

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 243053 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **429208**

(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:

**C25B 11/12** (2006.01)

**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:

**Elektroda kondensatora elektrochemicznego zawierająca węgiel aktywny wytworzony z materiału organicznego**

**PL 243053 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest elektroda kondensatora elektrochemicznego zawierająca węgiel aktywny wytworzony z materiału organicznego.

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 węgla 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-Kadżan, *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, aerozele 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).

Rozwiązanie według wynalazku stanowi elektroda kondensatora elektrochemicznego zawierająca węgiel aktywny wytworzony z kompostu popieczarkowego według następującego sposobu: Sposób 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 pieczarkarni, 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 pieczarkarni, 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 go 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, który ma zastosowanie jako materiał elektrodowy w kondensatorach. Dalszym korzystnym skutkiem wynalazku jest możliwość zutilizowania materiału odpadowego jakim jest kompost popieczarkowy. Korzystnym efektem wynalazku jest wykorzystanie odpadów po uprawie pieczarek, w sposób wcześniej nieznan i nieoczywisty. Aktywne węgle wytworzone z kompostu popieczarkowego posiadają wysoką porowatość oraz dużą powierzchnię właściwą, charakteryzującą się dużą stabilnością termiczną i elektrochemiczną, czego efektem jest to, że zastosowanie elektrod kondensatora elektrochemicznego zawierających węgiel aktywny według wynalazku w kondensatorze elektrochemicznym powoduje dobre właściwości pojemnościowe kondensatora elektrochemicznego, co przedstawiono w tabelach w dalszej części niniejszego opisu.

Wynalazek został przedstawiony na rysunku, gdzie fig 1 przedstawia schematyczny przekrój przez kondensator, w którym elektrody zawierają węgiel aktywny wytworzony z kompostu popieczarkowego.

#### PRZYKŁAD 1A

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. 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składają się z 85% wag. materiału węglowego otrzymanego sposobem według wynalazku wskutek procesu karbonizacji kompostu popieczarkowego w temperaturze 650°C, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 6 mol/L KOH. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: voltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostaticznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 1.

#### PRZYKŁAD 1B

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 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 jest 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składają się z 85% wag. materiału węglowego otrzymanego sposobem według wynalazku wskutek procesu karbonizacji kompostu popieczarkowego w temperaturze 650°C, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: voltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostaticznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1

	<b>6M KOH</b> <b>[F/g]</b> <b>(ad. przykład 1A)</b>	<b>1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> <b>[F/g]</b> <b>(ad. przykład 1B)</b>
<b>Woltamperometria cykliczna</b>		
<b>1 mV/s</b>	107	32
<b>10 mV/s</b>	77	14
<b>100 mV/s</b>	40	7
<b>Galwanostacyjne ładowanie i wyładowanie</b>		
<b>100 mA/g</b>	92	20
<b>1 A/g</b>	69	6
<b>5 A/g</b>	43	-

**PRZYKŁAD 2A**

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 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 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składają się z 85% wag. materiału węglowego otrzymanego sposobem według wynalazku wskutek procesu karbonizacji kompostu popieczarkowego w temperaturze 750°C, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 6 mol/L KOH. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania i wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 2.

**PRZYKŁAD 2B**

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 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 jest 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. 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składają się z 85% wag. materiału węglowego otrzymanego sposobem według wynalazku wskutek procesu karbonizacji kompostu popieczarkowego w temperaturze 750°C, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2

	<b>6M KOH</b> [F/g] (ad. przykład 2A)	<b>1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> [F/g] (ad. przykład 2B)
<b>Woltamperometria cykliczna</b>		
<b>1 mV/s</b>	101	40
<b>10 mV/s</b>	78	20
<b>100 mV/s</b>	40	11
<b>Galwanostatyczne ładowanie i wyładowanie</b>		
<b>100 mA/g</b>	88	26
<b>1 A/g</b>	71	11
<b>5 A/g</b>	45	6

**PRZYKŁAD 3A**

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 jest 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 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składają się z 85% wag. materiału węglowego otrzymanego sposobem według wynalazku wskutek procesu karbonizacji kompostu popieczarkowego w temperaturze 850°C, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 6 mol/L KOH. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 3.

#### PRZYKŁAD 3B

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 podłoża 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 jest 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 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składają się z 85% wag. materiału węglowego otrzymanego sposobem według wynalazku wskutek procesu karbonizacji kompostu popieczarkowego w temperaturze 850°C, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 3

	<b>6M KOH</b> <b>[F/g]</b> <b>(ad. przykład 3A)</b>	<b>1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> <b>[F/g]</b> <b>(ad. przykład 3B)</b>
<b>Woltamperometria cykliczna</b>		
<b>1 mV/s</b>	95	39
<b>10 mV/s</b>	79	19
<b>100 mV/s</b>	48	11
<b>Galwanostaticzne ładowanie i wyładowanie</b>		
<b>100 mA/g</b>	80	24
<b>1 A/g</b>	70	11
<b>5 A/g</b>	50	4

**PRZYKŁAD 4A**

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszenną 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składające się z 85% wag. materiału węglowego, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 6 mol/L KOH. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostaticznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 4.

