

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **234652**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412766**

(22) Data zgłoszenia: **18.06.2015**

(51) Int.Cl.

B01J 23/755 (2006.01)

B01J 23/83 (2006.01)

(54) **Katalizator do uwodornienia olejów i tłuszczów pochodzenia naturalnego,
w szczególności roślinnego oraz sposób jego otrzymywania**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

19.12.2016 BUP 26/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.03.2020 WUP 03/20

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT
NOWYCH SYNTEZ CHEMICZNYCH, Puławy, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MARCIN KONKOL, Puławy, PL
KATARZYNA ANTONIAK-JURAK, Puławy, PL
ROBERT BICKI, Puławy, PL
PAWEŁ KOWALIK, Puławy, PL**

PL 234652 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest skład i sposób otrzymywania katalizatora do uwodornienia olejów i tłuszczów pochodzenia naturalnego, w szczególności roślinnego, a zwłaszcza do głębokiego uwodornienia olejów roślinnych i tłuszczów zwierzęcych.

Częściowe uwodornienie olejów roślinnych prowadzi się przede wszystkim w celu zwiększenia ich stabilności oksydacyjnej i termicznej. Oleje zawierające wielonienasycone kwasy tłuszczowe, głównie kwas linolenowy C18:3, są podatne na procesy utleniania i termicznej dekompozycji, które pogarszają walory smakowe i wartość żywieniową. Głębsze uwodornienie olejów roślinnych stosuje się w celu poprawienia ich przydatności konsumpcyjnej. Częściowo uwodornione oleje roślinne wykorzystuje się do wyrobu margaryn, tłuszczów piekarskich i cukierniczych. W praktyce przemysłowej proces uwodornienia prowadzi się najczęściej w obecności katalizatorów niklowych, promotowanych innymi metalami lub ich tlenkami. Standardowe katalizatory niklowe zawierają wysoce zdyspergowany Ni (20–25% wag.), krzemionkę lub tlenek glinu (10–15% wag.) i nasycony tłuszcz (60–65% wag.). Katalizatory niklowe cechuje dobra selektywność linolowa, lecz wymagają one wysokich temperatur uwodornienia $>120^{\circ}\text{C}$, przy których wzrasta szybkość niepożądanego izomeryzacji *cis/trans*. Udział izomerów *trans* w produkcie uwodornienia na konwencjonalnych katalizatorach niklowych może dochodzić do 40–50% wag.

Wyniki wieloletnich badań naukowych wykazały negatywny wpływ na zdrowie człowieka izomerów *trans* kwasów tłuszczowych (TFA – *trans fatty acids*) powstających w czasie uwodornienia, które m.in. powodują zwiększone ryzyko choroby niedokrwiennej serca. W związku z negatywnym wpływem TFA na zdrowie istnieje konieczność ich ograniczenia bądź całkowitego wyeliminowania z produktów spożywczych. Prace badawcze nad tym problemem prowadzone są w dwóch kierunkach. Istotą pierwszego z nich jest ograniczenie udziału TFA w uwodornionych produktach poprzez wprowadzenie nowych katalizatorów np. platynowych o mniejszej zdolności izomeryzacji *cis/trans* niż katalizatory niklowe lub poprzez zmianę warunków prowadzenia procesu uwodornienia na konwencjonalnych katalizatorach niklowych np. radykalne zwiększenie ciśnienia i obniżenie temperatury. Katalizatory platynowe, pomimo ich dużej aktywności, pozwalającej na uwodornienie w niskich temperaturach i przez to ograniczenie izomeryzacji *cis/trans*, są jednak bardzo kosztowne i dodatkowo mało selektywne jeśli chodzi o uwodornienie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.

