpuszczalnik za pomocą wyparki próżniowej. Otrzymany migdałan L-tryptofanian decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowy) wysuszone w 75°C w suszarce próżniowej. Otrzymano produkt z wydajnością 97%.

Strukturę syntezowanego migdałanu L-tryptofanianu decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowego) potwierdzono za pomocą widma ¹H i ¹³C NMR:

¹H NMR (300 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 7,70-7,68 (d, 1H); 7,42-7,33 (m, 6H); 7,15 (s, 1H); 7,13-7,09 (t, 1H); 7,03-6,97 (t, 1H); 5,42 (s, 1H); 3,56-3,48 (q, 1H) 3,33-3,24 (m, 9H); 3,05-2,99 (m, 13H); 1,74-1,69 (m, 8H); 1,35-1,19 (m, 40H); 0,89-0,86 (m, 6H).

¹³C NMR (75 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 181,84 (1C); 176,82 (1C); 140,26 (1C); 137,40 (1C); 130,11 (1C); 127,48 (2C); 127,17 (1C); 126,49 (2C); 126,36 (1C); 124,67 (1C); 124,45 (1C); 122,40 (1C); 119,87 (1C); 119,72 (1C); 112,44 (1C); 65,49 (2C); 58,11 (1C); 51,12 (4C); 33,10 (3C); 30,62 (4C); 30,50 (8C); 30,34 (2C); 27,42 (2C); 26,80 (2C); 23,77 (2C); 23,62 (2C); 23,32 (2C); 14,54 (2C).

Za pomocą analizy elementarnej CHN potwierdzono czystość otrzymanej cieczy jonowej:

Analiza elementarna CHN dla $C_{53}H_{92}N_4O_4$ (Mmol = 793,24 g/mol): wartości obliczone (%): C = 74,95; H = 10,92; N = 6,60; wartości zmierzone (%): C = 74,65; H = 10,74; N = 6,35.

Przykład VIII

Migdałan L-tryptofanian dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowy), skrót [MAN][1,12][TRP]

W reaktorze przy ciągłym mieszaniu w środowisku etanolowym rozpuszczono 0,05 mola dibromku dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego). Do układu dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku sodu, intensywnie mieszając przez 30 minut w temperaturze 50°C. Roztwór schłodzono do temperatury 8°C. Osad bromku sodu odfiltrowano próżniowo. Do otrzymanego wodorotlenku dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego) dodano 0,03 mola kwasu migdałowego i 0,03 mola L-tryptofanu przy intensywnym mieszaniu przez 20 minut w temperaturze 45°C, a następnie odparowano rozpuszczalnik. Otrzymany produkt poddano oczyszczaniu za pomocą bezwodnego acetonu, a następnie schłodzono do temperatury 2°C. Osad soli nieorganicznej usunięto za pomocą filtracji próżniowej. Otrzymany migdałan L-tryptofanian dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowy) suszono pod obniżonym ciśnieniem w temperaturze 80°C. Wydajność reakcji wyniosła 96%.

Strukturę cieczy jonowej potwierdzono za pomocą widma protonowego i węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego:

¹H NMR (300 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 7,71-7,68 (d, 1H); 7,42-7,35 (m, 6H); 7,16 (s, 1H); 7,11-7,8 (t, 1H); 7,03-6,97 (t, 1H); 5,44 (s, 1H); 3,55-3,49 (q, 1H) 3,33-3,26 (m, 9H); 3,05-2,97 (m, 13H); 1,74-1,69 (m, 8H); 1,35-1,17 (m, 44H); 0,88-0,85 (m, 6H).

¹³C NMR (75 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 181,80 (1C); 176,83 (1C); 140,25 (1C); 137,42 (1C); 130,13 (1C); 127,46 (2C); 127,15 (1C); 126,48 (2C); 126,36 (1C); 124,66 (1C); 124,45 (1C); 122,40 (1C); 119,88 (1C); 119,72 (1C); 112,46 (1C); 65,49 (2C); 58,13 (1C); 51,15 (4C); 33,12 (3C); 30,60 (4C); 30,52 (10C); 30,32 (2C); 27,42 (2C); 26,78 (2C); 23,79 (2C); 23,64 (2C); 23,31 (2C); 14,56 (2C).