**PRZYKŁAD 4B**

W pierwszej kolejności miesza się słomę żytnią, pszenną 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

nych 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 grzybnia 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 jest 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13cm<sup>2</sup> składające się z 85% wag. materiału węglowego, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4

	<b>6M KOH</b> [F/g] (ad. przykład 4A)	<b>1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> [F/g] (ad. przykład 4B)
<b>Woltamperometria cykliczna</b>		
<b>1 mV/s</b>	146	132
<b>10 mV/s</b>	108	94
<b>100 mV/s</b>	39	37
<b>Galwanostatyczne ładowanie i wyładowanie</b>		
<b>100 mA/g</b>	152	127
<b>1 A/g</b>	109	85
<b>5 A/g</b>	49	31

**PRZYKŁAD 5A**

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 grzybnia 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13cm<sup>2</sup> składające się z 85% wag. materiału węglowego, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 6 mol/L KOH. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 5.

#### PRZYKŁAD 5B

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 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 jest 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13cm<sup>2</sup> składające się z 85% wag. materiału węglowego, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 5.

Tabela 5

	<b>6M KOH</b> <b>[F/g]</b> <b>(ad. przykład 5A)</b>	<b>1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> <b>[F/g]</b> <b>(ad. przykład 5B)</b>
<b>Woltamperometria cykliczna</b>		
<b>1 mV/s</b>	143	123
<b>10 mV/s</b>	114	96
<b>100 mV/s</b>	43	58
<b>Galwanostaticzne ładowanie i wyładowanie</b>		
<b>100 mA/g</b>	141	117
<b>1 A/g</b>	112	88
<b>5 A/g</b>	58	58

**PRZYKŁAD 6A**

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 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. 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 55%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 72,94; H = 1,17; N = 1,77; S = 1,76.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składające się z 85% wag. materiału węglowego, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 6 mol/L KOH. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostaticznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 6.

**PRZYKŁAD 6B**

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 pasteryzacyj-

nych 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 jest z hali produkcyjnej. Usunięte podłoże określone 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 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 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 55%. Uzyskano następujące wyniki analizy elementarnej CHNS; wartości wyliczone w % względem masy; C = 72,94; H = 1,17; N = 1,77; S = 1,76.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składające się z 85% wag. materiału węglowego, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 6.

Tabela 6

	<b>6M KOH</b> <b>[F/g]</b> <b>(ad. przykład 7A)</b>	<b>1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> <b>[F/g]</b> <b>(ad. przykład 7B)</b>
<b>Woltamperometria cykliczna</b>		
<b>1 mV/s</b>	101	87
<b>10 mV/s</b>	81	60
<b>100 mV/s</b>	41	28
<b>Galwanostatyczne ładowanie i wyładowanie</b>		
<b>100 mA/g</b>	102	68
<b>1 A/g</b>	75	47
<b>5 A/g</b>	37	20

**PRZYKŁAD 7A**

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. 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składające się z 85% wag. materiału węglowego otrzymanego sposobem według wynalazku wskutek procesu karbonizacji kompostu popieczarkowego w temperaturze 650°C oraz aktywacji w temperaturze 700°C, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 6 mol/L KOH. Badania elektrochemiczne prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 7.

#### PRZYKŁAD 7B

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 jest 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. 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.

Następnie wytworzono elektrody (1) kondensatora elektrochemicznego w kształcie tabletek o masie 20 mg i powierzchni geometrycznej 1,13 cm<sup>2</sup> składające się z 85% wag. materiału węglowego otrzymanego sposobem według wynalazku wskutek procesu karbonizacji kompostu popieczarkowego w temperaturze 650°C oraz aktywacji w temperaturze 700°C, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej. Elektrolit stanowił wodny roztwór 1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Badania elektrochemiczne

prowadzono w dwuelektrodowym naczyniu elektrochemicznym. Parametry pracy kondensatora wyznaczano za pomocą następujących technik badawczych: woltamperometrii cyklicznej (1–100 mV/s) oraz galwanostatycznego ładowania/wyładowania (100 mA/g – 5 A/g). Uzyskane wartości pojemności w [F/g] zamieszczono w tabeli 7.

