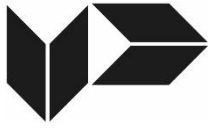


(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10)

**PL 442151 A1**

(12)

## Opis zgłoszeniowy wynalazku (z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **442151**

(22) Data zgłoszenia: **2022.08.31**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.03.04 BUP 10/2024**

(51) MKP:

**C05G 3/80** (2020.01)

**C09K 17/40** (2006.01)

**A01G 24/22** (2018.01)

(71) Zgłaszający:

**UNIwersytet Rolniczy im. Hugona  
Kołłątaja w Krakowie, Kraków, PL**

(72) Twórca(-y):

**KRZYSZTOF GONDEK, Zagacie, PL  
MONIKA MIERZWA-HERSZTEK, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Patrycja Rosół, Kraków, PL**

(54) Tytuł:

**Nawóz do regeneracji gleb produkcyjnych**

(57) Skróć opisu:

Nawóz do regeneracji gleb produkcyjnych jest przeznaczony do odbudowy zasobów glebowej materii organicznej, poprawy struktury gleb i retencji wody, zwiększenia dostępności składników pokarmowych dla roślin, neutralizacji zakwaszenia i substancji toksycznych, a także sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Nawóz zawiera leonardyt w ilości 15 - 33% wagowych, węgiel brunatny w ilości 15 - 33% wagowych, biowęgiel w ilości 15 - 33% wagowych, włókna kokosowe w ilości 15 - 33% wagowych, tryptofan w ilości do 1% wagowego, co najmniej jeden mikroelement nawozowy wybrany z grupy obejmującej Zn, Cu, Mn i Fe, w formie siarczanów, w ilości do 2% wagowych oraz mieszaninę produktów przemiany materii mikroorganizmów *Pseudomonas* sp. i *Bacillus* sp., w postaci liofilizatów, w ilości 0,5 - 1% wagowych, przy czym liofilizat zawiera produkty przemiany materii mikroorganizmów w ilości co najmniej  $10^8$  j.t.k./g.

## Nawóz do regeneracji gleb produkcyjnych

Przedmiotem wynalazku jest nawóz do regeneracji gleb produkcyjnych, zwłaszcza przeznaczony do odbudowy zasobów glebowej materii organicznej, poprawy struktury gleb i retencji wody, zwiększenia dostępności składników pokarmowych dla roślin, neutralizacji zakwaszenia i substancji toksycznych, a także sekwestracji dwutlenku węgla w glebie.

Jak opisano w publikacji G. Siebielec i in., pt.: „Materia organiczna w glebach mineralnych polski”, Studia i Raporty IUNG-PIB, 2020, ZESZYT 64(18): 9-30, materia organiczna gleby, której najbardziej istotną część stanowi próchnica glebowa, jest składnikiem gleby o bardzo dużym znaczeniu dla jej funkcjonowania. Zawartość materii organicznej to jeden z głównych wskaźników żyzności i produktywności gleby. Ważna jest jej rola strukturotwórcza – zlepiając cząstki mineralne, materia organiczna odpowiada za tworzenie właściwej, agregatowej struktury gleby, co z kolei pozytywnie wpływa na jej napowietrzenie, przepuszczalność, pojemność wodną i zwięźłość. Związki próchnicowe, takie jak kwasy humusowe, wpływają na rozpuszczalność i migrację jonów pierwiastków, mogą zarówno zwiększać dostępność mikroelementów niezbędnych roślinom, jak również zmniejszać dostępność toksycznych metali ciężkich. Inną, niezwykle istotną rolę związków próchnicznych jest przeciwdziałanie suszy. Rola ta jest związana z właściwościami retencyjnymi samej próchnicy glebowej, a dodatkowo prawidłowa struktura gleby, zależna od materii organicznej, sprzyja zatrzymywaniu większych ilości wody w glebie. Retencja wody użytecznej stanowi jeden z najważniejszych fizycznych wskaźników jakości gleby, który kształtuje bilans wodny, a w konsekwencji warunkuje wzrost i plonowanie roślin. Zawartość próchnicy w glebach jest również istotna z punktu widzenia roli gleb w sekwestracji (zapobieganiu emisji) dwutlenku węgla do atmosfery. Gleba jest olbrzymim magazynem związków węgla, które w wyniku procesów biochemicznych mogą zostać wyemitowane do atmosfery w postaci CO<sub>2</sub>, a ich emisja wpływa na zmiany klimatyczne.

