

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 246452 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442855**

(22) Data zgłoszenia: **2022.11.16**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.05.20 BUP 21/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.01.27 WUP 04/2025**

(51) MKP:

C05G 5/10 (2020.01)

C05G 3/80 (2020.01)

C05F 11/00 (2006.01)

A01G 29/00 (2006.01)

C09K 17/16 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

UNIWERSYTET RZESZOWSKI, Rzeszów, PL
PODKARPACKIE CENTRUM INNOWACJI
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Rzeszów, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

BOGDAN SALETNIK, Iwierzycy, PL
GRZEGORZ ZAGUŁA, Rzeszów, PL
MARCIN BAJCAR, Rzeszów, PL
EDYTA PYREK-BAJCAR, Rzeszów, PL
BARBARA DRYGAŚ, Ropczyce, PL
ANDRZEJ MARCZUK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Gdula, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

Saszetka nawozowa z celulozy z biowęglem, sposób wytwarzania tej saszetki nawozowej i zastosowanie saszetki nawozowej

PL 246452 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest saszetka nawozowa z celulozy z biowęgłem i sposób wytwarzania tej saszetki nawozowej, przeznaczonej do roślin doniczkowych. Rozwiązanie dotyczy przede wszystkim odpowiedniej kompozycji biowęgla otrzymanych z odpadowych materiałów produkcji rolniczej, sadowniczej i spożywczej w ściśle określonych warunkach procesu pirolizy oraz zamkniętych w biodegradowalnych saszetkach celulozowych. Wynalazek obejmuje również zastosowanie saszetki nawozowej z biowęgłem. Produkt adresowany jest bezpośrednio do konsumentów, sklepów ogrodnich, kwaciarni, a także sieci centrów handlowych oraz marketów budowlanych i ogrodnich.

Nawożenie jest podstawowym zabiegiem agrotechnicznym, wpływającym na produktywność roślin. Jednocześnie należy zwrócić uwagę, iż niewłaściwe stosowanie nawozów może wpływać na spadek żyzności gleby, ograniczenie aktywności mikrobiologicznej oraz wprowadzenie szkodliwych substancji np. metali ciężkich. Mając na uwadze potencjalne negatywne oddziaływanie nawozów na środowisko naturalne, należy pamiętać o minimalizacji jego obciążenia. Nawożenie ma na celu również polepszenie lub podtrzymanie żyzności gleby, umożliwiające prawidłowy wzrost i rozwój roślin.

W ogrodnictwie jak i w innych dziedzinach życia rośnie popyt na produkty nadające się do kompostowania, pochodzenia biologicznego oraz ulegające biodegradacji. Konsument coraz większą uwagę zwraca na zrównoważony rozwój i neutralność produktów wobec środowiska, jednocześnie nie chce tracić na jakości, ilości i atrakcyjności uprawianych roślin. Dlatego coraz częściej hodowcy roślin sięgają po środki wspomagające uprawę roślin będące alternatywą dla klasycznych dotąd stosowanych nawozów. Dotyczy to zarówno klientów indywidualnych, właścicieli małych i średnich gospodarstw, a także dużych przedsiębiorstw zajmujących się uprawą roślin doniczkowych zawodowo. Rosnąca świadomość społeczeństwa o konieczności ochrony środowiska naturalnego wpływa na szeroki zakres zainteresowania ekologicznymi nawozami.

Nawozy ekologiczne, ze względu na zawartość w swoim składzie wyłącznie składników pochodzenia naturalnego, są całkowicie bezpieczne dla roślin, ludzi oraz zwierząt. Tego rodzaju środki wspomagają wzrost i rozwój roślin, zwiększają ich odporność oraz ułatwiają pobieranie składników pokarmowych z gleby. Kierując uwagę na produkcję nawozów ekologicznych, należy podkreślić znaczenie oraz możliwości wykorzystania biowęgla. Właściwości biowęgla, czyli silnie uwęglonych materiałów, zależą od zastosowanego do jego produkcji rodzaju biomasy oraz parametrów procesu pirolizy (proces prażenia bez dostępu tlenu). Biowęgłe wprowadzone do gleby wykazują dużą stabilność pod względem składu chemicznego, dzięki czemu uznawane są za wysoce efektywny sposób sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. W skład biowęgla wchodzi makro- i mikroelementy, które są cennym źródłem substancji mineralnych, m.in. wapnia, magnezu, fosforu, potasu, węglanów dla roślin i mikroorganizmów glebowych. Materiał ten może przyczynić się do rozwiązania wielu problemów związanych z ochroną środowiska, m.in. degradacją gleb, zmniejszeniem zasobów nieodnawialnych źródeł energii oraz zagospodarowaniem odpadów zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Biowęgiel wytwarzany jest w procesie pirolizy prowadzonej w ściśle określonych warunkach. Powoduje to, że jest on stabilniejszy od biomasy i ma większe znaczenie użytkowe. Na stosunek karbonizatu do biomasy ma wpływ przede wszystkim rodzaj wykorzystanego surowca. Wielkość produktu otrzymanego w wyniku pirolizy biomasy zależy także od warunków procesu: temperatury i czasu przebywania w temperaturze końcowej. Wyższą wydajność karbonizatów można uzyskać z surowców biomasy o wyższej zawartości ligniny i niższej zawartości hemiceluloz. Na właściwości biowęgla mają wpływ właściwości i skład biomasy (ligniny i minerałów), temperatura pirolizy, czas przebywania oraz szybkość nagrzewania. Determinują one zawartość makro- i mikroelementów, a także substancji szkodliwych jak np. metale ciężkie. Temperatura pirolizy jest parametrem określającym jego przydatność do wzbogacania gleby poprzez zmianę mechanizmów reakcji i oporność ekologiczną [1–7].

