

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 243049 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **429207**

(22) Data zgłoszenia: **2019.03.08**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2020.09.21 BUP 20/2020**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.06.12 WUP 24/2023**

(51) MKP:

**C01B 32/324** (2017.01)

**C05F 11/08** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**OKECHAMP SPÓŁKA AKCYJNA, Poznań, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**LESZEK EJSMONT, Rogierówko, PL**

**GRZEGORZ LOTA, Poznań, PL**

**MAŁGORZATA GRAŚ, Kórnik, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Barbara Suszczewicz, Poznań, PL**

(54) Tytuł:

**Sposób otrzymywania materiału węglowego z materiału organicznego**

**PL 243049 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania materiału węglowego z materiału organicznego, w szczególności z kompostu popieczarkowego.

Węgłe aktywne są substancjami organicznymi składającymi się głównie z węgla pierwiastkowego. Tego typu materiały w wyniku istnienia struktury porowatej charakteryzują się dużą powierzchnią właściwą. Węgłe aktywne otrzymuje się w wyniku procesu karbonizacji i aktywacji materiałów organicznych takich jak na przykład: łupiny orzechów, drewno, żywica jonowymienna. Proces karbonizacji i aktywacji surowca węglonośnego został opisany w polskim patencie numer PL198593, który przedstawia sposób wytwarzania sferycznych węgli aktywnych z odpadowej żywicy jonowymiennej stanowiącej odpad z procesu uzdatniania wody.

Nieustanny rozwój przemysłowy prowadzi do produkcji dużych ilości materiałów odpadowych. Ilość zużytego podłoża po uprawie pieczarek (bioodpad) wynosi około 1500 ton rocznie. Biorąc pod uwagę, że podłoże popieczarkowe charakteryzuje się dużą zawartością takich pierwiastków jak węgiel, azot i siarka, z powodzeniem zostało wykorzystane do otrzymywania materiałów węglowych (B. Wiśniewska-Kadżajan, *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 54, 2012: 165–176).

Ze względu na stale pogarszający się stan środowiska naturalnego, a także wciąż pogłębiający się kryzys energetyczny, istotnym wyzwaniem jest poszukiwanie odnawialnych surowców dostarczających energię. Materiały węglowe pochodzenia organicznego są przyjazne środowisku oraz cechują się niską ceną i znaczną porowatością (X. Gao, W. Xing, J. Zhou, G. Wang, S. Zhuo, Z. Liu, Q. Xue, Z. Yan, *Electrochim. Acta* 133, 2014: 459–466).

Węgłe aktywne znajdują szerokie zastosowanie w technologii chemicznej jako katalizatory, nośniki katalizatorów, sorbenty do usuwania toksycznych związków chemicznych, a także jako materiały elektrodowe w procesach elektrochemicznych. Procesy elektrochemiczne obejmują na przykład zjawiska zachodzące na granicy faz elektroda/elektrolit, dzięki którym istnieje możliwość gromadzenia ładunku. Zjawisko gromadzenia ładunku elektrycznego na materiałach węglowych wykorzystują kondensatory elektrochemiczne. Kondensator elektrochemiczny, zwany też superkondensatorem, stanowi urządzenie, którego działanie polega na gromadzeniu ładunku elektrycznego poprzez elektrostatyczne przyciąganie jonów na elektrodach, któremu towarzyszyć mogą reakcje faradajowskie, nazywane efektami pseudopojemnościowymi. Dodatnio naładowane jony (kationy) są przyciągane elektrostatycznie na elektrodzie polaryzowanej ujemnie, natomiast aniony na elektrodzie dodatniej. Obie elektrody są oddzielone od siebie separatorem w celu uniknięcia zwarcia. Im bardziej rozwinięta i dostępna dla jonów powierzchnia rzeczywista elektrody, tym większy zgromadzony ładunek, a więc pojemność. Wspomniany wyżej efekt pseudopojemnościowy uzyskać można m.in. dzięki dotowaniu materiału węglowego heteroatomami np. tlenem czy azotem, dzięki procesom redoks grup funkcyjnych obecnych na powierzchni materiału elektrodowego (G. Lota, K. Lota, E. Frąckowiak, *Electrochem. Commun.* 9, 2007: 1828–1832). Wzrost pojemności można uzyskać również dzięki zastosowaniu kompozytów materiałów węglowych z tlenkami metali.