Drugi kierunek polega na radykalnym odejściu od częściowego uwodornienia olejów na rzecz metod alternatywnych takich jak: przeformułowanie produktów żywnościowych poprzez zastąpienie komponentów zawierających TFA np. olejem kokosowym lub palmowym, interestryfikację (chemiczną, enzymatyczną), lub genetyczne modyfikowanie roślin oleistych (np. wysokooleinowy olej słonecznikowy). Pomimo wprowadzania przez przemysł tłuszczowy wspomnianych alternatywnych metod, uwodornienie ciągle pozostaje ważnym procesem technologicznym modyfikacji olejów i tłuszczów. Selektywne katalityczne uwodornienie jest bowiem jedynym procesem pozwalającym na konwersję niestabilnych oksydacyjnie i termicznie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych zawartych w większości olejów jadalnych (oprócz olejów bogatych w kwasy nasycone jak np. olej palmowy czy oleje roślin modyfikowanych genetycznie) do bardziej stabilnych kwasów mononasyconych.

Wymogiem stawianym obecnie procesowi częściowego uwodornienia olejów roślinnych jest wyeliminowanie bądź znaczne ograniczenie ilości powstających TFA przy jednoczesnym zachowaniu pożądaných właściwości fizycznych i stabilności produktów uwodornienia. To ograniczenie ilości TFA powinno iść w idealnym przypadku w parze z jak najmniejszym wzrostem udziału kwasów nasyconych, głównie stearynowego, którego obecność również nie jest obojętna dla zdrowia, a ponadto wpływa na walory smakowe produktu („piaskowy posmak”). Dlatego w kręgu zainteresowania przemysłu pozostają nowe selektywne katalizatory uwodornienia umożliwiające uzyskanie częściowo uwodornionych produktów o jak najmniejszej zawartości izomerów *trans*, przy jednoczesnym zachowaniu odpowiedniej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych.

Z przeglądu stanu techniki wynika, że metody ograniczenia zawartości TFA w produktach uwodornienia olejów roślinnych dotyczą głównie inżynierii i optymalizacji warunków procesu uwodornienia. Znanych jest stosunkowo dużo rozwiązań dotyczących sposobów otrzymywania katalizatorów opartych na niklu i metalach szlachetnych do procesów uwodornienia substancji organicznych. Jednak w tej grupie niewiele jest patentów dotyczących uwodornienia trójglicerydów w odniesieniu do kontroli ilości powstających izomerów TFA. Zgłoszenie patentowe WO 2006/121320 A1 dotyczy procesu uwodornienia

nienasyconych trójglicerydów na nośnikowym katalizatorze nanoplatynowym w warunkach sprzyjających uwodornieniu, a jednocześnie ograniczających izomeryzację *cis/trans*, tj. w niskiej temperaturze (50°C), pod ciśnieniem 4 atm. W produkcie częściowego uwodornienia oleju sojowego do liczby jodowej LJ = 70 oznaczono 4,5% wag. *trans*-izomerów przy dużej 36,5% wag. zawartości kwasów nasyconych.

Znany jest również sposób otrzymywania uwodornionych olejów roślinnych o niskiej zawartości TFA, według opisu patentowego U.S. Nr 7 585 990 B2, polegający na wykorzystaniu oleju rzepakowego i sojowego jako surowców i ich częściowym uwodornieniu w niskiej temperaturze (30–50°C) na katalizatorze niklowym Pricat 9920 w zakresie ciśnień 1–20 bar przez maks. 460 minut. Według autorów prowadzenie uwodornienia w takich warunkach pozwala na uzyskanie uwodornionych tłuszczów o zawartości TFA poniżej 12% wag., a nawet w niektórych przypadkach poniżej 5% wag. W opisie patentowym nie podano jednak LJ uwodornionych tłuszczów, co uniemożliwia określenie głębokości uwodornienia. Inny opis patentowy tych samych autorów U.S. Nr 7 498 453 B2 dotyczy sposobu otrzymywania produktów częściowego uwodornienia o zdefiniowanej zawartości tłuszczów stałych (SFC – *solid fat content*) i niskiej zawartości TFA na drodze uwodornienia oleju sojowego i rzepakowego na katalizatorze niklowym PRICAT 9920 w zakresie temperatur 40–60°C i pod ciśnieniem 20 bar. Właściwości uzyskanych produktów uwodornienia, m.in. zawartość fazy stałej są typowe dla częściowo uwodornionych tłuszczów, pomimo niższej zawartości TFA.