Obecnie gama zastosowań biowęgla jest bardzo szeroka i stale się poszerza, głównie w takich obszarach jak przemysł i rolnictwo. Biomasa poddana pirolizie jest alternatywnym źródłem energii. Obróbka wstępna zwiększa wartość opałową biomasy, ponadto wykorzystanie karbonizatów emituje mniej zanieczyszczeń w porównaniu do biomasy surowej. Literatura przedmiotu oraz istniejące standardy jakościowe wskazują, iż biowęgiel to materiał stosowany na cele inne niż energetyczne, a w szczególności do zastosowań do gleby. Podkreśla się, że termin „biowęgiel” wprowadzono po to, aby odróżnić tradycyjny karbonizat (*charcoal*) wykorzystywany w celach energetycznych od materiału, który można bezpiecznie stosować jako nawóz czy polepszacz gleby (*biochar*). Potraktowane jest to przede wszystkim spełnieniem różnych wymagań dla tych zastosowań. Biowęgiel może być wykorzystywany jako dodatek

do gleb, pasz i kiszzonek, jak również do unieruchamiania oraz usuwania zanieczyszczeń z gleby oraz wód. Ze względu na swoje wybitne właściwości fizykochemiczne biowęgiel ma szeroki zakres potencjalnych zastosowań w różnych obszarach, takich jak kondycjonowanie gleby, rekultywacja gleby, gospodarka odpadami, łagodzenie zmian klimatu, sekwestracja węgla, kataliza lub jako węgiel aktywny z określonymi materiałami [8–15].

Z rolniczego punktu widzenia wprowadzanie do gleb karbonizatów jako środków poprawiających ich właściwości wydaje się być korzystne ze względu na możliwość poprawy warunków do wzrostu, rozwoju i plonowania roślin. Dodatkowo, mając na uwadze szybkie efekty działania oraz stosunkowo niskie koszty użycia, związki biowęglowe coraz częściej znajdują swoje zastosowanie w procesie remediacji i ochrony gleb. Heterogeniczny skład chemiczny karbonizatów umożliwia ich interakcję z liczną grupą nieorganicznych jak i organicznych związków obecnych w glebie. Różnorodne właściwości tych materiałów pozwalają na reakcje z cząstkami mineralnymi i organicznymi gleby oraz tworzenie kompleksów mineralno-organicznych. Biowęgle wprowadzone do gleby cechują się dużą stabilnością i odpornością na rozkład biologiczny przez co uznawane są za wysoce efektywny środek sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Dodatkowo aplikacja karbonizatów do gleby pozwala nie tylko na wzrost zawartości węgla, ale również innych związków biogennych jak fosfor, potas magnez, azot. Duża pojemność jonowymienna oraz powierzchnia właściwa biowęgli wpływa na zmniejszenie wymywania ze środowiska glebowego pierwiastków biogennych oraz redukuje emisję tlenu azotu. Biowęgle wprowadzone do gleby jako materiały nawozowe wpływają również na wzrost wartości pH gleb. Biowęgiel dodany do gleby wpływa również na jej właściwości fizyczne poprzez wzrost zdolności powstawania agregatów glebowych i odporności na erozję czy też poprawę retencji wodnej. Silnie porowata struktura karbonizatów może tworzyć również korzystne miejsce do bytowania mikroorganizmów, przez co wpływa na wzrost żyzności oraz produktywności gleby [16–29].

Z racji możliwości uprawy szerokiej gamy roślin doniczkowych, począwszy od kwiatów oraz krzewów kwitnących i zielonych, po zioła, produkt skierowany będzie do bardzo dużego grona odbiorców. Dodatkowo proponowany produkt jest w pełni ekologiczny i biodegradowalny, a wpisując się w nurt „zero waste” może wpłynąć na wzrost liczby konsumentów. Konsumentów coraz częściej świadomie wybierają produkty ekologiczne, co przekłada się na wzrost zainteresowania takimi rozwiązaniami ze strony producentów i dystrybutorów. Dobór surowców oraz sposób ich pozyskania będą miały wpływ na cenę końcową produktu, która będzie ok. 30–50% niższa od dostępnych na rynku nawozów ekologicznych. Wykorzystanie do produkcji składników wyłącznie ekologicznych zamkniętych w biodegradowalnej saszetce celulozowej czyni dodatkowo wykorzystanie proponowanego produktu łatwym i nieskomplikowanym (dozowanie bezpośrednio do doniczek/pojemników z podłożem). Obecnie dostępne nawozy w formie cieczy lub granulatu należy skrupulatnie odmierzać i często rozpuszczać w wodzie, natomiast proponowany produkt będzie można dozować bezpośrednio do doniczek/pojemników z podłożem. Przewagą proponowanej koncepcji w stosunku do dostępnych już rozwiązań jest również wykorzystanie do produkcji składników wyłącznie ekologicznych, pochodzenia roślinnego z zasobów odnawialnych, z jednoczesnym zagospodarowaniem tanich materiałów odpadowych. Dodatkowo proponowana biowęglowa saszetka nawozowa będzie cechowała się wysoką koncentracją makro- i mikroelementów niezbędnych do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin.

W polskim zgłoszeniu patentowym o numerze P.417361, pt. Nawóz wieloskładnikowy zawierający składniki organiczne i składniki wapniowe, przedstawiono nawóz wieloskładnikowy, który charakteryzuje się tym, że zawiera pomiot kurzy w ilości 40–60% wagowych, wapno defekacyjne lub zamiennie nawóz wapniowy, składający się ze składników organicznych pochodzenia zwierzęcego i reaktywnego hydratu wapna w ilości 15–25% wagowych. Nawóz zawiera również węgiel brunatny albo miał węgla brunatnego i/lub torf albo biowęgiel w ilości 15–25% wagowych oraz muł denny ze zbiorników słodkowodnych w ilości 5–15% wagowych. W polskim zgłoszeniu patentowym o numerze P.428296, pt. Sposób otrzymywania biowęgla o wysokiej zawartości azotu oraz biowęgiel otrzymany tym sposobem, opisano sposób otrzymywania biowęgla o wysokiej zawartości azotu z biomasy, w którym biomasę suszy się, następnie ogrzewa i poddaje schłodzeniu w atmosferze gazu obojętnego, przy czym suszenie prowadzi się w temperaturze od 50°C do 80°C przez 2 do 24 godzin, ewentualnie uprzednio rozdrabniając materiał, a ogrzewanie prowadzi się w temperaturze od 400°C do 1000°C przez okres 15 do 360 min, przy szybkości narastania temperatury od 3 do 25°C/min, charakteryzujący się tym, że stosowana biomasa jest pochodzenia owadziego, w szczególności pozyskana z wylinek larw i poczwerek, osobników dorosłych oraz martwych owadów we wszystkich stadiach rozwojowych. Przedmiotem zgłoszenia jest też biowęgiel o wysokiej zawartości azotu, otrzymany z biomasy pochodzenia owadziego, w szczególności

pozyskanej z wylinek larw i poczwerek, osobników dorosłych oraz martwych owadów we wszystkich stadiach rozwojowych, w którym zawartość azotu wynosi przynajmniej 7,0% suchej masy.