Rodzaj użytego materiału elektrodowego, rozwinięcie jego powierzchni rzeczywistej, rozkład porów oraz przewodnictwo decydują o pojemności całego kondensatora (E. Frąckowiak, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 9, 2007: 1774–1785). Najczęściej wykorzystywanymi materiałami elektrodowymi są różne formy materiałów węglowych (proszki, filce, włókna, włókniny, a także nanorurki węglowe, węgle otrzymywane metodą repliki, aerożele i pojedyncze warstwy grafenowe). Procesy karbonizacji oraz aktywacji umożliwiają kontrolowanie mikrotekstury próbek węglowych, co zwiększa ich potencjał aplikacyjny (Z.-G. Shi, Y.-Q. Feng, L. Xu, S.-L. Da, M. Zhang, *Carbon* 42, 2004: 1677–1682).

Sposób otrzymywania materiału węglowego z materiału organicznego według wynalazku polega najpierw na zmieszaniu co najmniej słomy, w tym żytniej lub pszennej lub pszenżyta, z materiałem będącym źródłem azotu, korzystnie obornikiem, oraz z gipsem i wodą w celu uzyskania mieszanki. Następnie kompostuje się mieszankę w wyniku czego otrzymuje się kompost fazy I. Korzystnie proces kompostowania trwa od 15 do 20 dni. W dalszej kolejności kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów. Korzystnie proces pasteryzacji kompostu fazy I w tunelach pasteryzacyjnych trwa od 6 do 8 dni. Następnie do kompostu fazy I wysiewa się grzybnię pieczarki. Potem wysianą grzybnię pieczarki poddaje się procesowi inkubacji w tunelach, w wyniku którego to procesu otrzymuje się w pełni przerośnięte grzybnię podłoże do uprawy pieczarki. Korzystnie proces inkubacji wysianej grzybni pieczarki w tunelach trwa od 17 do 19 dni. W dalszej kolejności podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową

nakłada się na półki uprawowe w pieczarkami, gdzie przeprowadza się proces uprawy grzybów. Korzystnie proces uprawy grzybów trwa 27 do 35 dni.

Następnie zużyte podłoże do uprawy pieczarki poddaje się termicznej dezynfekcji i usuwa się z półek uprawowych w pieczarkami, przy czym usunięte podłoże, które po procesie uprawy grzybów zawiera okrywę torfową, stanowi kompost popieczarkowy. W dalszej kolejności kompost popieczarkowy poddaje się procesowi karbonizacji w temperaturze od 600 do 850°C, przy czym kompost popieczarkowy ogrzewa się przy stałym wzroście temperatury, korzystnie 5°C na minutę, aż do osiągnięcia docelowej temperatury karbonizacji, korzystnie temperatury 650°C.

Korzystnie, kompost popieczarkowy po procesie karbonizacji poddawany jest aktywacji za pomocą wodorotlenku potasu lub wodorotlenku sodu w temperaturze od 600 do 850°C, korzystnie 700°C.

Korzystnie, kompost popieczarkowy po karbonizacji poddawany jest aktywacji na drodze zmieszania z wodorotlenkiem sodu lub wodorotlenkiem potasu w stosunku masowym od 1:1 do 1:10, korzystnie 1:4.

