RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239427**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **415013**

(22) Data zgłoszenia: **30.11.2015**

(51) Int.Cl.
C12N 1/14 (2006.01)
C02F 3/34 (2006.01)
C12P 39/00 (2006.01)
C12R 1/645 (2006.01)
C12R 1/65 (2006.01)
C12R 1/66 (2006.01)
C12R 1/745 (2006.01)
C12R 1/79 (2006.01)

(54) **Kompozycja szczepów grzybów i sposób utylizacji odpadów ściekowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
05.06.2017 BUP 12/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.11.2021 WUP 35/21

(73) Uprawniony z patentu:
INSTYTUT BIOCHEMII I BIOFIZYKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK, Warszawa, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
JOANNA STEFANIA KRUSZEWSKA, Warszawa, PL
URSZULA PERLIŃSKA-LENART, Warszawa, PL
SEBASTIAN PIŁSYK, Warszawa, PL
MARCIN GRYNBERG, Warszawa, PL
JACEK DACH, Jędrzejów, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Krzysztof Święcicki

PL 239427 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kompozycja szczepów grzybów, jej stosowanie do przetwarzania odpadów ściekowych i odpadów komunalnych do deodoryzacji odpadów, zmniejszenia masy, zwiększenia kaloryczności odpadu i ograniczenia liczby patogenów oraz sposób utylizacji odpadów ściekowych z użyciem tej kompozycji.

Stan techniki

Grzyby strzępkowe spotyka się w środowisku naturalnym nawet najbardziej niekorzystnym dla człowieka. Jest to związane z nieograniczoną zdolnością przystosowawczą tych organizmów do szerokiej gamy temperatur i najróżniejszych źródeł pokarmowych. Grzyby strzępkowe wydzielają do środowiska całą gamę enzymów hydrolitycznych zdolnych trawić złożone źródła węgla często niedostępne dla innych organizmów. Są one zdolne do wzrostu na ubogich podłożach a wiele z nich jest opornych na działanie herbicydów, fungicydów i pestycydów. Jednocześnie występują w środowisku naturalnym i nie stanowią zagrożenia dla tego środowiska, a także dla ludzi i zwierząt.

Obecnie termoutylizacja osadów ściekowych jest możliwa przy dostępnych rozwiązaniach technologicznych, jakkolwiek jest to proces kosztowny. Problemem związanym z obecnymi rozwiązaniami jest konieczność odwadniania osadów, co wymaga znacznych wydatków energetycznych, bowiem osady nie dają się wysuszyć solarnie. Bez odwodnienia osady mają wartość kaloryczną zbyt niską, by miały użyteczność opałową.

Według Krajowego Planu Gospodarki Odpadami (KPGO) 2014 w 2008 r. wytworzono w Polsce w przeliczeniu na suchą masę (s.m.) 567 000 ton komunalnych osadów ściekowych, z czego jedynie 6 000 poddano przekształceniu termicznemu. Z prognoz na lata 2014–2022 wynika, że ilość wytworzonych osadów będzie wzrastać od ok. 650 000 do 750 000 ton s.m. rocznie. KPGO wskazuje problem, że na etapie projektowania oczyszczalni nie uwzględnia się w odpowiednim zakresie kwestii zagospodarowania powstających osadów, a także, że przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne nie są predysponowane do tworzenia skomplikowanych i drogich instalacji gospodarki komunalnymi osadami ściekowymi. KPGO wskazuje też na zbyt wysoki udział składowania, które określa jako najmniej korzystne. Na początku 2014 roku zaszły zmiany, które wskazują, że przyjęte założenia dotyczące gospodarki odpadami były zbyt optymistyczne. Od 1 stycznia 2013 r. odpady, w tym osady, miały być spalane, a do składowania miały być dopuszczane tylko te, których wartość energetyczna jest zbyt niska, by je przekształcać termicznie. Nowe rozporządzenie w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu (Dz.U. z 10 stycznia 2013 r., poz. 38) powoduje, że zakaz składowania zacznie obowiązywać dopiero w 2016 r. Wtedy do składowania trafią te odpady, których ciepło spalania wynosi do 6 MJ/kg, a te z wyższymi parametrami cieplnymi mają być spalane. Powodem przesunięcia jest to, że obecnie brakuje spalarni.