Polskie zgłoszenie patentowe o numerze P.429631, pt. Bionawóz stymulujący wzrost roślin uprawnych i ogrodowych oraz sposób otrzymywania tego bionawozu, prezentuje sposób dotyczący bionawozu o właściwościach stymulujących kiełkowanie i wzrost roślin do zastosowania w uprawach roślin metodami: doglebową i/lub dolistną i/lub do kondycjonowania nasion oraz sposób otrzymywania tego bionawozu. Sposób otrzymywania bionawozu na bazie wodnej mieszaniny biomasy glonów oraz zeolitu, charakteryzuje się tym, że do biomasy glonów, ich ekstraktu lub kompostu z glonów o stężeniu od 2,5–100%, dodaje się naturalny minerał o granulacji 0–2,5 mm w ilości 0,1–50% wag. Korzystnym jest, gdy jako minerał zastosowano zeolit naturalny. Znany jest z polskiego zgłoszenia patentowego o numerze P.434738, pt. Granulat nośnikowy, nawóz organiczny zawierający ten granulat, sposób wytwarzania nawozu organicznego i sposób dostarczania tego nawozu do gleby, wynalazek dotyczący granulatu nośnikowego nawozu organicznego, zawierającego porowaty biowęgiel, substrat lignocelulozowy i melasę. Ponadto, wynalazek dotyczy nawozu organicznego zawierającego określony powyżej granulat nośnikowy oraz co najmniej jeden dodatek organiczny wybrany spośród grzybów mikoryzowych, ekstraktów z alg morskich i bakterii. Wynalazek dotyczy ponadto sposobu otrzymywania nawozu organicznego, a także sposobu dostarczania nawozu organicznego do gleby.

W polskim zgłoszeniu patentowym o numerze P.431350, pt. Bionawóz i sposób jego wytwarzania, zestawiono dane dotyczące bionawozu w postaci granul nawozu mineralnego z otoczką zawierającą preparaty biologicznie aktywne i lepszczce neutralne względem nawozu i preparatów biologicznie aktywnych, który charakteryzuje się tym, że lepszczem jest polimer z grupy polieterów o temperaturze topnienia w zakresie 40–90°C z ewentualnym dodatkiem gliceryny, a także ewentualnie jedną lub więcej substancji pomocniczych z grupy sacharydów lub cukroli w ilości 0–50% masy otoczki. Jako czynniki bioaktywne stosuje się korzystnie liofilizaty bakterii z rodzaju *Bacillus* lub *Paenibacillus*. Zgłoszenie obejmuje też sposób wytwarzania bionawozu, który charakteryzuje się tym, że na powierzchnię granul nawozu mineralnego ogrzanego strumieniem powietrza do temperatury 70–90°C nanosi się sproszkowane lub upłynnione lepszczce w postaci polimeru o temperaturze topnienia 40–90°C z ewentualnym dodatkiem gliceryny oraz czynniki bioaktywne, po czym otrzymany granulat otoczkowany schładza się do temperatury poniżej 40°C.

Przegląd dostępnego stanu techniki pozwala na stwierdzenie, że otrzymywanie biowęgla z materiałów odpadowych oraz jego potencjalne działanie i zastosowanie jako nawozu raportowano w licznych publikacjach naukowych m.in. Glaser i in. (2015), Usevičiūtė i in. (2022), Rivelli and Libutti (2022) [30–32]. Analizując jednak dostępne artykuły naukowe, nie odnotowano w nich informacji na temat łączenia ze sobą biowęgli uzyskanych z odpadów pochodzących z różnych sektorów gospodarki oraz oceny ich synergicznego działania. Dodatkowo literatura przedmiotu nie podaje danych dotyczących możliwości dozowania biowęgla jako nawozu w postaci biodegradowalnych saszetek celulozowych.

W amerykańskim zgłoszeniu patentowym US2009126433A1 opisano proces pirolizy biomasy za pomocą przegrzanej pary wodnej. Natomiast innym zgłoszeniu US2011023566 ujawniono kompozycję zawierającą cząstki stałe z drewna, plew, łusek, kompostu roślinnego, biowęgla lub pozostałości odpadowych, jak popiół drzewny lub roślinny, oraz źródło azotu z pozostałości odpadowych z procesów gazyfikacji, ścieków z przetwórstwa spożywczego lub innych pozostałości ubocznych z przetwórstwa leśnego, wodnego, spożywczego lub paszowego.

Chiński opis patentowy CN102476129B dotyczy zintegrowanej technologii wykorzystania odpadów rolniczych, a w szczególności sposobu przetwarzania i wykorzystania współprodukcji odpadów rolniczych. Sposób przetwarzania i utylizacji koprodukcji obejmuje etapy: 1. zbierania i przetwarzania surowców; 2. przeprowadzania pirolizy surowców: wytwarzanie biowęgla i wysokotemperaturowego gazu mieszanego; 3. przekształcanie wysokotemperaturowego gazu mieszanego w smołę drzewną, ocet drzewny i gaz opałowy; 4. wytwarzanie nawozów; 5. rafinacji oleju opałowego: przekształcanie smoły drzewnej w olej biopaliwowy i smołę drzewną; 6. oczyszczania gazu opałowego: oczyszczanie gazu opałowego w czysty gaz opałowy; i 7. przekształcenia gazu opałowego: odpowiednio wysyłanie gazu biopaliwowego do generatora gazu, sieci rur gazowych i kotła ciepłego w celu przekształcenia gazu biopaliwowego w energię cieplną i energię elektryczną.