Jeśli kompost popieczarkowy po procesie karbonizacji nie zostaje poddany procesowi aktywacji, to korzystnie otrzymany materiał węglowy chłodzi się w strumieniu gazu obojętnego do osiągnięcia temperatury pokojowej. Następnie korzystnie przemywa się co najmniej jednym roztworem kwasu oraz wodą destylowaną, korzystnie kolejno 100 ml 40% kwasu fluorowodorowego, a następnie 100 ml 20% kwasu solnego oraz wodą destylowaną, do uzyskania w przesączu pH zbliżonego do odczynu neutralnego. Następnie próbkę suszy się, korzystnie w temperaturze 50°C, do całkowitego odparowania wody.

Wytworzony wyżej opisanym sposobem materiał węglowy charakteryzuje się powierzchnią rzeczywistą przekraczającą 100 m<sup>2</sup>/g oraz zawiera w swojej budowie grupy funkcyjne z udziałem heteroatomów takich jak na przykład siarka lub azot.

Wytworzony wyżej opisanym sposobem materiał węglowy stosuje się jako materiał elektrodowy w kondensatorach elektrochemicznych.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest opracowanie nowej, ekologicznej i taniej metody otrzymywania materiału węglowego. Dalszym korzystnym skutkiem wynalazku jest możliwość zutilizowania materiału odpadowego jakim jest kompost popieczarkowy. Sposób według wynalazku pozwala na wykorzystanie odpadów po uprawie pieczarek, w sposób wcześniej nieznanymi i nieoczywistymi. Otrzymane węgle posiadają wysoką porowatość oraz dużą powierzchnię właściwą. Charakteryzują się dużą stabilnością termiczną i elektrochemiczną. Kolejnym korzystnym skutkiem wynalazku jest możliwość uzyskania za pomocą ekologicznej i taniej metody materiału węglowego o parametrach odpowiednich do zastosowania jako materiał elektrodowy w kondensatorach elektrochemicznych. Materiał węglowy otrzymany sposobem według wynalazku stosowany jako materiał elektrodowy ma korzystny wpływ na właściwości pojemnościowe kondensatora elektrochemicznego.

#### PRZYKŁAD 1

Przykład przedstawia sposób otrzymywania karbonizowanego materiału węglowego z kompostu popieczarkowego.

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszeną oraz pszenżyto z obornikiem kurzym, gipsem i wodą. Mieszanka ta kompostowana jest przez 17 dni. W wyniku kompostowania otrzymuje się kompost fazy I. Następnie kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów. Po zakończeniu procesu pasteryzacji do podłoża wsiewa się grzybnię pieczarki i poddaje się ją procesowi inkubacji w tunelach. Proces inkubacji trwa 18 dni. W wyniku procesu inkubacji otrzymuje się w pełni przerośniętą grzybnią podłoże do uprawy pieczarki. Podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni. Od tego momentu rozpoczyna się proces uprawy grzybów i trwa on 28 dni. Po zakończeniu uprawy zużyte podłoże poddawane jest termicznej dezynfekcji i następnie usuwane z hali produkcyjnej. Usunięte podłoże określane jest jako kompost popieczarkowy, czyli mieszanina podłoża do uprawy pieczarki z domieszką okrywy torfowej. Kompost popieczarkowy suszono w czasie 24 godzin w temperaturze 50°C do momentu otrzymania stałej masy. Następnie suchą masę rozdrobniono w celu uzyskania jednolitego proszku. Tak przygotowaną próbkę w ilości 20 g umieszczono w piecu rurowym, przy przepływie azotu przez rurę z szybkością 10 litrów/godzinę i poddano procesowi karbonizacji. Materiał ogrzewano przy wzroście temperatury 5°C na minutę do temperatury 650°. Proces karbonizacji w temperaturze 650°C trwał 60 minut. Następnie otrzymany materiał węglowy chłodzono w strumieniu gazu obojętnego do osiągnięcia temperatury pokojowej. Otrzymano produkt w postaci

czarnego proszku z wydajnością 40%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 43,30; H = 1,40; N = 2,14; S = 5,67.