W kwestii odnawialnych źródeł energii (OZE), Dyrektywa 2009/28/WE określa obligatoryjne cele na 2020 r. w kwestii udziału OZE w miksie energetycznym dla Wspólnoty Europejskiej łącznie na 20%, a dla Polski na 15%. Taki sam cel dla Polski określa Krajowy Plan Działania w Zakresie Energii ze Źródeł Odnawialnych przyjęty w 2010 roku. Wymagania te rosną – w nowej wersji strategii energetyczno-klimatycznej na 2030 r. przygotowanej przez Komisję Europejską Udział Odnawialnych Źródeł Energii rośnie z 27% do 30%. Ten cel, podobnie jak poprzedni, ma być wiążący na poziomie wspólnotowym.

Proponowana przez nas technologia odpowiada na te dwa wyzwania ekologiczne – zarówno to dotyczące zagospodarowania osadów, jak i to związane z potrzebą zwiększania udziału OZE w miksie energetycznym.

Wyzwanie ekonomiczne z kolei to wysokie koszty termoutylizacji osadów, związane z ich właściwościami fizykochemicznymi, w szczególności stosunkami powietrzno-wodnymi utrudniającymi ich suszenie. Powoduje to, że suszenie solarne jest mało efektywne i występuje konieczność dostarczenia dużej dawki energii cieplnej na odwodnienie porcji osadów. Dodatkowo, nie ma w Polsce odpowiedniej liczby zakładów termoutylizacji odpadów i ze względu na wysokie koszty inwestycyjne ten stan rzeczy będzie się zmieniał powoli.

Opis osadu ściekowego

Osady ściekowe charakteryzują się dużą zasobnością w materię organiczną, makro- i mikroskładniki. Stosowanie osadów w rolnictwie jest jednak ograniczone prawem. Powodem jest potencjalna obecność patogenów w osadzie takich, jak bakterie (np. *Salmonella*), wirusy (np. zapalenia wątroby typu B) czy geohelminty (*Ascaris sp.* – glista ludzka, *Toxocara sp.* – glista psia czy kocia). Osady

są również źródłem zanieczyszczeń mineralnych i organicznych. Do pierwszej grupy zalicza się głównie toksycznie działające metale ciężkie, np. chrom, cynk, kadm, miedź, nikiel, ołów i rtęć.

Podkreślić należy również znaczące wahania w składzie chemicznym osadów, co w przypadku ich rolniczego wykorzystania wymagałoby stałej kontroli analitycznej każdej partii osadu.

Do ważniejszych szkodliwych substancji organicznych obecnych w osadach należą: chlorowane węglowodory alifatyczne i aromatyczne, chlorofenole, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), polichlorowane bifenyle (PCB), polichlorowane dibenzodioksyny i dibenzofurany (PCDD/F), di(2-etyloheksylo/ftalen) (DEHP), prostołańcuchowe alkilosulfoniany (LAS), 2,2'-bis(p-hydroksyfenylo)--propan (BPA), adsorbowane organiczne związki chloru (AOX), pestycydy, nonylofenol (NP), a także lekarstwa weterynaryjne i hormony.

Osady ściekowe stanowią przede wszystkim źródło materii organicznej, której zawartości wahają się od 312 do 692 g/kg s.m., średnio 542 g/kg s.m. Przyjmując powyższą zawartość, obliczono, że w skali kraju w osadach komunalnych znajdowało się ok. 272 000 ton materii organicznej.

Osady zawierają także fosfor na poziomie 15 g/kg s.m., i azot 35 g/kg s.m., co stanowi rezerwuar ok. 7655 t fosforu i 17 545 t azotu w skali kraju. Ważna jest również zawartość magnezu, siarki i wapnia.

Zastosowanie grzybów w stanie techniki do recyklingu odpadów jest bardzo ograniczone. W opisie patentowym EP2573164 opisano mikrobiologiczną degradację węglowodorów, obejmujących niepożądane ilości niebezpiecznych dla środowiska olejów mineralnych i produktów przerobu ropy naftowej, który obejmuje wszelkiego rodzaju odpady stałe i ciekłe, zawierające odpowiednie ilości źródła węgla. Odpady traktuje się przez hodowlę grzybów rozkładających węglowodory, w szczególności wybrane spośród: *Cladosporium resinae, Cladosporium resinae f. avellaneum, Cladosporium resinae f. resiane (= f. viride), Cladosporium resinae f. albidum, Cladosporium resinae f. sterile, Homodendrum resinae, Hormoconis resinae, Cladosporium avellaneum*. Rozwiązanie według EP2573164 nie odnosi się jednak do rozkładu odpadu ściekowego.