Natomiast opis patentowy europejski EP2663397B1 opisuje materiał do absorpcji węgla, który jest formowany z beztlenowego odpadu pofermentacyjnego. Materiał ma pustą strukturę rurową i jest szczególnie korzystny w przekształcaniu siarkowodoru w biogazie i w absorbowaniu przekształconej

siarki i związków siarki z biogazu do swojej struktury. Materiał po zastosowaniu jako absorbent siarkowodoru ma wartość jako produkt ogrodniczy lub rolniczy lub jako impregnowany siarką węgiel aktywny. Proces wytwarzania absorbentu wykorzystuje w szczególności nawilżony gaz obojętny w zakresie temperatur od około 500°C do 900°C do przekształcenia beztlenowego odpadu pofermentacyjnego w aktywny absorbent węglowy. Obróbka termiczna jest stosunkowo łagodna i zachowuje włóknistą strukturę materiału źródłowego, jednocześnie usuwając składniki celulozowe i hemicelulozowe z beztlenowego odpadu pofermentacyjnego.

W innym amerykańskim zgłoszeniu patentowym US2013232869A1 ujawniono kompozycję zawierającą biowęgiel i sposób wytwarzania nowego podłoża do wzrostu roślin z wykorzystaniem biowęgla oraz sposób uprawy roślin z wykorzystaniem podłoża z kompozycji biowęgla. Według sposobu cząstki biomasy są podgrzewane do temperatury od 400°C do 650°C w nieobecności tlenu, a następnie chłodzone w celu skroplenia produktu pirolizy, co daje bioolej jako produkt. Niekondensującym się produktem pirolizy jest syngaz, natomiast stałą pozostałością jest biowęgiel. Bioolej może być spalany bezpośrednio w silnikach lub mieszany z olejem napędowym.

W chińskim opisie patentowym CN103396171B opisano przyjazny dla środowiska nawóz na bazie biowęgla i sposób jego stosowania. Sposób przygotowania nawozu na bazie biowęgla obejmuje następujące etapy polegające na: suszeniu i rozdrabnianiu pozostałości leśnych i rolniczych, następnie przeprowadzanie ograniczonej tlenowo pirolizy na rozdrobnionych materiałach przez 1–5 godzin w temperaturze 300 do 700°C, i przesiewanie, uzyskując w ten sposób biowęgiel; i po utrwaleniu biowęgla bakteriami degradującymi trwałe zanieczyszczenia organiczne, zmieszanie biowęgla z nawozem, dokładne wymieszanie obu tych składników i dodanie spoiwa stanowiącego 1wt% – 4wt% całkowitej masy. W innym chińskim patencie CN109835881B opisano biowęgiel, nawóz organiczny na bazie biowęgla oraz sposób jego przygotowania i zastosowania. Sposób przygotowania zmodyfikowanego biowęgla obejmuje następujące etapy: rozdrabnianie i przesiewanie pozostałości z drewna brzoskwiniowego; mieszanie otrzymanego proszku z pozostałości z drewna brzoskwiniowego z tlenkiem grafenu i piroliza mieszaniny przez 2–3 godziny w temperaturze 550–600°C pod osłoną azotu; nasączenie spirolizowanego produktu roztworem nadmanganianu potasu, ponowna piroliza produktu przez 0,4–0,6 godziny w temperaturze 550–600°C; oraz mycie wodą produktu pirolizy w celu usunięcia zanieczyszczeń. Nawóz organiczny na bazie biowęgla otrzymuje się przez fermentację następujących surowców w częściach wagowych: 30–40 części zmodyfikowanego biowęgla, 60–80 części obornika krowiego, 15–25 części rozłożonego ziarna gorzelnianego, 10–20 części sproszkowanych łupin orzecha ziemnego, 6–8 części ługu pirolignicznego, 4–6 części melasy buraczanej, 3–5 części środka fermentacyjnego *Rhodotorula mucilaginosa* i 0,08–0,12 części celulazy złożonej.

Chińskie zgłoszenie patentowe CN105152748A ujawnia odporny na leżakowanie nawóz z biowęgla ze słomy pszennej i sposób jego przygotowania. Nawóz biowęglowy przygotowuje się z następujących materiałów wagowo: 30–40 części pozostałości kawy, 40–45 części pozostałości manioku, 18–20 części wodorofosforanu dipotasu, 4–6 części siarczanu żelazawego, 5–7 części azotanu wapnia, 14–16 części proszku attapulgitowego, 12–15 części mleka kokosowego, 120–140 części świeżej enteromorfy, 6–8 części złożonego środka mikrobiologicznego, 230–250 części słomy pszennej, 28–32 części świeżego moczu oraz odpowiedniej ilości wody. Cząstki nawozu biowęglowego są lekkie i porowate i po zastosowaniu nawozu w glebie następuje bezpośredni wpływ na właściwości fizyczne gleby: obniżenie ciężaru jednostkowego gleby i zwiększenie porów napowietrzających oraz zapewnienie dobrej przestrzeni wzrostu dla systemu korzeniowego.

Na rynku występuje również nawóz z węgla kamiennego, w formie koncentratu – Carbohumic. Jest to nawóz ekologiczny, jednak powstały z nieodnawialnych źródeł, pozyskiwanych w trudnym i kosztownym procesie, których zasoby powoli wyczerpują się. Rozwiązaniem problemu byłoby zatem zapewnienie kompozycji nawozowej, bazującej na odnawialnych surowcach naturalnych oraz odpadach pokonsumpcyjnych, która by powodowała zwiększoną zdolność kiełkowania oraz większą masę średnią w odniesieniu do prób kontrolnych. Nawóz powinien także charakteryzować się wysoką zawartością mikro- i makroelementów. Rozwiązaniem problemu technicznego byłoby również zapewnienie sposobu otrzymywania kompozycji nawozowej opartej na biowęglu w saszetkach, bazującej na odnawialnych surowcach naturalnych oraz odpadach pokonsumpcyjnych.

Alternatywę dla istniejących metod może stanowić zastosowanie nawozu w postaci mieszaniny czterech różnych rodzajów biowęgla w proporcji wagowej od 20% do 40%, zamkniętych/zaaplikowanych w biodegradowalnej saszetce celulozowej. Rolę surowców do produkcji mieszaniny materiałów biowęglowych powinny pełnić słoma, gałęzie drzew owocowych, fusy z kawy oraz fusy z herbaty.