#### PRZYKŁAD 2

Przykład przedstawia sposób otrzymywania karbonizowanego materiału węglowego z kompostu popieczarkowego.

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszeną oraz pszenżyto z obornikiem kurzym, gipsem i wodą. Mieszanka ta kompostowana jest przez 17 dni. W wyniku kompostowania otrzymuje się kompost fazy I. Następnie kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych przez okres 7 dni w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów. Po zakończeniu procesu pasteryzacji do podłoża wsiewa się grzybnię pieczarki i poddaje się ją procesowi inkubacji w tunelach. Proces inkubacji trwa 18 dni. W wyniku procesu inkubacji otrzymuje się w pełni przerośnięte grzybnię podłoże do uprawy pieczarki. Podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni. Od tego momentu rozpoczyna się proces uprawy grzybów i trwa on 28 dni. Po zakończeniu uprawy zużyte podłoże poddawane jest termicznej dezynfekcji i następnie usuwane z hali produkcyjnej. Usunięte podłoże określane jest jako kompost popieczarkowy, czyli mieszanina podłoża do uprawy pieczarki z domieszką okrywy torfowej. Kompost popieczarkowy suszono w czasie 24 godzin w temperaturze 50°C do momentu otrzymania stałej masy. Następnie suchą masę rozdrobiono w celu uzyskania jednolitego proszku. Tak przygotowaną próbkę w ilości 20 g umieszczono w piecu rurowym, przy przepływie azotu przez rurę z szybkością 10 litrów/godzinę i poddano procesowi karbonizacji. Materiał ogrzewano przy wzroście temperatury 5°C na minutę do temperatury 750°. Proces karbonizacji w temperaturze 750°C trwał 60 minut. Następnie otrzymany materiał węglowy chłodzono w strumieniu gazu obojętnego do osiągnięcia temperatury pokojowej. Otrzymano produkt w postaci czarnego proszku z wydajnością 38%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 39,81; H = 0,93; N = 2,10; S = 5,32.

#### PRZYKŁAD 3

Przykład przedstawia sposób otrzymywania karbonizowanego materiału węglowego z kompostu popieczarkowego.

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszeną oraz pszenżyto z obornikiem kurzym, gipsem i wodą. Mieszanka ta kompostowana jest przez 17 dni. W wyniku kompostowania otrzymuje się kompost fazy I. Następnie kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów. Po zakończeniu procesu pasteryzacji do podłoża wsiewa się grzybnię pieczarki i poddaje się ją procesowi inkubacji w tunelach. Proces inkubacji trwa 18 dni. W wyniku procesu inkubacji otrzymuje się w pełni przerośnięte grzybnię podłoże do uprawy pieczarki. Podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni. Od tego momentu rozpoczyna się proces uprawy grzybów i trwa on 28 dni. Po zakończeniu uprawy zużyte podłoże poddawane jest termicznej dezynfekcji i następnie usuwane z hali produkcyjnej. Usunięte podłoże określane jest jako kompost popieczarkowy, czyli mieszanina podłoża do uprawy pieczarki z domieszką okrywy torfowej. Kompost popieczarkowy suszono w czasie 24 godzin w temperaturze 50°C do momentu otrzymania stałej masy. Następnie suchą masę rozdrobiono w celu uzyskania jednolitego proszku. Tak przygotowaną próbkę w ilości 20 g umieszczono w piecu rurowym, przy przepływie azotu przez rurę z szybkością 10 litrów/godzinę i poddano procesowi karbonizacji. Materiał ogrzewano przy wzroście temperatury 5°C na minutę do temperatury 850°. Proces karbonizacji w temperaturze 850°C trwał 60 minut. Następnie otrzymany materiał węglowy chłodzono w strumieniu gazu obojętnego do osiągnięcia temperatury pokojowej. Otrzymano produkt w postaci czarnego proszku z wydajnością 37%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 39,89; H = 0,96; N = 1,42; S = 5,99.