W opisie patentowym CN103444981 opisano zastosowanie *Aspergillus oryzae* do rozkładu odpadów typu słomy z wytworzeniem białka. Natomiast w opisie US2011210066 przedstawiono sposób oczyszczania odpadów płynnych z użyciem *Aspergillus Niger*, przy czym odpadem ściekowym jest woda zanieczyszczona skrobią podczas płukania (polerowania) ryżu. Proces ten oparty jest na enzymach amylolitycznych produkowanych przez *Aspergillus niger* i *A. oryzae*, które rozkładają skrobię nieobecną w odpadach ściekowych.

CN102344899 dotyczy kompozycji bakterii do rozkładania materii organicznej do biologicznie wspomaganych oczyszczalni wody. Kompozycja taka obejmuje 20–30% *Pseudomonas stutzeri*, 20–30% *Pseudomonas putida*, 10–20% *Pseudomonas pertucinogena* i 30–50% *Bacillus subtilis*.

W opisie CN103146623 przedstawiono preparat mikrobiologiczny obejmujący następujące mikroorganizmy: *Penicillium diversum*, *Pseudomonas putida*, *Alcaligenes faecalis*, *Bacillus subtilis* i *Bacillus thuringlensis*. Kompozycja ta może być wykorzystana do rozkładania drewna, w przeciwieństwie do obecnego wynalazku, w którym celem stosowania kompozycji jest rozkład odpadów ściekowych.

Problem techniczny wynalazku odnosi się do potrzeby opracowania technologii pozwalającej efektywnie utylizować osady ściekowe zarówno w aspekcie ich likwidacji, jak i w aspekcie ich wykorzystania energetycznego.

Podsumowanie wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest kompozycja szczepów grzybów, która obejmuje: *Absidia spp*, *Mycocentrospora spp*, *Cephaliophora spp*, *Aspergillus spp*, *Cordyceps spp* i ewentualnie w połączeniu z *Paecilomyces spp*, przy czym grzybnia stanowi od 50–70% wag./wag. kompozycji. Korzystnie kompozycja zawiera ponadto co najmniej jeden szczep spośród *Chaetomium spp*, *Zygorhynchus spp*, *Umbelopsis spp*, *Talaromyces spp*. Korzystniej kompozycja według wynalazku zawiera *Absidia coerulea*, *Mycocentrospora acerina*, *Cephaliophora tropica* i *Aspergillus ustus* oraz *Paecilomyces farinosus* i *Cordyceps subsessillis*.

Przedmiotem wynalazku jest również kompozycja określona powyżej do przetwarzania odpadów ściekowych i odpadów komunalnych do deodoryzacji odpadów, zmniejszenia masy, zwiększenia kaloryczności odpadu i ograniczenia liczby patogenów.

Ponadto przedmiotem wynalazku jest sposób utylizacji odpadów ściekowych, w którym wstępnie zakwasza się środowisko do wzrostu grzybni i/lub podczas wzrostu grzybni, po czym na odpad ściekowy podaje się kompozycję określoną w dowolnym z zastrz. 1–3 w ilości 1–1,5 kg grzybni/tonę odpadu, przy czym środowisko do hodowli grzybów zakwasza się, stosując wyizolowany z kompostu

szczep bakterii *Brevibacillus borstelensis*. Korzystnie w sposobie według wynalazku sezonuje się odpad ściekowy poprzez leżakowanie przez co najmniej 4 tygodnie do obniżenia pH odpadu.

Szczegółowy opis wynalazku

Według wynalazku opisano szczepy bakterii i grzybów i ich mieszanki oraz sposób ich wykorzystania do utylizacji osadów ściekowych w kierunku technologii ich mykoprzerobu do uzyskania pożądanej wartości kalorycznej, pozwalającej na termoutylizację z odzyskiem ciepła.