Pierwszym przedmiotem wynalazku jest saszetka nawozowa z celulozy zawierająca biowęgiel, charakteryzująca się tym, że zawiera mieszaninę biowęgla ze słomy pszennej w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z gałęzi jabłoni w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów kawy w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów herbaty w ilości od 25% do 40% wagowych mieszaniny.

W korzystnej realizacji wynalazku saszetka zawiera mieszaninę biowęgla ze słomy pszennej w ilości 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z gałęzi jabłoni w ilości 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów kawy w ilości 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów herbaty w ilości 25% wagowych mieszaniny.

W następnej korzystnej realizacji wynalazku saszetka zawiera mieszaninę biowęgla ze słomy pszennej w ilości 20% wagowych mieszaniny, biowęgla z gałęzi jabłoni w ilości 20% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów kawy w ilości 20% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów herbaty w ilości 40% wagowych mieszaniny.

W kolejnej korzystnej realizacji wynalazku saszetka zawiera mieszaninę o masie 5 g.

Drugim przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania saszetki nawozowej z biowęgłem obejmujący etapy:

- a) przygotowania surowców biomasowych,
- b) pirolizy surowców biomasowych do produktów biowęglowych,
- c) klasyfikacji produktów,
- d) przemywania i suszenia produktów,
- e) wytwarzanie saszetki nawozowej,

charakteryzujący się tym, że w etapie a) surowce biomasowe wybrane z grupy obejmującej: słomę pszenną, gałęzie jabłoni, fusy kawy, fusy herbaty, suszy się i rozdrabnia do frakcji nie większej niż 10 mm, w etapie b) każdy surowców z etapu a) poddaje się procesowi pirolizy w temperaturze 500°C w czasie 4 minut w atmosferze przepływającego gazu inertnego, i w etapie c) produkty biowęglowe z etapu b) rozdrabnia się i klasyfikuje na sicie o średnicy oczek 1 mm, przemywa wodą i suszy się w czasie 12 godzin w temperaturze 75°C, i w etapie e) napełnia się saszetkę celulozową mieszaniną zawierającą biowęgiel ze słomy pszennej w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgiel z gałęzi jabłoni w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgiel z fusów kawy w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgiel z fusów herbaty w ilości od 25% do 40% wagowych mieszaniny.

W korzystnej realizacji wynalazku gaz inertny stanowi azot i jego przepływ podczas procesu pirolizy wynosi 10 dm³/min.

W następnej korzystnej realizacji wynalazku, masa mieszaniny biowęgli wynosi 5 g.

Innym przedmiotem wynalazku jest zastosowanie saszetki nawozowej, którą określono w pierwszym przedmiocie wynalazku, do nawożenia roślin doniczkowych.

W korzystnej realizacji wynalazku rośliny doniczkowe są wybrane z grupy obejmującej rodzaj: *Tagetes*, *Godetia* albo *Ocimum*.

Wynalazek charakteryzuje się szeregiem zalet. Biowęglowy wkład do saszetki został wytworzony z materiałów odpadowych (słoma pszenna, odpad drewniany, fusy kawowe, fusy herbaciane). Szczególnie istotne są fusy herbaciane, które po procesie pirolizy cechują się podwyższoną zawartością azotu, na poziomie około 5%, w stosunku do pozostałych materiałów biowęglowych zawartych w mieszaninie według wynalazku. Tym samym jest to produkt w pełni ekologiczny i biodegradowalny, włączając w to saszetkę celulozową. Biowęglowy wkład nawozowy charakteryzuje się wysoką zawartością makro- i mikroelementów. Przykładowo dla stosunku wagowego biowęgli w mieszaninie 1:1:1:1, co odpowiada 25% masie mieszaniny każdego z nich, średnia zawartość Ca, K, Mg, Na, P, S (liczona dla sumy) wynosi co najmniej 32 mg/g, a dla sumy Fe, Cu, Mn, co najmniej 0,45 mg/g. Zmiana proporcji, właściwości biomasy/wsadu, każdorazowo wpłynie na koncentracje pierwiastków. Wspomniane cechy powodują, że w warunkach hodowlanych, po zastosowaniu saszetki według wynalazku, zdolność kiełkowania nasion wzrosła przynajmniej o 80% względem próby kontrolnej. Ponadto wykiełkowane rośliny charakteryzowały się średnią masą nadziemnej części roślin większą o przynajmniej 50% względem próby kontrolnej. Saszetka otrzymana według wynalazku jest łatwa i nieskomplikowana w użyciu oraz jest około 30–50% tańsza w odniesieniu do innych rozwiązań znanych ze stanu techniki.

Przykład wykonania nr 1

Materiały przeznaczone do produkcji biowęgla (słoma pszenna, gałęzie jabłoni, fusy kawowe, fusy herbaciane) suszono w warunkach laboratoryjnych do stanu powietrzno-suchego (zawartość wilgoci na poziomie 15%), a następnie poddano je wstępnej homogenizacji, tj. rozdrobnieniu do frakcji

poniżej 10 mm z wykorzystaniem rozdrabniaczy i młynów tnących. Tak przygotowane surowce indywidualnie poddano procesowi pirolizy w temperaturze 500°C oraz czasie utrzymania w tej temperaturze w czasie 4 minut (czas przebywania wkładu w piecu) z wykorzystaniem pieca retortowego do obróbki cieplnej FCF 2R. Objętość pojedynczego wsadu wynosiła ok 0,5 dm³. Konstrukcja urządzenia i „podajnika” nie pozwalała na wyższe, jednorazowe dawki, aby zapewnić prawidłowy przebieg procesu. Warunkowało to maksymalną objętość surowca poddawanego pirolizie. Proces prowadzony był w atmosferze azotu o czystości 99,99% z ciągłym przepływem na poziomie 10 l/min. Uzyskane biowęgle rozdrobniono przy użyciu mechanicznego młynka laboratoryjnego do frakcji ziaren mniejszych niż 1 mm. Dodatkowo biowęgle przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm i przepłukano kilkakrotnie wodą demineralizowaną w celu usunięcia ewentualnych zanieczyszczeń, a następnie suszono w temperaturze 75°C przez 12 godzin. Pozostałość o rozmiarach powyżej 1 mm poddano ponownej homogenizacji i klasyfikacji na sicie. Uzyskane biowęgle zmieszano ze sobą w proporcji wagowej 25% biowęgieł ze słomy pszennej, 25% biowęgieł z gałęzi jabłoni, 25% biowęgieł z fusów kawy, 25% biowęgieł z fusów herbaty. Tak przygotowaną mieszaninę biowęgli o łącznej masie 5 g zaaplikowano do biodegradowalnej saszetki celulozowej. Jednocześnie przygotowano doniczki o pojemności 4 l, które wypełniono uniwersalną ziemią ogrodniczą. Uzyskane saszetki nawozowe umieszczono w doniczkach maksymalnie 5 cm poniżej powierzchni ziemi. Do każdej z przygotowanych donic wysiano identyczną ilość nasion (100 szt.) Aksamitki rozpierzchłej (*Tagetes patula nana* fl. pl), a następnie umieszczono je w fitotronie przeznaczonym do hodowli roślin. Przez cały czas trwania eksperymentu utrzymywano stałą wilgotność otoczenia oraz dozowano identyczną ilość wody. W doświadczeniu wykonano 3 powtórzenia, a próbę kontrolną stanowiły doniczki bez wprowadzonego dodatku nawozowego.