Patent U.S. Nr 7 718 211 B2 dotyczy otrzymywania tłuszczów do pieczenia o niskiej zawartości TFA na drodze uwodornienia olejów jadalnych na katalizatorze niklowym kondycjonowanym fosforowanymi mono- i diglicerydami lub kwasem fosforowym. Znany jest również sposób uzyskania częściowo uwodornionych olejów roślinnych o dużej stabilności termicznej i zredukowanej zawartości TFA, według opisu patentowego U.S. Nr 7 910 758 B2, polegający na wykorzystaniu aktywowanego katalizatora niklowego i/lub modyfikacji procesu uwodornienia poprzez zastosowanie mechanicznego mieszadła o szybkości mieszania powyżej 18,3 km/h.

Ponadto, znanych jest kilka rozwiązań dotyczących zastosowania katalizatorów niklowo-glinowo-cerowych w procesie uwodornienia innych substancji organicznych. Patent U.S. Nr 4 668 654 dotyczy uwodornienia bezwodnika bursztynowego do butyrolaktonu na katalizatorze zawierającym nikiel, tlenek ceru lub tlenek cyrkonu i dwutlenek krzemu. Zgłoszenie patentowe U.S. 2014/0349844 A1 dotyczy otrzymywania selektywnego katalizatora do uwodornienia średnio- i niskowrzących destylatów ropy naftowej, opartego na niklu, składającego się z tlenku niklu (14–20% wag.) jako aktywnego składnika, tlenku ceru i/lub lantanu (2–8% wag.) oraz tlenku pierwiastka grupy VIB (1–8% wag.), jako promotorów, 2–8% wag. tlenku krzemu, 1–8% wag. tlenku metalu ziem alkalicznych i tlenku glinu do 100%. Znany jest także skład nośnikowego katalizatora niklowego, według patentu U.S. Nr 8 236 726 B2, do procesów selektywnego uwodornienia benzyny pirolitycznej. Ten wieloskładnikowy katalizator według autorów zawiera nikiel lub tlenek niklu (5–40% wag.) i m.in. od 0,01 do 20% wag. molibdenu i/lub wolframu lub ich tlenków oraz od 0,01 do 10% wag. co najmniej jednego pierwiastka ziem rzadkich lub jego tlenku.

W związku z koniecznością ograniczenia powstawania izomerów TFA w trakcie uwodorniania istnieje potrzeba opracowania katalizatorów o wyższej selektywności *cis/trans* w stosunku do klasycznych przemysłowych katalizatorów niklowych. Cel ten został osiągnięty przez niżej opisany katalizator według wynalazku.

Przedmiotem wynalazku jest katalizator do uwodornienia olejów i tłuszczów pochodzenia naturalnego, w szczególności roślinnego, którym jest wytrącany katalizator niklowo-glinowo-cerowy, zatopiony w tłuszczu, zawierający od 5 do 10% wag. niklu w przeliczeniu na tlenek niklu(II), i od 0,4 do 1% wag. tlenku ceru(IV), najkorzystniej 1% wag.

Korzystnie forma tlenkowa prekursora katalizatora wg wynalazku zawiera nie więcej niż 85% wag. tlenku niklu(II), od 5 do 10,5% wag. tlenku glinu(III), a zawartość tlenku ceru(IV) mieści się w przedziale od 4,5% wag. do 10% wag., najkorzystniej 10% wag.