W publikacji M.R Carter i in., pt.: „Influence of rotation and tillage on forage maize productivity, weed species, and soil quality of a fine sandy loam in the cool–humid climate of Atlantic Canada”, *Soil and Tillage Research*, 67, 1,2002,85-98, podano, że dla utrzymania stabilności struktury gleby konieczna jest zawartość substancji organicznej na poziomie co najmniej 2%. Tymczasem, jak opisano w raporcie A. Ukalska-Jaruga i in., pt.: „Wpływ materii organicznej na jakość gleb użytkowanych rolniczo”, *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2017, 54(8): 25-39, prowadzone w skali Europy badania wskazują na niską zawartość materii organicznej w glebach, wynikającą przede wszystkim z uwarunkowań glebowo-klimatycznych, które nie sprzyjają jej naturalnej akumulacji. Zgodnie z danymi opisanymi w raporcie G Siebielec., B Smreczak, i in., pt.: „Monitoring Chemizmu Gleb Ornych Polski w latach 2015-2017”, *GIOŚ, IUNG-PIB*, 2017, pp. 194, według podziału przyjętego w Polsce, gleby zasobne w próchnicę stanowią tylko 33% powierzchni użytków rolnych. Dodatkowo, nieracjonalna praktyka rolnicza skutecznie przyczynia się do redukcji zawartości glebowej materii organicznej, a w konsekwencji próchnicy. Wylesianie terenów, a także zmiana naturalnych ekosystemów na rolnicze, powoduje zmniejszenie zasobów materii organicznej, a to sprzyja z kolei nasileniu erozji wodnej i wietrznej. Również nadmierna chemizacja upraw, powoduje zubożenie ilościowe i jakościowe bioróżnorodności gleby, co wpływa na zmniejszenie aktywności biologicznej gleby i zachodzących w niej procesów. Wywołuje to szereg negatywnych zmian we właściwościach fizykochemicznych gleby. W efekcie zmniejsza się zawartość próchnicy, pogorszeniu ulega struktura gleby, dostępność wody i składników pokarmowych oraz narasta występowanie patogenów roślin uprawnych. Stratom materii organicznej sprzyjają także zmiany klimatyczne, a zwłaszcza ocieplenie klimatu. Dane literaturowe (A. Bot, J. Benites, pt.: „The importance of soil organic matter”, *FAO, Rome, 2005*) wskazują, że podniesienie temperatury o 10°C dwukrotnie zwiększa tempo mineralizacji i utleniania materii organicznej, zaś prognozy na najbliższe lata wskazują, że rolnictwo, szczególnie uprawa roślin, będą narażone w jeszcze większym stopniu niż do tej pory na niedobory wody i wysokie temperatury.

Wśród wielu funkcji, które pełni gleba, jedną z najważniejszych jest funkcja produkcyjna. Z przyrodniczego punktu widzenia miarą produktywności gleby jest ilość suchej masy organicznej, wytworzonej z określonego arealu w określonej jednostce czasu. Konieczność wyżywienia zwiększającej się liczby ludności z coraz mniejszej powierzchni upraw rolnych sprawia, że intensyfikacja produkcji rolniczej jest coraz większa. Z tego względu racjonalne gospodarowanie rolnością przestrzenią produkcyjną staje się wręcz koniecznością, a zrównoważony rozwój rolnictwa uważany jest za jeden z najistotniejszych warunków stabilnej i niezagrażonej egzystencji oraz rozwoju ludzkości.

Podejmowane są działania mające na celu zwiększenie lub przynajmniej utrzymanie na stałym poziomie zawartości materii organicznej w glebach i dostarczanie jej zwłaszcza do gleb produkcyjnych, użytkowanych rolniczo. Do głównych źródeł zewnętrznej materii organicznej zalicza się m.in. odpady roślinne pochodzące z pielęgnacji terenów zielonych (np. liście, trawa, zrębki), resztki pozbiorowe (np. słoma zbóż), nawozy naturalne, biowęgiel, dopuszczone do przyrodniczego wykorzystania osady ściekowe, komposty, wermikomposty oraz odpady pofermentacyjne. Stosowane są także różnego rodzaju nawozy, które zawierają składniki wzbogacające glebę w substancje odżywcze lub poprawiające jej właściwości.