Otrzymane wyniki wykazały, iż nasiona kiełkowane w podłożu zawierającym biowęglową saszetkę nawozową cechują się lepszą dynamiką i zdolnością kiełkowania niż nasiona bez dodatku mieszaniny biowęglowej (próba kontrolna):

- w szóstym dniu trwania eksperymentu dla próby badanej wykiełkowało średnio 85% więcej nasion niż w przypadku próby kontrolnej,
- zdolność kiełkowania nasion z użyciem biowęglowej saszetki wzrosła średnio o 18% w stosunku do próby kontrolnej,
- rośliny wykiełkowane na podłożu zawierającym biowęgieł charakteryzowały się o 90% większą średnią masą (nadziemne części roślin) niż w przypadku próby kontrolnej.

Przykład wykonania nr 2

Materiały przeznaczone do produkcji biowęgla (słoma pszena, gałęzie jabłoni, fusy kawowe, fusy herbaciane) suszono w warunkach laboratoryjnych do stanu powietrzno-suchego (zawartość wilgoci na poziomie 15%), a następnie poddano je wstępnej homogenizacji, tj. rozdrobnieniu do frakcji poniżej 10 mm z wykorzystaniem rozdrabniaczy i młynów tnących. Tak przygotowane surowce indywidualnie poddano procesowi pirolizy w temperaturze 500°C oraz czasie utrzymania w tej temperaturze na poziomie 4 minut (czas przebywania wkładu w piecu) z wykorzystaniem pieca retortowego do obróbki cieplnej FCF 2R. Objętość komory pieca wynosiła ok 0,5 dm³. Konstrukcja urządzenia i „podajnika” nie pozwalała na wyższe, jednorazowe dawki, aby zapewnić prawidłowy przebieg procesu. Warunkowało to maksymalną objętość surowca poddawanego pirolizie. Proces prowadzony był w atmosferze azotu o czystości 99,99% z ciągłym przepływem na poziomie 10 l/min. Uzyskane biowęgle rozdrobniono przy użyciu mechanicznego młynka laboratoryjnego do frakcji ziaren mniejszych niż 1 mm. Dodatkowo biowęgle przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm i przepłukano kilkakrotnie wodą demineralizowaną w celu usunięcia ewentualnych zanieczyszczeń, a następnie suszono w temperaturze 75°C przez 12 godzin. Pozostałość o rozmiarach powyżej 1 mm poddano ponownej homogenizacji i klasyfikacji na sicie. Uzyskane biowęgle zmieszano ze sobą w proporcji wagowej 25% biowęgieł ze słomy pszennej, 25% biowęgieł z gałęzi jabłoni, 25% biowęgieł z fusów kawy, 25% biowęgieł z fusów herbaty. Tak przygotowaną mieszaninę biowęgli o łącznej masie 5 g zaaplikowano do biodegradowalnej saszetki celulozowej. Saszetka może być wykonana z dowolnego materiału, który ulega degradacji w warunkach hodowlanych. Jednocześnie przygotowano doniczki o pojemności 4 l, które wypełniono uniwersalną ziemią ogrodniczą. Uzyskane saszetki nawozowe umieszczono w doniczkach maksymalnie 5 cm poniżej powierzchni ziemi. Do każdej z przygotowanych donic wysiano identyczną ilość nasion (100 szt.) Godecji wielokwiatowej (*Godetia grandiflora*), a następnie umieszczono je w fitotronie przeznaczonym do hodowli roślin. Przez cały czas trwania eksperymentu utrzymywano stałą wilgotność otoczenia oraz dozowano identyczną ilość wody. W doświadczeniu wykonano 3 powtórzenia, a próbę kontrolną stanowiły doniczki bez wprowadzonego dodatku nawozowego.

Otrzymane wyniki wykazały, iż nasiona kiełkowane w podłożu zawierającym biowęglową saszetkę nawozową cechują się lepszą dynamiką i zdolnością kiełkowania niż nasiona bez dodatku mieszanki biowęglowej (próba kontrolna):

- w siódmym dniu trwania eksperymentu dla próby badanej wykiełkowało średnio 80% więcej nasion niż w przypadku próby kontrolnej,
- zdolność kiełkowania nasion z użyciem biowęglowej saszetki wzrosła średnio o 16% w stosunku do próby kontrolnej,
- rośliny wykiełkowane na podłożu zawierającym biowęgiel charakteryzowały się o 75% większą średnią masą (nadziemne części roślin) niż w przypadku próby kontrolnej.