Czystość syntezowanego produktu potwierdzono za pomocą analizy elementarnej CHN:

Analiza elementarna CHN dla $C_{55}H_{96}N_4O_4$ (Mmol = 793,24 g/mol): wartości obliczone (%): C = 75,29; H = 11,03; N = 6,39; wartości zmierzone (%): C = 75,08; H = 10,26; N = 6,57.

Przykład IX

Octan L-tryptofanian heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowy), skrót [ACET][1,6][TRP]

W 30 cm³ metanolu przy ciągłym mieszaniu rozpuszczono 0,05 mola dibromku heksylo-1,6-bis-(decylodimetyloamoniowego). Do roztworu dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku sodu. Reak-

cję prowadzono w temperaturze 25°C przez 20 minut. Następnie układ reagentów schłodzono do temperatury 2°C. Wytrącony osad soli nieorganicznej usunięto z układu za pomocą sączenia próżniowego. Do otrzymanego wodorotlenku heksylo-1,6-bis-(decylo-dimetyloamoniowego) dodano stechiometryczną ilość kwasu octowego i L-tryptofanu, intensywnie mieszając w temperaturze 35°C przez 40 minut. Rozpuszczalnik odparowano na wyparce próżniowej. Otrzymany produkt poddano ługowaniu za pomocą 20 cm³ bezwodnego 2-propanolu, a następnie schłodzono do temperatury 3°C. Wytrącony bromek sodu usunięto za pomocą filtracji próżniowej. Rozpuszczalnik usunięto przy użyciu wyparki rotacyjnej pod obniżonym ciśnieniem. Otrzymany octan L-tryptofanian heksylo-1,6-bis-(decylo-dimetyloamoniowy) suszono w temperaturze 40°C pod obniżonym ciśnieniem.

Wydajność reakcji wyniosła 98%.

Strukturę cieczy jonowej potwierdzono za pomocą spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego:

¹H NMR (300 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 7,72-7,69 (d, 1H); 7,38-7,36 (d, 1H); 7,17 (s, 1H); 7,13-7,08 (t, 1H); 7,03-6,99 (t, 1H); 3,56-3,50 (q, 1H) 3,34-3,25 (m, 9H); 3,02-2,97 (m, 13H); 2,38 (s, 3H); 1,72-1,65 (m, 8H); 1,32-1,20 (m, 32H); 0,87-0,84 (m, 6H).

¹³C NMR (75 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 181,85 (1C); 180,46 (1C); 127,16 (1C), 124,67 (1C); 122,45 (1C); 119,84 (1C); 119,78 (1C); 112,41 (1C); 65,47 (2C); 58,08 (1C); 51,14 (4C); 33,07 (3C); 30,66 (4C); 30,42 (4C); 30,29 (2C); 27,43 (2C); 26,81 (2C); 23,76 (2C); 23,74 (1C); 23,63 (2C); 23,35 (2C); 14,54 (2C).

Za pomocą analizy elementarnej CHN potwierdzono czystość otrzymanego octanu tryptofanianu heksylo-1,6-bis-(decylo-dimetyloamoniowego):

Analiza elementarna CHN dla C₄₃H₈₀N₄O₄ (Mmol = 717,14 g/mol): wartości obliczone (%): C = 72,02; H = 11,24; N = 7,81; wartości zmierzone (%): C = 71,76; H = 11,00; N = 7,98.