Przykładowo znany jest organiczny nawóz azotowy firmy NaturalCrop Poland Sp. z o.o. o nazwie „FERTIL C-N” (40-12,5), użyźniacz glebowy i stymulator korzeni, przeznaczony do poprawy właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby. „FERTIL C-N” wpływa na szybszy rozkład resztek pożywnych, co przyczynia się do tworzenia próchnicy oraz sprzyja namnażaniu i rozwojowi pożytecznych mikroorganizmów glebowych. Nawóz jest dostępny w postaci peletu o średnicy 4,5 mm i zawiera 40% wagowych węgla organicznego, w tym 95% wagowych stanowi węgiel rozpuszczalny. Nawóz zwiększa dostępność fosforu, potasu i innych składników pokarmowych w roztworze glebowym. Zawiera siarkę (w przeliczeniu na jony siarczanowe) w ilości 4,4% wagowych, bor w ilości 100 mg/kg, cynk w ilości

61 mg/kg, miedź w ilości 20 mg/kg, mangan w ilości 18 mg/kg oraz inne składniki mineralne: P, K, Ca, Mg, Fe.

Znany jest także aktywator gleby tego samego producenta, o nazwie „Solactiv Evo”, w formie granulatu, odpowiadający na problemy pogarszania plonów spowodowanych niedostateczną żyznością gleby, rosnącym zanieczyszczeniem środowiska oraz coraz częściej występującymi ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi. Główne efekty zastosowania „Solactiv Evo” to poprawa struktury gleby i retencji wodnej, zwiększenie efektywności żywienia roślin i sorpcji oraz stymulacja systemu korzeniowego. Jego zastosowanie powoduje zwiększenie możliwości gleby do magazynowania wody i składników pokarmowych. Zawiera składniki aktywne takie jak klinoptilolit (minerał z grupy zeolitów o mikrokrystalicznej strukturze i wysokiej kationowej pojemności sorpcyjnej), humiany i huminy uzyskiwane z ekstrakcji leonardyów, wielocukry i fitohormony uzyskiwane z ekstraktu z alg *Ascophyllum nodosum*. „Solactiv Evo” zawiera dodatkowo potas w ilości 1% wagowego, krzem w ilości 34% wagowych, węgiel organiczny w ilości 0,9% wagowych oraz 3,7% wagowych substancji organicznej.

Znany jest z opisu patentowego PL220215 B1 nawóz do użyźniania gleby w postaci peletu, składający się z popiołu uzyskanego ze spalania paliw naturalnych, korzystnie drewna, słomy czy peletu z węgla kamiennego oraz z miazgi węgla brunatnego. Udział węgla brunatnego w peletowanej masie wynosi od 5 do 50% wagowych.

Przedmiotem zgłoszenia wynalazku PL424190 A1 jest nawóz wieloskładnikowy granulowany użyźniający gleby, który charakteryzuje się tym, że zawiera dwuwodny siarczan wapnia w ilości 60 - 70% wagowych, wapno poflotacyjne w ilości 10 - 20% wagowych, kredę wapienną w ilości 10 - 20% wagowych oraz tlenek magnezu w ilości 10 - 20% wagowych.

Gleby żyzne charakteryzuje wyższa aktywność biologiczną, o czym w głównej mierze decyduje zawarta w nich biomasa mikroorganizmów. Mikroorganizmy nie tylko regenerują żyzność gleby, ale także wytwarzają enzymy, hormony, witaminy, antybiotyki i inne substancje, które promują wzrost roślin. Ze względu na dużą rolę i znaczenie dla środowiska glebowego

mikroorganizmów glebowych, ważnym elementem współczesnego rolnictwa jest stosowanie do celów nawozowych preparatów zawierających mikroorganizmy lub produkty ich przemiany materii, które pełnią ważną rolę lub wspomagają rozwój roślin.

Przykładem jest użyźniający preparat doglebowy o nazwie „MG Mikroorganizmy Glebowe” firmy Polsil Biopreparaty Sp.j., którego stosowanie odbudowuje próchnicę, prowadząc do przywrócenia żyzności gleby, poprawia wchłanianie i magazynowanie wody (zanikanie zalewisk) oraz udostępnia roślinom dotychczas nieprzyswajalne składniki pokarmowe. Preparat zawiera w 1g kompozytu co najmniej  $6 \times 10^8$  j.t.k. następujących mikroorganizmów: *Cellulomonas cellulans*, *Ruminococcus albus*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Azotobacter vinelandi*, *Azospirillum lipoferum*, *Pediococcus acidilactici* i *Pseudomonas fluorescens*.