#### PRZYKŁAD 4

Przykład przedstawia sposób otrzymywania karbonizowanego i oczyszczanego materiału węglowego z kompostu popieczarkowego.

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszeną oraz pszenżyto z obornikiem kurzym, gipsem i wodą. Mieszanka ta kompostowana jest przez 17 dni. W wyniku kompostowania otrzymuje się kompost fazy I. Następnie kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów. Po zakończeniu procesu pasteryzacji do podłoża wsiewa się grzybnię pieczarki i poddaje się ją procesowi inkubacji w tunelach. Proces inkubacji trwa 18 dni. W wyniku procesu inkubacji otrzymuje się w pełni przerośnięte grzybnię

podłoże do uprawy pieczarki. Podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni. Od tego momentu rozpoczyna się proces uprawy grzybów i trwa on 28 dni. Po zakończeniu uprawy zużyte podłoże poddawane jest termicznej dezynfekcji i następnie usuwane z hali produkcyjnej. Usunięte podłoże określane jest jako kompost popieczarkowy, czyli mieszanina podłoża do uprawy pieczarki z domieszką okrywy torfowej. Kompost popieczarkowy suszono w czasie 24 godzin w temperaturze 50°C do momentu otrzymania stałej masy. Następnie suchą masę rozdrobniono w celu uzyskania jednolitego proszku. Tak przygotowaną próbkę w ilości 20 g umieszczono w piecu rurowym, przy przepływie azotu przez rurę z szybkością 10 litrów/godzinę i poddano procesowi karbonizacji. Materiał ogrzewano przy wzroście temperatury 5°C na minutę do temperatury 650°. Proces karbonizacji w temperaturze 650°C trwał 60 minut. Następnie otrzymany materiał węglowy chłodzono w strumieniu gazu obojętnego do osiągnięcia temperatury pokojowej. Przygotowany węgiel przemywano kolejno 100 ml 40% kwasu fluorowodorowego, a następnie 100 ml 20% kwasu solnego oraz wodą destylowaną do uzyskania w przesączu pH zbliżonego do odczynu neutralnego. Próbkę suszono w temperaturze 50°C do całkowitego odparowania wody. Otrzymano produkt w postaci czarnego proszku z wydajnością 54%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 73,16; H = 1,56; N = 3,23; S = 2,39.

#### PRZYKŁAD 5

Przykład przedstawia sposób otrzymywania karbonizowanego i oczyszczonego materiału węglowego z kompostu popieczarkowego.

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszeną oraz pszenżyto z obornikiem kurzym, gipsem i wodą. Mieszanka ta kompostowana jest przez 17 dni. W wyniku kompostowania otrzymuje się kompost fazy I. Następnie kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów. Po zakończeniu procesu pasteryzacji do podłoża wsiewa się grzybnię pieczarki i poddaje się ją procesowi inkubacji w tunelach. Proces inkubacji trwa 18 dni. W wyniku procesu inkubacji otrzymuje się w pełni przerośnięte grzybnie podłoże do uprawy pieczarki. Podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni. Od tego momentu rozpoczyna się proces uprawy grzybów i trwa on 28 dni. Po zakończeniu uprawy zużyte podłoże poddawane jest termicznej dezynfekcji i następnie usuwane z hali produkcyjnej. Usunięte podłoże określane jest jako kompost popieczarkowy, czyli mieszanina podłoża do uprawy pieczarki z domieszką okrywy torfowej. Kompost popieczarkowy suszono w czasie 24 godzin w temperaturze 50°C do momentu otrzymania stałej masy. Następnie suchą masę rozdrobniono w celu uzyskania jednolitego proszku. Tak przygotowaną próbkę w ilości 20 g umieszczono w piecu rurowym, przy przepływie azotu przez rurę z szybkością 10 litrów/godzinę i poddano procesowi karbonizacji. Materiał ogrzewano przy wzroście temperatury 5°C na minutę do temperatury 750°. Proces karbonizacji w temperaturze 750°C trwał 60 minut. Następnie otrzymany materiał węglowy chłodzono w strumieniu gazu obojętnego do osiągnięcia temperatury pokojowej. Przygotowany węgiel przemywano kolejno 100 ml 40% kwasu fluorowodorowego, a następnie 100 ml 20% kwasu solnego oraz wodą destylowaną do uzyskania w przesączu pH zbliżonego do odczynu neutralnego. Próbkę suszono w temperaturze 50°C do całkowitego odparowania wody. Otrzymano produkt w postaci czarnego proszku z wydajnością 51%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 74,02; H = 1,50; N = 3,41; S = 2,34.