Przedmiotem wynalazku jest także sposób otrzymywania wytrącanego katalizatora do uwodornienia olejów i tłuszczów pochodzenia naturalnego, w szczególności roślinnego, polegający na tym, że najpierw otrzymuje się prekursor tego katalizatora przez jednoczesne dozowanie wodnego roztworu azotanów niklu, glinu i ceru oraz wodnego roztworu jednej lub więcej substancji wybranych z grupy obejmującej węglan sodu, węglan potasu, węglan amonu, wodorotlenek sodu, wodorotlenek potasu i wodorotlenek amonu do temostatowanego reaktora przy zachowaniu stałej temperatury w zakresie od 75 do 85°C i stałego pH w zakresie od 7,0 do 7,4, po czym wytrąconą masę prekursora filtruje się i poddaje myciu do przewodności przesączu poniżej 100 μ S a następnie suszy w temperaturze 105–120°C przez min. 12 godzin, po czym otrzymany w ten sposób wysu-

szony prekursor poddaje się jednoczesnej redukcji wodorem i kalcynacji przez minimum 2 godziny w temperaturze 450°C, a następnie przez kolejne 2 godziny w temperaturze 550°C, po czym zredukowaną masę zatapia się w całkowicie uwodornionym oleju roślinnym w atmosferze beztlenowej.

Korzystnie wysuszony prekursor przed etapem jednoczesnej redukcji i kalcynacji miesza się z ziemią krzemkową. Ziemię krzemkową dodaje się w przypadku zastosowań przemysłowych w celu poprawienia własności filtracyjnych katalizatora.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że modyfikacja układu $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ na drodze domieszkowania tlenkiem ceru(IV) daje pozytywne rezultaty w postaci wyższej selektywności *cis/trans* w uwodornieniu oleju rzepakowego w porównaniu z analogicznym uwodornieniem na katalizatorze niklowo-glinowym. Ważną cechą katalizatorów będących przedmiotem wynalazku szczególnie w aspekcie aplikacyjnym jest fakt, że niewielka zawartość ceru od 0,4 do 1% wag. (w przeliczeniu na tlenek ceru(IV)) w katalizatorze skutkuje istotnie mniejszą zawartością izomerów C18:1 *trans* (o ponad 23% w przypadku katalizatora o zawartości 0,82% wag. tlenku ceru(IV)) w produktach uwodornienia oleju rzepakowego na takim katalizatorze, przy jednoczesnym wzroście zawartości kwasów nasyconych o nie więcej niż 10%. W wymienionym zakresie zawartości tlenku ceru(IV) stwierdzono że, zawartość izomerów C18:1 *trans* maleje ze wzrostem tej zawartości w katalizatorze.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w poniższych przykładach.

P R Z Y K Ł A D 1

Prekursor katalizatora niklowo-glinowo-cerowego otrzymano na drodze wytrącania, dozując jednocześnie wodny roztwór azotanów niklu, glinu, ceru oraz zasadowy roztwór węglanu sodu i wodorotlenku sodu do termostатовanego reaktora zaopatrzonego w mieszadło łopatkowe przy ciągłym mieszaniu w temperaturze 75°C, utrzymując stałe pH równe 7,2. Następnie wytrąconą masę odfiltrowano i odmyto od niepożądanych jonów do przewodności przesącza poniżej 100 μS . Przemyty i odfiltrowany osad odbierano na wkładce filtracyjnej, po czym suszono w temperaturze 105°C przez 12 godzin. Otrzymany prekursor o składzie formy tlenkowej: 84,7% wag. tlenku niklu(II), 5,8% wag. tlenku glinu(III) oraz 9,5% wag. tlenku ceru(IV) wymieszano z ziemią krzemkową (2 g ziemi krzemkowej na 2,15 g zredukowanej masy) i poddano jednoczesnej redukcji wodorem i kalcynacji w temperaturze 450°C przez 2 godziny i w 550°C przez kolejne 2 godziny przy maksymalnym przepływie wodoru $V_{\text{H}_2\text{max}}$ wynoszącym 5000 cm^3/godz . Zredukowaną masę zatopiono w uwodornionym tłuszczu sojowym (18 g) w atmosferze beztlenowej (hel).

Tak otrzymany gotowy katalizator zawierał 6,30% wag. tlenku niklu(II) i 0,82% wag. tlenku ceru(IV).