Przykład wykonania nr 3

Materiały przeznaczone do produkcji biowęglu (słoma pszenna, gałęzie jabłoni, fusy kawowe, fusy herbaciane) suszono w warunkach laboratoryjnych do stanu powietrzno-suchego (zawartość wilgoci na poziomie 15%), a następnie poddano je wstępnej homogenizacji, tj. rozdrobnieniu do frakcji poniżej 10 mm z wykorzystaniem rozdrabniaczy i młynów tnących. Tak przygotowane surowce indywidualnie poddano procesowi pirolizy w temperaturze 500°C oraz czasie utrzymania w tej temperaturze na poziomie 4 minut (czas przebywania wkładu w piecu) z wykorzystaniem pieca retortowego do obróbki cieplnej FCF 2R. Objętość komory pieca wynosiła ok 0,5 dm³. Konstrukcja urządzenia i „podajnika” nie pozwalała na wyższe, jednorazowe dawki, aby zapewnić prawidłowy przebieg procesu. Warunkowało to maksymalną objętość surowca poddawanego pirolizie. Proces prowadzony był w atmosferze azotu o czystości 99,99% z ciągłym przepływem na poziomie 10 l/min. Uzyskane biowęgle rozdrobniono przy użyciu mechanicznego młynka laboratoryjnego do frakcji ziaren mniejszych niż 1 mm. Dodatkowo materiały te przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm i przepłukano kilkakrotnie wodą demineralizowaną w celu usunięcia ewentualnych zanieczyszczeń, a następnie suszono w temperaturze 75°C przez 12 godzin. Pozostałość o rozmiarach powyżej 1 mm poddano ponownej homogenizacji i klasyfikacji na sicie. Uzyskane biowęgle zmieszano ze sobą w proporcji wagowej 20% biowęgiel ze słomy pszennej, 20% biowęgiel z gałęzi jabłoni, 20% biowęgiel z fusów kawy, 40% biowęgiel z fusów herbaty. Tak przygotowaną mieszaninę biowęgli o łącznej masie 5 g zaaplikowano do biodegradowalnej saszetki celulozowej. Jednocześnie przygotowano doniczki o pojemności 4 l, które wypełniono uniwersalną ziemią ogrodniczą. Uzyskane saszetki nawozowe umieszczono w doniczkach maksymalnie 5 cm poniżej powierzchni ziemi. Do każdej z przygotowanych donic wysiano identyczną ilość nasion (100 szt.) Bazylii ozdobnej Floral Spires (*Ocimum basilicum*), a następnie umieszczono je w fitotronie przeznaczonym do hodowli roślin. Przez cały czas trwania eksperymentu utrzymywano stałą wilgotność otoczenia oraz dozowano identyczną ilość wody. W doświadczeniu wykonano 3 powtórzenia, a próbę kontrolną stanowiły doniczki bez wprowadzonego dodatku nawozowego.

Otrzymane wyniki wykazały, iż nasiona kiełkowane w podłożu zawierającym biowęglową saszetkę nawozową cechują się lepszą dynamiką i zdolnością kiełkowania niż nasiona bez dodatku mieszanki biowęglowej (próba kontrolna):

- w piątym dniu trwania eksperymentu dla próby badanej wykiełkowało średnio 60% więcej nasion niż w przypadku próby kontrolnej,
- zdolność kiełkowania nasion z użyciem biowęglowej saszetki wzrosła średnio o 14% w stosunku do próby kontrolnej,
- rośliny wykiełkowane na podłożu zawierającym biowęgiel charakteryzowały się o 50% większą średnią masą (nadziemne części roślin) niż w przypadku próby kontrolnej.

Literatura:

1. Singh, N.; Abiven, S.; Torn, M.S.; Schmidt M.W.I. Fire-derived organic carbon in soil turns over on a centennial scale. *Biogeosciences*. 2012, 9, 2847–2857.
2. Quilliam, R.S.; Glanville, H.C.; Wade, S.C.; Jones D.L. Life in the 'charosphere' – does biochar in agricultural soil provide a significant habitat for microorganisms? *Soil Biol. Biochem.* 2013, 65, 287–293.
3. Malińska, K. Biochar – a response to current environmental issues. *Eng. Prot. Environ.* 2012, 15, 387–403.
4. Saletnik, B.; Zagula G.; Saletnik A.; Bajcar M.; Puchalski, C. Biochar and Ash Fertilization Alter the Chemical Properties of Basket Willow (*Salix viminalis* L.) and Giant Miscanthus (*Miscanthus x giganteus*). *Agronomy* 2020, 10(5), 660.
5. Chhiti, Y.; Kemiha, M. Thermal Conversion of Biomass, Pyrolysis and Gasification: A Review. *Int. J. Eng Sci.* 2013, 2, 75–85.