Przykład X

Octan L-tryptofanian oktylo-1,8-bis-(decylo-dimetyloamoniowy), skrót [ACET][1,8][TPR]

W 60 cm³ etanolu rozpuszczono 0,06 mola dibromku oktylo-1,8-bis-(decylo-dimetyloamoniowego). Do roztworu przy intensywnym mieszaniu w temperaturze 30°C dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku potasu, po 30 minutach układ reagentów schłodzono do temperatury 3°C. Wytrącony osad bromku potasu odsączono pod obniżonym ciśnieniem. Do otrzymanego wodorotlenku oktylo-1,8-bis-(decylo-dimetyloamoniowego) dodano 0,05 mola kwasu octowego oraz 0,05 mola L-tryptofanu. Układ reagentów mieszano w temperaturze w 30°C przez 40 minut. Rozpuszczalnik usunięto przy użyciu wyparki próżniowej. Otrzymany produkt poddano ługowaniu za pomocą bezwodnego 2-propanolu. Mieszaninę schłodzono do temperatury 5°C. Wytrącony osad bromku potasu usunięto za pomocą sączenia próżniowego. Rozpuszczalnik odparowano za pomocą wyparki rotacyjnej pod obniżonym ciśnieniem. Otrzymany produkt suszono w suszarce próżniowej w temperaturze 60°C. Wydajność syntezy wyniosła 95%. Strukturę syntezowanego produktu potwierdzono za pomocą techniki spektroskopowej:

¹H NMR (300 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 7,71-7,69 (d, 1H); 7,39-7,36 (d, 1H); 7,16 (s, 1H); 7,12-7,08 (t, 1H); 7,02-6,98 (t, 1H); 3,56-3,50 (q, 1H) 3,34-3,27 (m, 9H); 3,02-2,96 (m, 13H); 2,38 (s, 3H); 1,70-1,63 (m, 8H); 1,33-1,20 (m, 36H); 0,87-0,85 (m, 6H).

¹³C NMR (75 MHz, CD₃OD) δ [ppm] = 181,87 (1C); 180,48 (1C); 127,18 (1C), 124,69 (1C); 122,45 (1C); 119,87 (1C); 119,79 (1C); 112,40 (1C); 65,44 (2C); 58,06 (1C); 51,14 (4C); 33,07 (3C); 30,64 (4C); 30,40 (6C) 30,31 (2C); 27,43 (2C); 26,82 (2C); 23,76 (2C); 23,73 (1C); 23,64 (2C); 23,34(2C); 14,55 (2C).

Czystość syntezowanego produktu potwierdzono za pomocą analizy elementarnej CHN:

Analiza elementarna CHN dla C₄₅H₈₄N₄O₄ (Mmol = 745,19 g/mol): wartości obliczone (%): C = 72,53; H = 11,36; N = 7,52; wartości zmierzone (%): C = 72,37; H = 11,04; N = 7,76.

Przykład XI

Octan L-tryptofanian decylo-1,10-bis-(decylo-dimetyloamoniowy), skrót [ACET][1,10] [TPR]

W kolbie wyposażonej w mieszadło magnetyczne umieszczono 0,07 mola dibromku decylo-1,10-bis-(decylo-dimetyloamoniowego) rozpuszczonego w 40 cm³ etanolu oraz stechiometryczną ilość żywicy jonowymiennnej. Mieszaninę reakcyjną poddano intensywnemu mieszaniu w temperaturze 20°C przez 10 godzin. Uzyskany wodorotlenek decylo-1,10-bis-(decylo-dimetyloamoniowy) odfiltrowano z żywicy za pomocą sączenia próżniowego. Do roztworu dodano 0,07 mola kwasu octowego i 0,07 mola

L-tryptofanu przy intensywnym mieszaniu w temperaturze 20°C. Po okresie 30 minut odparowano rozpuszczalnik za pomocą wyparki próżniowej. Otrzymany produkt suszono w temperaturze 45°C pod obniżonym ciśnieniem. Otrzymano produkt z wydajnością 94%.

Strukturę cieczy jonowej potwierdzono przy użyciu spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego: ^1H NMR (300 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 7,71-7,69 (d, 1H); 7,38-7,36 (d, 1H); 7,17 (s, 1H); 7,11-7,8 (t, 1H); 7,01-6,97 (t, 1H); 3,55-3,50 (q, 1H) 3,34-3,28 (m, 9H); 3,02-2,97 (m, 13H); 2,39 (s, 3H); 1,70-1,64 (m, 8H); 1,32-1,19 (m, 40H); 0,88-0,85 (m, 6H).