Znany jest także preparat występujący pod handlową nazwą „UGMax” firmy PPHU „Bogdan”, przeznaczony do użyźniania gleby, który przyspiesza procesy rozkładu masy organicznej i powoduje wzrost zawartości materii organicznej (próchnicy) w glebie. Preparat ten zawiera mikroorganizmy takie jak bakterie kwasu mlekowego, bakterie fotosyntetyczne, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, promieniowce i drożdże oraz makro i mikroelementy w ilości na 1 kg preparatu: 1,2 g N, 0,5 g P, 3,5 g K, 0,1 g Mg, 0,0003 g Mn, 0,2 g Na. Preparat „UGmax” przyczynia się do wzrostu zawartości materii organicznej gleby zwiększa również jej zdolność do wsiąkania, podsiąkania i magazynowania wody.

W zgłoszeniu wynalazku WO2010122501 A1 została ujawniona kompozycja zawierająca kultury bakterii *Trichoderma herzianum*, *Trichoderma viride*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus polymyxa* i *Azotobacter* sp., która poprawia żyzność gleby, zwiększa zawartość węgla w glebie, poprawia przyswajalność składników odżywczych i rozkład materii organicznej, a także łagodzi niekorzystne skutki stosowania nawozów mineralnych.

Z opisu patentowego RU2314693 C2 znany jest biopreparat do poprawy żyzności gleby, o właściwościach stymulujących wzrost roślin, zawierający szczepy bakterii *Bacillus subtilis* K-4, *Bacillus subtilis* Be-12 i

*Bacillus amyloliquefaciens* w ilości 30-40% wagowych, zestawionych w stosunku 1-5 : 1-5 : 1-5 i wypełniacze w ilości 20-30% wagowych, takie jak kaolin i mączka sojowa, środek zapachowy zawierający wyciąg z drzew iglastych oraz pastę chlorofilowo-karotenową w ilości 2,3-4,0 %.

Jak wynika z przeprowadzonej analizy stanu techniki, znane i stosowane są różne preparaty nawozowe, przeznaczone do poprawy lub odbudowy właściwości produkcyjnych gleb. Produkty te wykazują jednak pewien ograniczony zakres działania. Zwykle ich działanie sprowadza się do zwiększenia dostępności składników pokarmowych i substancji biologicznie czynnych, pozytywnie wpływając na wzrost i rozwój części nadziemnych i korzeni roślin, przyczyniają się do zwiększenia liczebności mikroorganizmów efektywnych w procesach przemiany materii oraz poprawiają strukturę gleb i retencję wody. Jednakże regeneracja gleby obejmuje ponadto szereg dodatkowych kwestii, takich jak m.in. neutralizacja zakwaszenia i substancji toksycznych, sekwestracja CO<sub>2</sub>, czy retardacja zasobów środowiskowych poprzez wykorzystanie materiałów odpadowych. W praktyce sprowadza się to do konieczności używania kilku nawozów, co jest utrudnieniem technologicznym, a w konsekwencji prowadzi do wzrostu kosztów produkcji rolniczej, jak również do nadmiernego nagromadzenia łatwo rozpuszczalnych soli w roztworze glebowym, powodując zwiększenie przewodności elektrolitycznej. Dodatkowo, przy braku wykorzystania składników nawozowych przez rośliny, dochodzi do ich rozproszenia w środowisku, np. wymywania składników pokarmowych do wód gruntowych. Ponadto znane nawozy, nie wykazują tzw. następczego działania, czyli ich działanie nawozowe ogranicza się zwykle do okresu w którym je zastosowano. Niniejszy wynalazek eliminuje wskazane powyżej niedogodności stanu techniki.

Postawione przed wynalazkiem zagadnienie techniczne rozwiązano przez opracowanie nawozu do regeneracji gleb produkcyjnych, który odbudowuje zasoby glebowe materii organicznej, nie tylko w zakresie zwiększenia dostępności składników pokarmowych i substancji wzrostowych oraz poprawy struktury gleb i retencji wody, a także neutralizacji zakwaszenia i substancji toksycznych, sekwestracji dwutlenku węgla w glebie oraz, co jest

istotne z punktu widzenia ochrony środowiska, wykorzystuje organiczne materiały odpadowe.