6. Zimmerman, A.R.; Gao, B.; Ahanna, M.Y.; Araujo J.R. Positive and negative carbon mineralization priming effects among a variety of biochar-amended soils. *Soil Biol. Biochem.* 2011, 43, 1169–1179.
7. Suárez-Abelenda M, Kaal J, McBeath AV (2017) Translating analytical pyrolysis fingerprints to thermal stability indices (TSI) to improve biochar characterization by pyrolysis-GC-MS. *Biomass Bioener* 98:306–320.
8. Fang Y, Singh B, Singh BP (2015) Effect of temperature on biochar priming effects and its stability in soils. *Soil Biol Biochem* 80:136–145.
9. Mladenovic' M, Paprika M, Marinkovic A. Denitrification techniques for biomass combustion. *Renew Sustain Energy Rev.* 2018.
10. Silva JE, et al. Energy potential and thermogravimetric study of pyrolysis kinetics of biomass wastes. *J Therm Anal Calorim.* 2019.
11. Lucca Malucelli; G F Silvestre; J Carneiro; Eliane Carvalho de Vasconcelos; Marcela Guiotoku; C M B F Maia; Marco Aurélio Da Silva Carvalho. Biochar higher heating value estimative using thermogravimetric analysis. August 2019. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry.* 139(3) DOI:10.1007/s10973-019-08597-8.
12. Tan Z, Yuan S (2019) The effect of preparing temperature and atmosphere on biochar's quality for soil improving. *Waste Biomass Valor* 10(5):1395–1405.
13. Tan XF, Liu SB, Liu YG et al (2017) Biochar as potential sustainable precursors for activated carbon production: multiple applications in environmental protection and energy storage. *Biore-sourTechnol* 227: 359–372.
14. El-Naggar A, Lee SS, Rinklebe J et al (2019) Biochar application to low fertility soils: a review of current status, and future prospects. *Geoderma* 337: 536–554.
15. Nanda S, Dalai AK, Berruti F, Koziński JA (2016) Biochar as an exceptional bioresource for energy, agronomy, carbon sequestration, activated carbon and specialty materials. *Waste Bio-mass Valor* 7(2): 201–235.
16. Macdonald L., Farrell M., Van Zwieten L., Krull E, 2014. Plant growth responses to biochar addition: an Australian soils perspective. *Biol Fertil Soils.* 50(7): 1035–1045.
17. Beesley L., Moreno-Jiménez E., Gomez-Eyles J., Harris E., Robinson B., Sizmur T., 2011. A review of biochars' potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils. *Environ Pollut.* 159(12): 3269–3282.
18. Cross A., Sohi S., 2011. The priming potential of biochar products in relation to labile carbon contents and soil organic matter status. *Soil Biol Biochem.* 43: 2127–2134.
19. Zhang Q., Du Z., Lou Y., He X., 2015. A one-year short-term biochar application improved carbon accumulation in large macro aggregate fractions. *Catena* 127: 26–31.
20. Lehmann J., Rilling M.C, Thies J., Masiello C.A., Hockaday W.C., Crowley D., 2011. Biochar effects on soil biota – A review. *Soil Biol. Biochem.* 43: 1812–1836.
21. Cayuela M., Van Zwieten L., Singh B., Jeffery S., Roig A., Sanchez-Monedero M.A., 2014. Bio-char's role in mitigating soil nitrous oxide emissions: A review and meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 191: 5–16.
22. Chan K.Y., Van Zwieten L, Meszaros I., Downie A., Joseph S., 2007. Agronomic values of green waste biochar as a soil amendment. *Aust J Soil Res.* 45: 629–634.
23. Das O., Sarmah A., 2015. The love-hate relationship of pyrolysis biochar and water: A perspective. *Sci Total Environ.* 512/513: 682–685.
24. Jien S., Wang C., 2014. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena* 110: 225–233.
25. Laird, D.A., 2008. The charcoal vision: a win-win-win scenario for simultaneously producing bio-energy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agron. J.* 100: 178–181.
26. Novak J.M., Busscher W.J., Laird D.L., Ahmedna M., Watts D.W. Niandou M.A.S., 2009. Impact of biochar amendment on fertility of a Southeastern coastal plain soil. *Soil Sci.* 174: 105–112.
27. Woolf D., Amonette J. E., Street-Perrott F. A., Lehmann J., Joseph S., 2010. Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Commun.* 1(56).
28. Yuan J., Xu R., Zhang H., 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. *Bioresour. Technol.* 102(3): 3488–3497.

29. Zong Y., Xiao Q., Lu S., 2016. Acidity, water retention, and mechanical physical quality of a strongly acidic Ultisol amended with biochars derived from different feedstocks. *J Soil Sediment*. 16(1): 177–190.
30. Glaser, B., Wiedner, K., Seelig, S. et al. Biochar organic fertilizers from natural resources as substitute for mineral fertilizers. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 667–678 (2015).
31. Luiza Usevičiūtė, Edita Baltėnaitė-Gedienė, Dalia Feizienė, The Combined Effect of Biochar and Mineral Fertilizer on Triticale Yield, Soil Properties under Different Tillage Systems. *Plants* 2022, 11, 11
32. Rivelli, A.R.; Libutti, A. Effect of Biochar and Inorganic or Organic Fertilizer Co-Application on Soil Properties, Plant Growth and Nutrient Content in Swiss Chard. *Agronomy* 2022, 12, 2089.

Zastrzeżenia patentowe

1. Saszetka nawozowa z celulozy z biowęgłem, **znamienna tym**, że zawiera mieszaninę biowęgla ze słomy pszennej w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z gałęzi jabłoni w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów kawy w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów herbaty w ilości od 25% do 40% wagowych mieszaniny.
2. Saszetka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera mieszaninę biowęgla ze słomy pszennej w ilości 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z gałęzi jabłoni w ilości 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów kawy w ilości 25% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów herbaty w ilości 25% wagowych mieszaniny.
3. Saszetka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera mieszaninę biowęgla ze słomy pszennej w ilości 20% wagowych mieszaniny, biowęgla z gałęzi jabłoni w ilości 20% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów kawy w ilości 20% wagowych mieszaniny, biowęgla z fusów herbaty w ilości 40% wagowych mieszaniny.
4. Saszetka według któregośkolwiek z zastrz. od 1 do 3, **znamienna tym**, że masa mieszaniny wynosi 5 g.
5. Sposób wytwarzania saszetki nawozowej z celulozy z biowęgłem obejmujący etapy:
 - a) przygotowania surowców biomasowych,
 - b) pirolizy surowców biomasowych do produktów biowęglowych,
 - c) klasyfikacji produktów,
 - d) przemywania i suszenia produktów,
 - e) wytwarzanie saszetki nawozowej,**znamienny tym**, że w etapie a) surowce biomasowe wybrane z grupy obejmującej: słomę pszenną, gałęzie jabłoni, fusy kawy, fusy herbaty, suszy się i rozdrabnia do frakcji nie większej niż 10 mm, w etapie b) każdy z surowców z etapu a) poddaje się procesowi pirolizy w temperaturze 500°C w czasie 4 minut w atmosferze przepływającego gazu inertnego, i w etapie c) produkty biowęglowe z etapu b) rozdrabnia się i klasyfikuje na sicie o średnicy oczek 1 mm, przemywa wodą i suszy się w czasie 12 godzin w temperaturze 75°C, i w etapie e) napełnia się saszetkę celulozową mieszaniną zawierającą biowęgiel ze słomy pszennej w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgiel z gałęzi jabłoni w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgiel z fusów kawy w ilości od 20% do 25% wagowych mieszaniny, biowęgiel z fusów herbaty w ilości od 25% do 40% wagowych mieszaniny.
6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że gaz inertny stanowi azot i jego przepływ podczas procesu pirolizy wynosi 10 dm³/min.
7. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że masa mieszaniny biowęgla wynosi 5 g.
8. Zastosowanie saszetki nawozowej, określonej w zastrz. 1, do nawożenia roślin doniczkowych.
9. Zastosowanie według zastrz. 8, **znamiennie tym**, że rośliny doniczkowe są wybrane z grupy obejmującej rodzaj: *Tagetes*, *Godetia* albo *Ocimum*.