Wynalazek dotyczy użycia szczepionek zawierających grzyby, które dobrze rosną w warunkach laboratoryjnych (na szalkach Petriego) na podkładzie z osadów ściekowych do zmiany charakterystyki biologicznej, a także fizykochemicznej osadów. Dzięki szczepieniu odpowiednimi kulturami grzybowymi, część wody i materii organicznej związanej w osadzie zostaje pobrana przez grzyby. Dodatkowo przetworzony osad jest poprzerastany strzępkami grzyba, przez co staje się porowaty i łatwiej odparowuje woda, która nie została zużyta przez grzyby podczas wzrostu. Zmienia się skład osadu, ponieważ przerośnięcie strzępkami grzyba powoduje, że jest on wzbogacony w wysokokaloryczne polisacharydy ścian komórkowych grzyba. Substrat, czyli przetworzony osad ściekowy, jaki powstanie w wyniku tego procesu będzie łatwiejszy niż osad pierwotny do wysuszenia solarnego, po odpowiednim przygotowaniu i rozdrobnieniu.

Grzyby strzępkowe, produkując własną biomasę, pobierają składniki pokarmowe i wodę z osadu i korzystnie zmieniają właściwości fizykochemiczne odpadu ściekowego.

Nieoczekiwanie stwierdzono, że masa osadu ściekowego zmniejsza się i odwadnia, a osad ściekowy przerośnięty grzybnią traci przykry zapach.

Wynalazek przedstawia kompozycję szczepów grzybowych, które wykazują zdolność do wzrostu na odpadzie ściekowym i zmniejszenia jego masy oraz uwodnienia i podniesienia w ten sposób właściwości kalorycznych odpadu.

Przedmiotem wynalazku korzystnie jest kompozycja obejmująca szczepy *Absidia coerulea*, *Chaetomium aureum*, *Zygorhynchus moelleri*, *Umbelopsis ramanniana*, *Mycocentrospora acerina*, *Aspergillus ustus*, *Cephaliophora tropica*, Talaromyces pinicola, *Conrdyceps subsessilis*, *Paecilomyces farinosus*.

Szczepy te tworzą biomasę, wykorzystując odpad ściekowy jako pożywkę. Biomasa grzybów powstaje kosztem ubytku masy osadu ściekowego. Zawartość wody w osadzie podczas wzrostu grzybów spada. Osad przerasta grzybnią i wzbogaca się w wysokokaloryczne składniki grzybni takie, jak polisacharydy ściany komórkowej. Przerośnięty grzybnią osad ściekowy staje się porowaty, co umożliwia suszenie solarne. Osad ściekowy przerośnięty grzybnią traci przykry zapach.

Ponadto osad ściekowy przerośnięty grzybnią posiada obniżoną ilość potencjalnych zanieczyszczeń biologicznych (*Ascaris sp.* – glista ludzka, *Toxocara sp.* – glista psia czy kocia). Znane jest działanie jajobójcze *Cordyceps subsessilis*, *Paecilomyces farinosus* na glistę psią (Esser i El-Gholl, 1993; Basualdo i in. 2000; Carvalho i in. 2010).

Wynalazek ponadto obejmuje etap zakwaszania odpadu ściekowego przeznaczonego do wzrostu grzybni poprzez zaszczepianie szczepem bakterii *Brevibacillus borstelensis*.

Niespodziewanie stwierdzono, że bakterie *Brevibacillus borstelensis*, rosnąc na odpadzie ściekowym zakwaszają go, co umożliwia lepszy wzrost grzybów.

Grzyby strzępkowe są rozpowszechnione w środowisku naturalnym. Szczepy według wynalazku zostały zidentyfikowane metodą analizy markerów molekularnych.

Wynalazek przedstawiono na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia pożywkę pełną z czerwienią fenolową i osadem ściekowym (czarna masa na środku płytek). Czerwień fenolowa zmienia kolor z różowego w środowisku zasadowym do żółtego w środowisku kwaśnym.

Fig. 2 przedstawia przerastanie przez *Cephaliospora tropica* strefy wzrostu bakterii.

Fig. 3 przedstawia procent ubytku masy odpadu po 4 tygodniach wzrostu grzybów. Kontrolę stanowi ubytek masy odpadu ściekowego nie zaszczepionego grzybami.