P R Z Y K Ł A D 2

Prekursor katalizatora niklowo-glinowo-cerowego otrzymano na drodze wytrącania, dozując jednocześnie wodny roztwór azotanów niklu, glinu, ceru oraz zasadowy roztwór węglanu sodu i wodorotlenku sodu, do termostатовanego reaktora zaopatrzonego w mieszadło łopatkowe przy ciągłym mieszaniu w temperaturze 80°C, utrzymując stałe pH równe 7,0. Następnie wytrąconą masę poddawano filtracji i myciu do przewodności przesącza poniżej 100 μS . Przemyty i odfiltrowany osad odbierano na wkładce filtracyjnej, po czym suszono w temperaturze 105°C przez 12 godzin. Otrzymany prekursor o składzie formy tlenkowej: 82,2% wag. tlenku niklu(II), 10,9% tlenku glinu(III) oraz 6,9% tlenku ceru(IV) wymieszano z ziemią krzemkową (2 g ziemi krzemkowej na 2,15 g zredukowanej masy) i poddano jednoczesnej redukcji i kalcynacji w temperaturze 450°C przez 2 godziny i w 550°C przez kolejne 2 godziny przy maksymalnym przepływie wodoru $V_{\text{H}_2\text{max}}$ wynoszącym 5000 cm^3/godz . Zredukowaną masę zatopiono w uwodornionym tłuszczu sojowym (18 g) w atmosferze beztlenowej (hel). Tak otrzymany gotowy katalizator zawierał 7,33% wag. tlenku niklu(II) i 0,69% wag. tlenku ceru(IV).

P R Z Y K Ł A D 3

Prekursor katalizatora niklowo-glinowo-cerowego otrzymano na drodze wytrącania, dozując jednocześnie wodny roztwór azotanów niklu, glinu, ceru oraz zasadowy roztwór węglanu sodu i wodorotlenku sodu, do termostатовanego reaktora zaopatrzonego w mieszadło łopatkowe przy ciągłym mieszaniu w temperaturze 85°C, utrzymując stałe pH równe 7,4. Następnie wytrąconą masę poddawano filtracji i myciu do przewodności przesącza poniżej 100 μS . Przemyty i odfiltrowany osad odbierano na wkładce filtracyjnej, po czym suszono w temperaturze 120°C przez 12 godzin. Otrzymany prekursor o składzie formy tlenkowej: 82,8% wag. tlenku niklu(II), 12,7% tlenku glinu(III) oraz 4,5% tlenku ceru(IV) wymieszano z ziemią krzemkową (2 g ziemi krzemkowej na 2,15 g zredukowanej masy) i poddano jednoczesnej redukcji i kalcynacji w temperaturze 450°C przez 2 godziny i w 550°C przez kolejne 2 godziny przy maksymalnym przepływie wodoru $V_{\text{H}_2\text{max}}$ wynoszącym 5000 cm^3/godz . Zredukowaną masę

zatopiono w uwodornionym tłuszczu sojowym (18 g) w atmosferze beztlenowej (hel). Tak otrzymany gotowy katalizator zawierał 7,06% wag. tlenku niklu(II) i 0,44% wag. tlenku ceru(IV).

PRZYKŁAD 4

W naczyniu reakcyjnym o objętości 100 ml umieszczono 25 g białego oleju rzepakowego i katalizator niklowo-glinowo-cerowy z przykładu 1 w ilości odpowiadającej 0,03% wag. Ni w powstałej zawieszynie. Cały układ odpowietrzono kilkakrotnie za pomocą pompy próżniowej w celu usunięcia tlenu rozpuszczonego w oleju. Zawiesinę katalizatora w oleju ogrzano do 180°C, po czym do układu dopuszczono wodór i ustawiono obroty mieszadła na 1000 obr./min. Uwodornienie prowadzono pod ciśnieniem atmosferycznym, utrzymując temperaturę 180°C. Za koniec uwodornienia przyjęto moment, w którym spadek ciśnienia Δp wodoru w rezerwuarze wynosił ok. 11 bar, co odpowiada konsumpcji 1000 cm³ H₂ w warunkach normalnych. Tabela 1 pokazuje skład produktów uwodornienia oleju rzepakowego (LJ 68–69) na katalizatorze niklowo-glinowym i niklowo-glinowo-cerowym.