^{13}C NMR (75 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 181,89 (1C); 180,47 (1C); 127,19 (1C), 124,68 (1C); 122,45 (1C); 119,88 (1C); 119,77 (1C); 112,42 (1C); 65,44 (2C); 58,07 (1C); 51,15 (4C); 33,09 (3C); 30,62 (4C); 30,43 (5C) 30,31 (2C); 27,42 (2C); 26,81 (2C); 23,76 (2C); 23,74 (1C); 23,63 (2C); 23,34 (2C); 14,56 (2C).

Czystość otrzymanego octanu L-tryptofanianu decylo-1,10-bis-(decylodimetyloamoniowego) potwierdzono za pomocą analizy elementarnej CHN:

Analiza elementarna CHN dla $\text{C}_{47}\text{H}_{88}\text{N}_4\text{O}_4$ (Mmol = 773,25 g/mol): wartości obliczone (%): C = 73,01; H = 11,47; N = 7,25; wartości zmierzone (%): C = 72,75; H = 11,20; N = 7,00.

Przykład XII

Octan L-tryptofanian dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowy), skrót [ACET][1,12][TRP]

W 50 cm^3 metanolu rozpuszczono 0,06 mola dibromku dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego). Do roztworu przy intensywnym mieszaniu w temperaturze 35°C dodano stechiometryczną ilość wodorotlenku sodu, po 40 minutach układ reagentów schłodzono do temperatury 4°C. Wytrącony osad soli nieorganicznej odsączono w warunkach obniżonego ciśnienia. Do otrzymanego wodorotlenku dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego) dodano 0,06 mola kwasu octowego oraz 0,06 mola L-tryptofanu. Układ reagentów mieszano w temperaturze w 35°C przez 40 minut. Rozpuszczalnik usunięto przy użyciu wyparki próżniowej. Otrzymany produkt poddano ługowaniu za pomocą bezwodnego acetonu. Roztwór schłodzono do temperatury 9°C. Wytrącony osad bromku potasu usunięto za pomocą sączenia próżniowego. Rozpuszczalnik odparowano za pomocą wyparki rotacyjnej pod obniżonym ciśnieniem. Otrzymany produkt suszono w suszarce próżniowej w temperaturze 60°C. Wydajność reakcji wyniosła 93%.

Analiza widm protonowego i węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego potwierdziła strukturę produktu:

^1H NMR (300 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 7,72-7,70 (d, 1H); 7,39-7,36 (d, 1H); 7,16 (s, 1H); 7,10-7,8 (t, 1H); 7,01-6,98 (t, 1H); 3,56-3,51 (q, 1H) 3,34-3,29 (m, 9H); 3,02-2,98 (m, 13H); 2,40 (s, 3H); 1,70-1,66 (m, 8H); 1,35-1,19 (m, 44H); 0,87-0,84 (m, 6H).

^{13}C NMR (75 MHz, CD_3OD) δ [ppm] = 181,90 (1C); 180,46 (1C); 127,17 (1C), 124,69 (1C); 122,46 (1C); 119,89 (1C); 119,75 (1C); 112,43 (1C); 65,42 (2C); 58,09 (1C); 51,17 (4C); 33,07 (3C); 30,63 (4C); 30,46 (10C) 30,32 (2C); 27,44 (2C); 26,82 (2C); 23,78 (2C); 23,75 (1C); 23,64 (2C); 23,34 (2C); 14,57 (2C).

Za pomocą analizy elementarnej CHN potwierdzono czystość otrzymanej cieczy jonowej:

Analiza elementarna CHN dla $\text{C}_{49}\text{H}_{92}\text{N}_4\text{O}_4$ (Mmol = 773,25 g/mol): wartości obliczone (%): C = 73,45; H = 11,57; N = 6,99; wartości zmierzone (%): C = 73,33; H = 11,78; N = 6,68.