#### PRZYKŁAD 6

Przykład przedstawia sposób otrzymywania karbonizowanego i oczyszczonego materiału węglowego z kompostu popieczarkowego.

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszeną oraz pszenżyto z obornikiem kurzym, gipsem i wodą. Mieszanka ta kompostowana jest przez 17 dni. W wyniku kompostowania otrzymuje się kompost fazy I. Następnie kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów. Po zakończeniu procesu pasteryzacji do podłoża wsiewa się grzybnię pieczarki i poddaje się ją procesowi inkubacji w tunelach. Proces inkubacji trwa 18 dni. W wyniku procesu inkubacji otrzymuje się w pełni przerośnięte grzybnie podłoże do uprawy pieczarki. Podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni. Od tego momentu rozpoczyna się proces uprawy grzybów i trwa on 28 dni. Po zakończeniu uprawy zużyte podłoże poddawane jest termicznej dezynfekcji i następnie usuwane z hali produkcyjnej. Usunięte podłoże określane jest jako kompost popieczarkowy, czyli mieszanina podłoża do uprawy pieczarki z domieszką okrywy torfowej. Kompost popieczarkowy suszono w czasie

24 godzin w temperaturze 50°C do momentu otrzymania stałej masy. Następnie suchą masę rozdrobiono w celu uzyskania jednolitego proszku. Tak przygotowaną próbkę w ilości 20 g umieszczono w piecu rurowym, przy przepływie azotu przez rurę z szybkością 10 litrów/godzinę i poddano procesowi karbonizacji. Materiał ogrzewano przy wzroście temperatury 5°C na minutę do temperatury 850°. Proces karbonizacji w temperaturze 850°C trwał 60 minut. Następnie otrzymany materiał węglowy chłodzono w strumieniu gazu obojętnego do osiągnięcia temperatury pokojowej. Przygotowany węgiel przemysłowo kolejno 100 ml 40% kwasu fluorowodorowego, a następnie 100 ml 20% kwasu solnego oraz wodą destylowaną do uzyskania w przesączu pH zbliżonego do odczynu neutralnego. Próbkę suszono w temperaturze 50°C do całkowitego odparowania wody. Otrzymano produkt w postaci czarnego proszku z wydajnością 55%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 72,94; H = 1,17; N = 1,77; S = 1,76.

#### PRZYKŁAD 7

Przykład przedstawia sposób otrzymywania karbonizowanego i aktywowanego materiału węglowego z kompostu popieczarkowego.