Fig. 4 przedstawia procent ubytku masy odpadu po 4 tygodniach wzrostu samych grzybów lub w obecności bakterii.

Przykłady wykonania

P r z y k ł a d 1

Wymagania temperaturowe grzybów

Określono zdolność do wzrostu zidentyfikowanych szczepów w temperaturze 10, 23, 28, 37°C na pożywce bogatej (potato dextrose agar).

LP	Szczep	10°C	23°C	28°C	37°C	zmienna
1	*Absidia coerulea*	+++	++++	++++	-	++++
2	*Chaetomium aureum*	++	++++	++++	-	+++
3	*Umbelopsis ramanniana*	++	++	++	-	+++
4	*Zygorhynchus moelleri*	++++	++++	++++	+	++++
5	*Aspergillus ustus*	+++	++++	++++	-	++++
6	*Cephaliospora tropica*	++++	++++	++++	++	+++
7	*Talaromyces pinicola*	++	++++	+++	-	+++
8	*Mycocentrospora acerina*	+++	-	-	-	+++
9	*Cordyceps subsessilis*	++	+++	+++	-	+++
10	*Paecilomyces farinosus*	++++	++++	+++	-	++++
	Trichoderma reesei-kontrola	++++	++++	++++	-	++++

Wniosek: Wszystkie szczepy z wyjątkiem arktycznego szczepu *Mycocentrospora acerina* charakteryzują się dużą elastycznością w wymaganiach termicznych.

Zmiana pH osadu ściekowego

Świeży osad ściekowy jest zasadowy (pH 8–9). Grzyby w większości lepiej rosną w środowisku pH około 6.

Obniżenie pH osadu wg. wynalazku można osiągnąć przez sezonowanie przez okres co najmniej 4 tygodni.

Obniżenie pH osadu wg. wynalazku można osiągnąć zaszczepiając osad hodowlą bakterii *Brevibacillus borstelensis*, w celu przeprowadzenia hodowli grzybów.

Wzrost bakterii powoduje zakwaszenie pożywki.

Na fig. 1 przedstawiono zwiększenie rozrostu grzybni na pożywce o niższym pH (pH poniżej 7).

Badania konfrontacyjne wykazały, że większość grzybów nie przerasta strefy wzrostu bakterii.

LP	Szczep	Przerasta bakterie	Nie przerasta bakterii
1	*Absidia coerulea*		+
2	*Chaetomium aureum*		+
3	*Umbelopsis ramanniana*		+
4	*Zygorhynchus moelleri*	+	
5	*Aspergillus ustus*		+
6	*Cephaliospora tropica*	++	
7	*Talaromyces pinicola*		+
8	*Mycocentrospora acerina*		+
9	*Cordyceps subsessilis*		+
10	*Paecilomyces farinosus*		+
	Trichoderma reesei-kontrola		+

Na fig. 2 przedstawiono przerastanie strefę wzrostu bakterii przez *Cephaliospora tropica*.

W żadnym przypadku nie zachodzi przerastanie grzybów przez bakterie. Takie zjawisko byłoby niekorzystne i świadczyło o ograniczaniu wzrostu lub nawet zabijaniu grzybów przez bakterie.

Zygorhynchus moelleri i *Cephaliospora tropica* zarastają całą płytkę wraz ze strefą wzrostu bakterii. Zarastanie następuje po pewnym czasie, co daje bakteriom możliwość wcześniejszego wzrostu i zakwaszenia środowiska.

Wniosek:

Szczep bakterii *Brevibacillus borstelensis* może być użyty do zakwaszania podłoża stosowanego do hodowli grzybów.

Ubytek masy odpadu ściekowego przerośniętego grzybnią

Odpad ściekowy na płytkach Petriego zaszczepiano przetrwalnikami grzybów lub grzybnią i płytki ważono co tydzień przez 4 tygodnie.

Na fig. 3 przedstawiono procent ubytku masy odpadu po 4 tygodniach wzrostu grzybów.

Kontrolę stanowi ubytek masy odpadu ściekowego niezaszczepionego grzybami.