Tabela 1

Komponent	%, olej rzepakowy, LJ = 114,5	%, dla katalizatora Ni/Al ₂ O ₃ , $\Delta LJ = 46$	%, dla katalizatora Ni/Al ₂ O ₃ /CeO ₂ zaw. 0,82% wag. CeO ₂ , dla $\Delta LJ = 46$
C16:0	4,5	4,6	4,6
C18:0	1,1	13,1	14,9
C18:1 <i>cis</i>	66,0	41,4	46,2
C18:1 <i>trans</i>	0	36,2	27,7
C18:2 <i>cis</i>	18,9	0,6	1,3
C18:2 <i>cis/trans</i>	0	1,5	2,5
C18:3	7,8	0	0
C20:0	0,3	0,8	0,8
C20:1	1,0	0,7	0,8
C22:0	0,1	0,4	0,4
Inne	0,3	0,7	0,8

PRZYKŁAD 5

W naczyniu reakcyjnym o objętości 100 ml umieszczono 25 g białego oleju rzepakowego i katalizator niklowo-glinowo-cerowy z przykładu 3 w ilości odpowiadającej 0,03% wag. Ni w powstałej zawieszynie. Cały układ odpowietrzono kilkakrotnie za pomocą pompy próżniowej w celu usunięcia tlenu rozpuszczonego w oleju. Zawiesinę katalizatora w oleju ogrzano do 180°C, po czym do układu dopuszczono wodór i ustawiono obroty mieszadła na 1000 obr./min. Uwodornienie prowadzono pod ciśnieniem atmosferycznym, utrzymując temperaturę 180°C. Za koniec uwodornienia przyjęto moment, w którym spadek ciśnienia Δp wodoru w rezerwuarze wynosił ok. 11 bar, co odpowiada konsumpcji 1000 cm³ H₂ w warunkach normalnych. Tabela 2 pokazuje porównanie składu produktów uwodornienia oleju rzepakowego (LJ 68–69) na dwóch katalizatorach o różnej zawartości tlenku ceru(IV).

Tabela 2

Komponent	%, olej rzepakowy, LJ = 114,5	%, dla katalizatora Ni/Al ₂ O ₃ /CeO ₂ zaw. 0,44% wag. CeO ₂ , dla ΔLJ = 46	%, dla katalizatora Ni/Al ₂ O ₃ /CeO ₂ zaw. 0,82% wag. CeO ₂ , dla ΔLJ = 46
C16:0	4,5	4,5	4,6
C18:0	1,1	13,0	14,9
C18:1 <i>cis</i>	66,0	44,4	46,2
C18:1 <i>trans</i>	0	32,8	27,7
C18:2 <i>cis</i>	18,9	0,8	1,3
C18:2 <i>cis/trans</i>	0	1,7	2,5
C18:3	7,8	0	0
C20:0	0,3	0,8	0,8
C20:1	1,0	0,8	0,8
C22:0	0,1	0,4	0,4
Inne	0,3	0,8	0,8

PRZYKŁAD 6

W ramach kolejnego testu, do naczynia reakcyjnego wprowadzono 25 g bielonego oleju rzepakowego i katalizator niklowo-glinowo-cerowy z przykładu 1 w ilości odpowiadającej 0,03% wag. Ni w powstałej zawieszynie. Cały układ odpowietrzono kilkakrotnie za pomocą pompy próżniowej w celu usunięcia tlenu rozpuszczonego w oleju. Mieszaninę ogrzano do 180°C, po czym dopuszczono do układu wodór i ustawiono obroty mieszadła na 1000 obr./min. Uwodornienie prowadzono pod ciśnieniem 20 bar, utrzymując temperaturę 180°C. Za koniec uwodornienia przyjęto moment, w którym spadek ciśnienia Δp wodoru w rezeruarze wyniósł ok. 11 bar, co odpowiada konsumpcji 1000 cm³ H₂ w warunkach normalnych. Tabela 3 pokazuje skład produktów uwodornienia oleju rzepakowego (LJ 68–69) pod ciśnieniem atmosferycznym i 20 bar na katalizatorze niklowo-glinowo-cerowym.