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszeną oraz pszenżyto z obornikiem kurzym, gipsem i wodą. Mieszanka ta kompostowana jest przez 17 dni. W wyniku kompostowania otrzymuje się kompost fazy I. Następnie kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów. Po zakończeniu procesu pasteryzacji do podłoża wsiewa się grzybnię pieczarki i poddaje się ją procesowi inkubacji w tunelach. Proces inkubacji trwa 18 dni. W wyniku procesu inkubacji otrzymuje się w pełni przerośnięte grzybnię podłoże do uprawy pieczarki. Podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni. Od tego momentu rozpoczyna się proces uprawy grzybów i trwa on 28 dni. Po zakończeniu uprawy zużyte podłoże poddawane jest termicznej dezynfekcji i następnie usuwane z hali produkcyjnej. Usunięte podłoże określane jest jako kompost popieczarkowy, czyli mieszanina podłoża do uprawy pieczarki z domieszką okrywy torfowej. Kompost popieczarkowy suszono w czasie 24 godzin w temperaturze 50°C do momentu otrzymania stałej masy. Następnie suchą masę rozdrobiono w celu uzyskania jednolitego proszku. Tak przygotowaną próbkę w ilości 20 g umieszczono w piecu rurowym, przy przepływie azotu przez rurę z szybkością 10 litrów/godzinę i poddano procesowi karbonizacji. Materiał ogrzewano przy wzroście temperatury 5°C na minutę do temperatury 650°. Proces karbonizacji w temperaturze 650°C trwał 60 minut. Materiał węglowy po karbonizacji miesza się z wodorotlenkiem potasu w stosunku masowym 1:4. Tak otrzymaną mieszaninę w ilości 40 g umieszcza się w piecu rurowym, przy przepływie azotu przez rurę z szybkością 10 litrów/godzinę i poddaje się procesowi aktywacji w taki sposób, że mieszaninę ogrzewa się przy wzroście temperatury 5°C na minutę do temperatury 700°C. Proces aktywacji w temperaturze 700°C trwa 60 minut. Następnie otrzymany aktywowany materiał węglowy chłodzi się w strumieniu gazu obojętnego do temperatury pokojowej. Otrzymano produkt w postaci czarnego proszku z wydajnością 7%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 88,95; H = 0,26; N = 0,08; S = 0,08.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania materiału węglowego z materiału organicznego, **znamienny tym**, że
  - a) miesza się co najmniej słomę z materiałem będącym źródłem azotu, korzystnie obornikiem, gipsem i wodą w celu uzyskania mieszanki,
  - b) następnie kompostuje się mieszankę w wyniku czego otrzymuje się kompost fazy I,
  - c) potem kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów,
  - d) następnie do kompostu fazy I wysiewa się grzybnię pieczarki,
  - e) potem wysianą grzybnię pieczarki poddaje się procesowi inkubacji w tunelach w wyniku którego to procesu otrzymuje się w pełni przerośnięte grzybnię podłoże do uprawy pieczarki,
  - f) następnie podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni, gdzie przeprowadza się proces uprawy grzybów,
  - g) następnie zużyte podłoże do uprawy pieczarki poddaje się termicznej dezynfekcji i usuwa się z półek uprawowych w pieczarkarni, przy czym usunięte podłoże, które po procesie uprawy grzybów zawiera okrywę torfową, stanowi kompost popieczarkowy,

- h) następnie kompost popieczarkowy poddaje się procesowi karbonizacji w temperaturze od 600 do 850°C, korzystnie 650°C.
2. Sposób otrzymywania materiału węglowego z materiału organicznego, według zastrz. 1, **znamienny tym** że kompost popieczarkowy w procesie karbonizacji ogrzewa się przy stałym wzroście temperatury, korzystnie 5°C na minutę, aż do osiągnięcia docelowej temperatury karbonizacji, czyli temperatury od 600 do 850°C, korzystnie temperatury 650°C.
  3. Sposób otrzymywania materiału węglowego z materiału organicznego, według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że kompost popieczarkowy po procesie karbonizacji poddaje się aktywacji za pomocą wodorotlenku potasu lub wodorotlenku sodu w temperaturze od 600 do 850°C, korzystnie 700°C.
  4. Sposób otrzymywania materiału węglowego z materiału organicznego, według zastrz. 3, **znamienny tym**, że kompost popieczarkowy po procesie karbonizacji poddaje się aktywacji na drodze zmieszania z wodorotlenkiem sodu lub wodorotlenkiem potasu w stosunku masowym od 1:1 do 1:10, korzystnie 1:4.