W tabeli 1 przedstawiono rozpuszczalność otrzymanych bis-amoniowych cieczy jonowych w wodzie i wybranych rozpuszczalnikach organicznych.

Tabela 1

Ciecz jonowa	Woda	Metanol	DMSO	Acetonitryl	Aceton	2-Propanol	Octan etylu	Chloroform	Toluen	Heksan
[CINN][1,6][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[CINN][1,8][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[CINN][1,10][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[CINN][1,12][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[MAN][1,6][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[MAN][1,8][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[MAN][1,10][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[MAN][1,12][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[ACET][1,6][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[ACET][1,8][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[ACET][1,10][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—
[ACET][1,12][TRP]	+	+	+	—	+	+	—	+	—	—

Legenda: — - nierozpuszczalne (<20 g/dm³), + - dobrze rozpuszczalne (>100 g/dm³)

Przykład zastosowania:

Metodą wiszącej kropli oznaczono skuteczność obniżania napięcia powierzchniowego dla *trans*-cynamonianu, L-tryptofanianu dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego). Przy stężeniu 0,001 mol/dm³ w roztworze wodnym efektywność adsorpcji wyniosła 31,38 mN/m. Wysoka aktywność powierzchniowa warunkuje zastosowanie preparatu w postaci roztworu wodnego *trans*-cynamonianu, L-tryptofanianu dodecylo-1,12-bis-(decylodimetyloamoniowego) o stężeniu 3%, który zastosowano jako środek myjący do powierzchni szkła lub tworzywa sztucznego. W tym celu zabrudzone powierzchnie szklane i z tworzywa sztucznego spryskano roztworem wodnym cieczy jonowej z odległości od 20 do 40 cm. Naniesienie preparatu wynosiło 5 cm³/m². Po czasie wynoszącym około 15 sekund od wykonania czynności spryskiwania, roztwór cieczy jonowej wraz z rozpuszczonymi zabrudzeniami usunięto z powierzchni. Stwierdzono, że powierzchnie szklane i z tworzywa sztucznego po zastosowaniu preparatu były czyste, pozbawione zacieków i tłustych zanieczyszczeń organicznych, co wskazuje na właściwości myjące bis-amoniowej cieczy jonowej w roztworze wodnym.

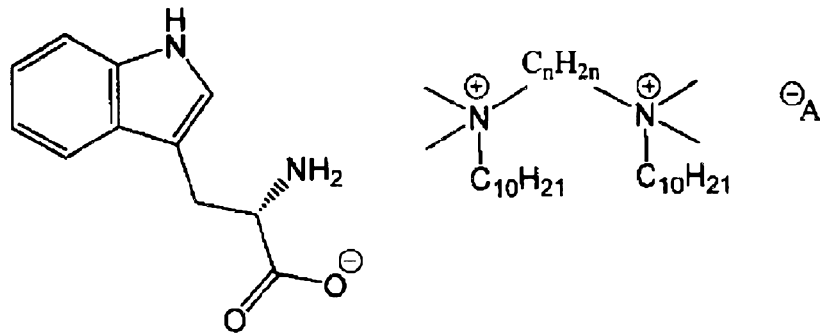
Zastrzeżenia patentowe

1. Bis-amoniowe ciecze jonowe z anionem L-tryptofanianowym o wzorze ogólnym 1, w którym A oznacza anion kwasu *trans*-cynamonowego o wzorze 4, albo kwasu migdałowego o wzorze 5, albo kwasu octowego o wzorze 6.
2. Sposób otrzymywania bis-amoniowych cieczy jonowych z anionem L-tryptofanianowym określonych zastrzeżeniem 1, **znamienny tym**, że dibromek alkilo-1,X-bis-(decylodimetyloamoniowy) o wzorze 2, poddaje się reakcji alkalizacji za pomocą żywicy jonowymiennej, albo wo-