Tabela 3

Komponent	%, olej rzepakowy, LJ = 114,5	%, dla katalizatora Ni/Al ₂ O ₃ /CeO ₂ zaw. 0,82% wag. CeO ₂ , 1 bar, dla ΔLJ = 46	%, dla katalizatora Ni/Al ₂ O ₃ /CeO ₂ zaw. 0,82% wag. CeO ₂ , 20 bar, dla ΔLJ = 46
C16:0	4,5	4,6	4,6
C18:0	1,1	14,9	18,1
C18:1 <i>cis</i>	66,0	46,2	49,7
C18:1 <i>trans</i>	0	27,7	18,7
C18:2 <i>cis</i>	18,9	1,3	3,4
C18:2 <i>cis/trans</i>	0	2,5	2,2
C18:3	7,8	0	0,5
C20:0	0,3	0,8	0,8
C20:1	1,0	0,8	0,9
C22:0	0,1	0,4	0,4
Inne	0,3	0,8	0,7

Zastrzeżenia patentowe

1. Katalizator do uwodornienia olejów i tłuszczów pochodzenia naturalnego, w szczególności roślinnego, **znamienny tym**, że jest to wytrącany katalizator niklowo-glinowo-cerowy, zatopiony w tłuszczu, zawierający od 5 do 10% wag. niklu w przeliczeniu na tlenek niklu(II) i od 0,4 do 1% wag. tlenku ceru(IV).
2. Katalizator według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że zawiera 1% wag. tlenku ceru(IV).
3. Katalizator według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że forma tlenkowa prekursora katalizatora zawiera nie więcej niż 85% wag. tlenku niklu(II), od 5 do 10,5% wag. tlenku glinu(III), a zawartość tlenku ceru(IV) mieści się w przedziale od 4,5% wag. do 10% wag.
4. Katalizator według zastrzeżenia 3, **znamienny tym**, że zawartość tlenku ceru(IV) w prekursorze wynosi 10% wag.
5. Sposób otrzymywania katalizatora do uwodornienia olejów i tłuszczów pochodzenia naturalnego, w szczególności roślinnego, o składzie opisanym w zastrzeżeniu 1, **znamienny tym**, że najpierw otrzymuje się prekursor tego katalizatora przez jednoczesne dozowanie wodnego roztworu azotanów niklu, glinu i ceru oraz wodnego roztworu jednej lub więcej substancji wybranych z grupy obejmującej węglan sodu, węglan potasu, węglan amonu, wodorotlenek sodu, wodorotlenek potasu i wodorotlenek amonu do termostатованого reaktora przy zachowaniu stałej temperatury w zakresie od 75 do 85°C i stałego pH w zakresie od 7,0 do 7,4, po czym wytrąconą masę prekursora filtruje się i poddaje myciu do przewodności przesączu poniżej 100 μ S a następnie suszy w temperaturze 105–120°C przez min. 12 godzin, po czym otrzymany w ten sposób wysuszony prekursor poddaje się jednoczesnej redukcji wodorem i kalcynacji przez minimum 2 godziny w temperaturze 450°C, a następnie przez kolejne 2 godziny w temperaturze 550°C, po czym zredukowaną masę zatapia się w całkowicie uwodornionym oleju roślinnym w atmosferze beztlenowej.
6. Sposób według zastrzeżenia 5, **znamienny tym**, że wysuszony prekursor przed etapem jednoczesnej redukcji i kalcynacji miesza się z ziemią krzemkową.