Tabela 7

	<b>6M KOH</b> [F/g] (ad. przykład 7A)	<b>1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> [F/g] (ad. przykład 7B)
<b>Woltamperometria cykliczna</b>		
<b>1 mV/s</b>	221	213
<b>10 mV/s</b>	166	181
<b>100 mV/s</b>	30	123
<b>Galwanostatyczne ładowanie i wyładowanie</b>		
<b>100 mA/g</b>	212	213
<b>1 A/g</b>	175	184
<b>5 A/g</b>	63	150

### Zastrzeżenia patentowe

- Elektroda kondensatora elektrochemicznego zawierająca węgiel aktywny **znamienna tym**, że węgiel aktywny został otrzymany następującym sposobem:
  - miesza się co najmniej słomę z materiałem będącym źródłem azotu, korzystnie obornikiem, gipsem i wodą w celu uzyskania mieszanki,
  - następnie kompostuje się mieszankę w wyniku czego otrzymuje się kompost fazy I,
  - potem kompost fazy I poddaje się procesowi pasteryzacji w tunelach pasteryzacyjnych w celu wyeliminowania szkodliwych dla pieczarki mikroorganizmów,
  - 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 grzybnią podłoże do uprawy pieczarki,
  - następnie podłoże do uprawy pieczarki wraz z okrywą torfową nakłada się na półki uprawowe w pieczarkarni, gdzie przeprowadza się proces uprawy grzybów,
  - 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,
  - następnie kompost popieczarkowy poddaje się procesowi karbonizacji w temperaturze od 600 do 850°C, korzystnie 650°C.
- Elektroda kondensatora elektrochemicznego zawierające węgiel aktywny według zastrz. 1 **znamienna 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.
- Elektroda kondensatora elektrochemicznego zawierające węgiel aktywny według zastrz. 1 albo 2, **znamienna 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.
- Elektroda kondensatora elektrochemicznego zawierające węgiel aktywny według zastrz. 3, **znamienna 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.
5. Elektroda kondensatora elektrochemicznego zawierające węgiel aktywny według zastrz. 1–4 **znamienna tym**, że składa się z 85% wag. materiału węglowego, 10% wag. materiału wiążącego i w 5% wag. sadzy acetylenowej.

Rysunek

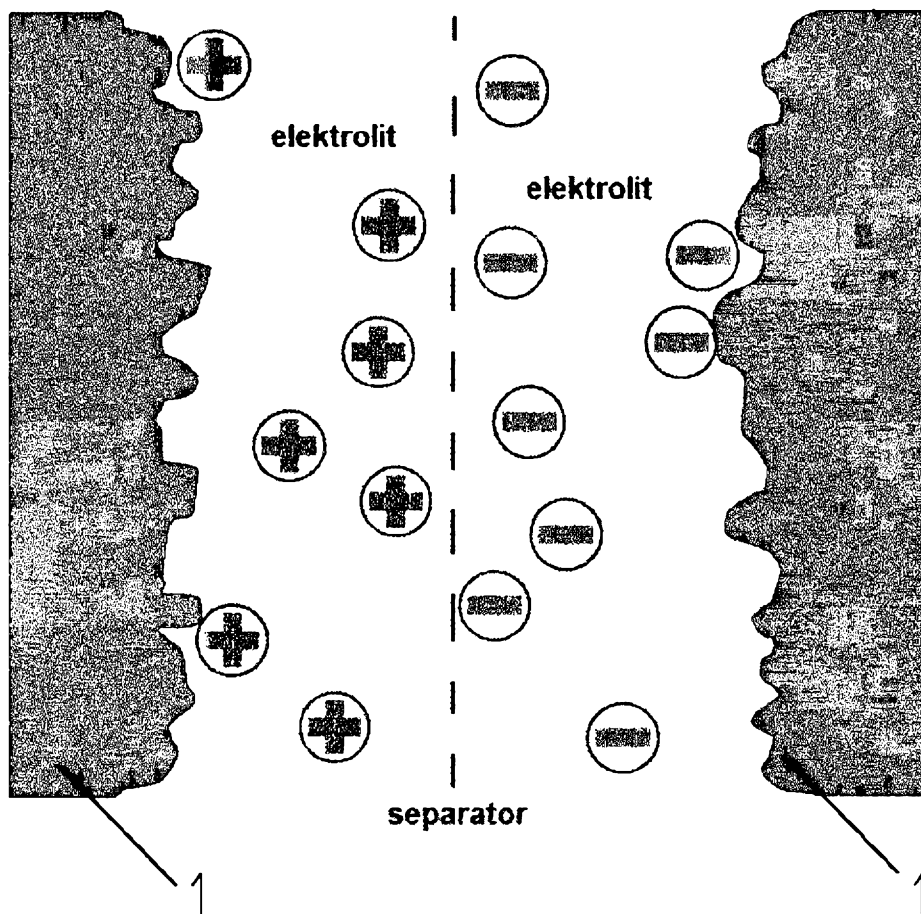


Fig.1