Wniosek: Zaszczepiony osad ściekowy szczepami *Absidia coerulea*, *Mycocentrospora acerina* i *Cephaliophora tropica* traci odpowiednio 42,5%, 41,6% i 41,3% masy, podczas gdy osad nie szczepiony utracił tylko 27% masy, czyli nawet do 15,5% więcej. Przyjmując, że ilość powstającego odpadu ściekowego szacujemy na co najmniej 650 000 ton rocznie, różnica 15,5% ubytku masy po zaszczepieniu grzybami w stosunku do nie zaszczepionego osadu stanowi 100 750 ton.

Każdy jeden procent ubytku masy odpadu ściekowego to 6500 ton rocznie.

Umbelopsis ramanniana i *Paecilomyces farinosus* nie powodowały zwiększenia utraty masy w stosunku do kontroli, lecz po zakwaszeniu odpadu przez wstępne zaszczepienie bakteriami te dwa grzyby także przerastają odpad i zwiększają ubytek suchej masy odpadu bardziej niż w kontroli (fig. 4).

Korzystne efekty dodatkowe

1. Przerośnięte grzybnią lub grzybnią z bakteriami odpady ściekowe korzystnie były pozbawione przykrego zapachu.

2. Dodatkowo z badanych grzybów można sporządzić mieszanki najefektywniej obniżające masę odpadu z np. korzystnie *Paecilomyces farinosus* czy *Cordyceps subsessillis*, które jako grzyby wyizolowane z owadów mogą utylizować patogeny np. jaja glist, które mogą być obecne w odpadzie.

3. Mieszanki grzybów zawierające *Cephaliophora tropica*, która świetnie rośnie nawet w 37°C umożliwi utylizację odpadu nawet jeżeli jego temperatura wzrośnie.

4. Mieszanka grzybów zawierająca *Mycocentrospora acerina*, która dobrze rośnie w 10°C i poniżej może być używana podczas utylizacji odpadu w okresach niskich temperatur.

Literatura

1. Siuta J.: Osadowe substancje organiczne dla gospodarki i środowiska. „Międzynarodowe Czasopismo Rolnicze" 3/1981.
2. Siuta J., Wasiak G., Pawłowska L., Skalmowski K., Wolska K.: Odzysk surowców z odpadów miejskich. IKŚ. Warszawa 1982.
3. Ochrona środowiska. GUS. Warszawa 1991, 1997–2007.
4. Bernacka J., Pawłowska L.: Przeróbka osadów ściekowych z miejskich oczyszczalni ścieków w kraju. Stan obecny i kierunku modernizacji. Konferencja Naukowo-Techniczna „Osady ściekowe – przeróbka i wykorzystanie". Poznań 1997.
5. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w sprawie warunków, jakie muszą być spełnione przy wykorzystywaniu osadów ściekowych na cele nieprzemysłowe (DzU z 31 sierpnia 1999 r. nr 72, poz. 3889).
6. Sadecka Z., Myszograj S.: Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych – rzeczywistość i perspektywa. [W:] Oczyszczanie ścieków i przeróbka osadów ściekowych. Oficyna Wyd. Uniw. Zielonogórski. Zielona Góra 2007.
7. Herter U., Külling D.: Risikoanalyse zur Abfalldüngerverwertung in der Landwirtschaft. Teil 1. Forschunganstalt für Agrökologie und Landbau FAL. Zürich-Reckenholz 2001.
8. Stadelmann F.X.: Klärschlamm: Dünger oder Abfall?. „EWAG news" 53/2001.
9. Krzywy E., Iżewska A.: Gospodarka ściekami i osadami ściekowymi. Wyd. AR Szczecin. Szczecin 2004.