dorotlenku potasu, albo wodorotlenku sodu w stosunku molowym dibromku alkilo-1,X-bis-(decylo-dimetyloamoniowego) do donoru jonów hydroksylo-wych 1:2, w rozpuszczalniku z grupy alkoholi krótkołańcuchowych: metanol albo etanol, w temperaturze od 20 do 50°C, korzystnie 25°C, w czasie od 15 minut do 10 godzin, po czym z rozpuszczalnika odsącza się żywicę jonowymienną z zaadsorbowanymi jonami bromkowymi albo powstałą sól nieorganiczną, po czym układ reagentów, po reakcji alkalizacji za pomocą wodorotlenku potasu albo wodorotlenku sodu schładza się do temperatury od 2 do 10°C, korzystnie 2°C, następnie do otrzymanego wodorotlenku przy ciągłym mieszaniu dodaje się stechiometryczną ilość L-tryptofanu o wzorze 3 oraz wybranego kwasu pochodzenia naturalnego, którym jest kwas *trans*-cynamonowy o wzorze 4, albo kwas migdałowy o wzorze 5, albo kwas octowy o wzorze 6 w temperaturze od 20 do 50°C, korzystnie 25°C, w czasie od 15 do 40 minut, korzystnie 40 minut, po czym odparowuje się rozpuszczalnik, a do otrzymanego produktu dodaje się bezwodnego acetonu albo 2-propanolu, dalej całość ochładza się do temperatury od 2 do 10°C, korzystnie 2°C, po czym z rozpuszczalnika odsącza się bromek potasu albo bromek sodu, a po odpędzeniu rozpuszczalnika produkt suszy się pod obniżonym ciśnieniem w temperaturze od 40 do 80°C, korzystnie 60°C.

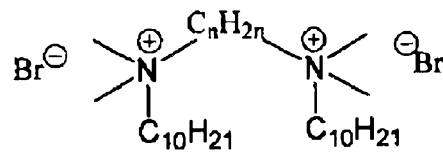
3. Zastosowanie bis-amoniowych cieczy jonowych z anionem L-tryptofanianowym o wzorze ogólnym 1, którym A oznacza anion kwasu *trans*-cynamonowego o wzorze 4, albo kwasu migdałowego o wzorze 5, albo kwasu octowego o wzorze 6, jako środki myjące.
4. Zastosowanie według zastrzeżenia 3, **znamiennie tym**, że bis-amoniowe ciecze jonowe z anionem L-tryptofanianowym stosuje się w postaci roztworu wodnego o stężeniu od 2 do 8%, korzystnie 5%.

Rysunki



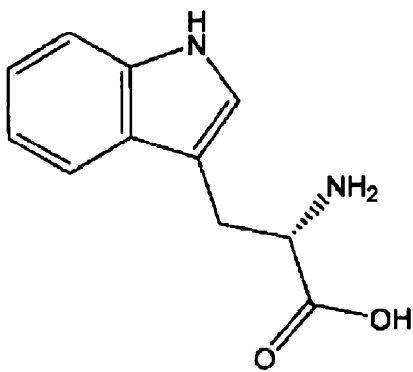
$n = 6, 8, 10, 12$

Wzór 1

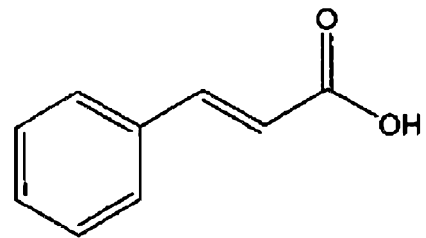


$n = 6, 8, 10, 12$

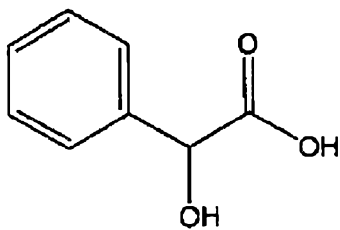
Wzór 2



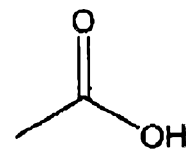
Wzór 3



Wzór 4



Wzór 5



Wzór 6