10. Maćkowiak C.: Skład chemiczny osadów ściekowych i odpadów przemysłu spożywczego o znaczeniu nawozowymi. „Nawozy i Nawożenie" 4/2000.
11. Bień J.B.: Osady ściekowe. Teoria i praktyka. Wyd. Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa 2007.
12. Jakubus M.: Changes in zinc combinations in sewage sludge composted with and without an addition of lime. EJPAU. Series: Environmental Development 6, 2. 2003.
13. Czekała J.: Wybrane właściwości osadów ściekowych z oczyszczalni regionu Wielkopolski. Cz. I. Odczyn, sucha masa, materia organiczna i węgiel organiczny oraz makroskładniki. „Acta Agrophysica" 70/2002.
14. Czekała J.: Osady ściekowe źródłem materii organicznej i składników pokarmowych. „Folia Universitatis Agriculturae Stetiensis". „Agricultura" 77/1999.
15. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (DzU z 2004 r. nr 236, poz. 2369).
16. Harrison E.Z., Oakes S.R., Hysell M., Hay A.: Organic chemicals in sewage sludges. „Science of the Total Environment" 367/2006.
17. Janosz-Rajczyk M., Dąbrowska L., Rosińska A., Płoszaj J., Zakrzewska E.: Zmiany ilościowo-jakościowe PCB. WWA i metali ciężkich w kondycjonowanych osadach ściekowych stabilizowanych biochemicznie. Monografie nr 120. Wyd. Politechniki Częstochowskiej. 2006.
18. Maliszewska-Kordybach B.: Związki organiczne w środowisku i metody ich oznaczania. Biblioteka Monit. Śród. Warszawa 1994.
19. Czekała J., Jakubus M.: Wpływ osadu ściekowego na gromadzenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w glebie. „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych" 472/2000.
20. Smreczak B.: Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) w układach gleba-roślina wyższa. „Roczniki Gleboznawcze" XLVIII. 3-4/1997.
21. Esser RP, EL-Gholl NE (1993) Paecilomyces lilacinum, a fungus that parasitizes nematode eggs. Nematology Circular 203.
22. Basualdo JA, Ciarmela ML, Sarmiento PL, Minvielle MC (2000) Biological activity of Paecilomyces genus against Toxocara canis eggs. Parasitol Res. 86, 854–859.
23. Carvalho RO, Araujo JV, Braga FR, Araujo JM, Alves CD (2010) Ovicidal activity of Pochonia chlamydosporia and Paecilomyces lilacinus on Toxocara canis eggs. Vet Parasitol. 169, 123–127.

Zastrzeżenia patentowe

1. Kompozycja szczepów grzybów, **znamienna tym**, że obejmuje: *Absidia spp*, *Mycocentrospora spp*, *Cephaliophora spp*, *Aspergillus spp*, *Cordyceps spp* i ewentualnie w połączeniu z *Paecilomyces spp*, przy czym grzybnia stanowi od 50–70% wag./wag. kompozycji.
2. Kompozycja według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera ponadto co najmniej jeden szczep spośród *Chaetomium spp*, *Zygorhynchus spp*, *Umbelopsis spp*, *Talaromyces spp*.
3. Kompozycja według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że zawiera *Absidia coerulea*, *Mycocentrospora acerina*, *Cephaliophora tropica* i *Aspergillus ustus* oraz *Paecilomyces farinosus* i *Cordyceps subsessillis*.
4. Kompozycja jak określono w zastrz. 1–3 użyteczna do przetwarzania odpadów ściekowych i odpadów komunalnych do deodoryzacji odpadów, zmniejszenia masy, zwiększenia kaloryczności odpadu i ograniczenia liczby patogenów.
5. Sposób utylizacji odpadów ściekowych, **znamienny tym**, że wstępnie zakwasza się środowisko do wzrostu grzybni i/lub podczas wzrostu grzybni, po czym na odpad ściekowy podaje się kompozycję określoną w dowolnym z zastrz. 1–3 w ilości 1–1,5 kg grzybni/tonę odpadu, przy czym środowisko do hodowli grzybów zakwasza się, stosując wyizolowany z kompostu szczep bakterii *Brevibacillus borstelensis*.
6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że sezonuje się odpad ściekowy poprzez leżakowanie przez co najmniej 4 tygodnie do obniżenia pH odpadu.

Rysunki

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

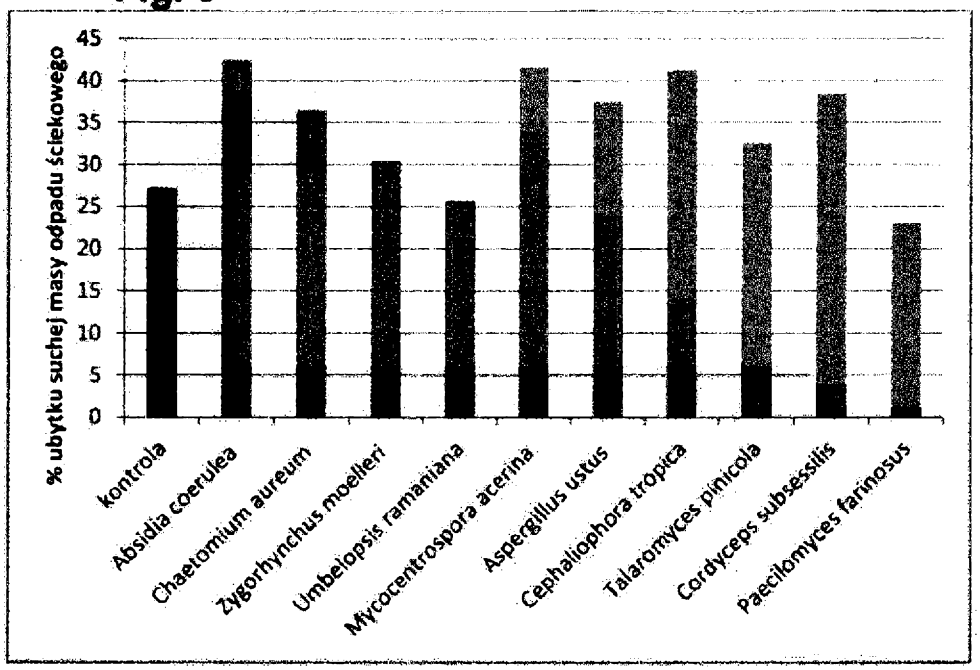
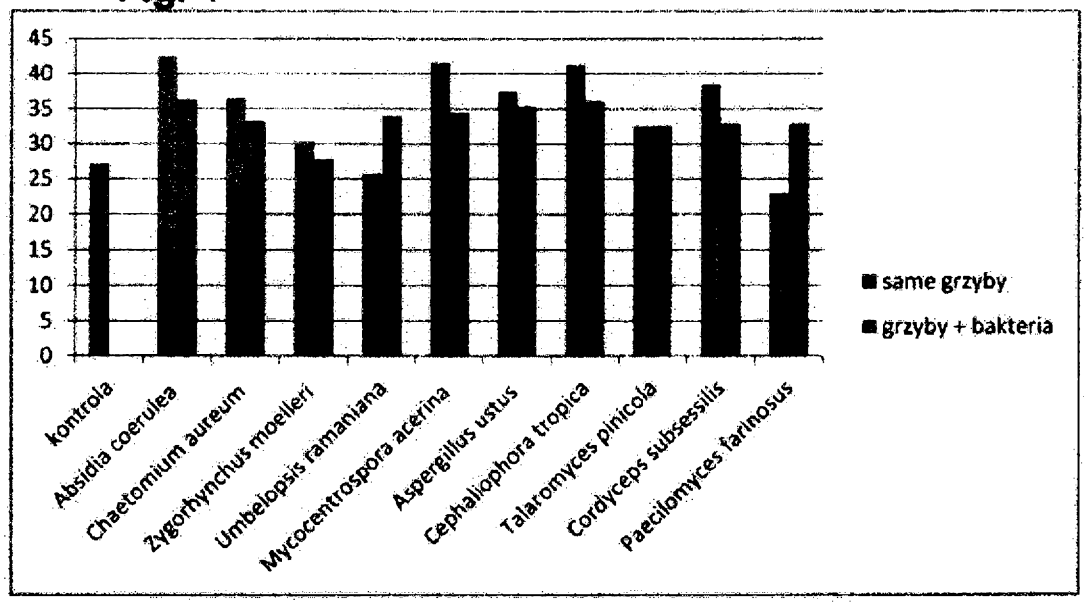

% ubytku suchej masy odpadu ściekowego
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
kontrola
Absidia coerulea
Chaetomium aureum
Zygorhynchus moelleri
Umbelopsis ramaniana
Mycocentrospora acerina
Aspergillus ustus
Cephaliophora tropica
Talaromyces pinicola
Cordyceps subsessilis
Paecilomyces farinosus

Fig. 4


45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
same grzyby
grzyby + bakteria
kontrola
Absidia coerulea
Chaetomium aureum
Zygorhynchus moelleri
Umbelopsis ramaniana
Mycocentrospora acerina
Aspergillus ustus
Cephaliophora tropica
Talaromyces pinicola
Cordyceps subsessilis
Paecilomyces farinosus