Istota nawozu do regeneracji gleb produkcyjnych, w postaci peletu, zawierającego materiały organiczne w postaci kopalin, w tym węgiel brunatny oraz materiały organiczne pochodzenia odpadowego, w tym biowęgiel, mikroelementy nawozowe oraz produkty przemiany materii mikroorganizmów, efektywnych w zwiększaniu dostępności lub przyswajalności składników pokarmowych, charakteryzuje się tym, że zawiera leonardyty w ilości 15-33% wagowych, węgiel brunatny w ilości 15-33% wagowych, biowęgiel w ilości 15-33% wagowych, włókna kokosowe w ilości 15-33% wagowych, tryptofan w ilości do 1% wagowego, co najmniej jeden mikroelement nawozowy wybrany z grupy obejmującej Zn, Cu, Mn i Fe, w formie siarczanów, w ilości do 2% wagowych oraz mieszaninę produktów przemiany materii mikroorganizmów *Pseudomonas* sp. i *Bacillus* sp., w postaci liofilizatów, w ilości 0,5-1% wagowych, przy czym liofilizat zawiera produkty przemiany materii mikroorganizmów w ilości co najmniej  $10^8$  j.t.k./g.

Korzystnie nawóz zawiera użytkowe włókna kokosowe, pochodzące z podkładów stosowanych w uprawie roślin jagodowych i warzywnych.

Korzystnie nawóz zawiera liofilizaty produktów przemiany materii mikroorganizmów *Pseudomonas* sp. i *Bacillus* sp., zmieszane w stosunku 1:1.

Nawóz do regeneracji gleb produkcyjnych, według wynalazku, jest produktem o szerokim spektrum działania w zakresie regeneracji żyzności gleb. Jego użycie nie tylko poprawia strukturę gleb i retencję wody, ale także zwiększa dostępność składników pokarmowych dla roślin, co wynika z synergistycznego działania zawartych w nim materiałów w postaci biowęgla i leonardyty, w połączeniu z włóknem kokosowym. Ze względu na zawartość w nawozie biowęgla oraz leonardyty uzyskuje się ponadto efekt neutralizacji zakwaszenia oraz ograniczenia działania substancji toksycznych, co możliwe jest dzięki właściwościom sorpcyjnym tych materiałów, pochodzących w przypadku biowęgla od ułożonych na jego powierzchni grup funkcyjnych (m.in. karboksylowych, fenolowych, metoksyłowych, hydroksylowych), a w przypadku leonardyty, znacznego udziału aktywnych form węgla w postaci

kwasów humusowych wykazujących silne właściwości sorpcyjne. Z kolei proces sekwestracji CO<sub>2</sub>, w którym węgiel jest magazynowany w glebie i biomacie roślin, związany jest z udziałem biowęgla w nawozie, jako materiału ustabilizowanego termicznie, a w związku z tym odpornego na działanie mikroorganizmów w długim okresie czasu. Do efektu sekwestracji CO<sub>2</sub> przyczynia się również dodatek włókna kokosowego jako elementu komponentu ligninocelulozowego o stosunkowo trwałej strukturze, co również przyczynia się do spowolnienia procesu biologicznej degradacji, wprowadzonej z nawozem materii organicznej. Zaznaczyć dodatkowo należy, że obecnie żaden z dostępnych na rynku nawozów organicznych nie zawiera w składzie takiego zestawu składników wpływających na długookresową sekwestrację CO<sub>2</sub> w glebie.

Ponieważ nawóz jest wzbogacany w mikroelementowe sole mineralne zawierające takie pierwiastki jak Zn, Cu, Mn, Fe, pozwala to we wczesnych stadiach rozwojowych roślin utrzymać odpowiednią dostępność tych składników w roztworze glebowym, do czasu zanim nastąpi biologiczna degradacja komponentu organicznego. Składniki pokarmowe i substancje wzrostowe są uwalniane z nawozu sukcesywnie, w miarę zapotrzebowania na nie roślin. Wynika to ze stopniowego uwalniania zatrzymanych w połączeniach z grupami funkcyjnymi składników pokarmowych (np. magnezu, wapnia, potasu, żelaza, miedzi, cynku) oraz degradacji mikrobiologicznej połączeń organiczno-mineralnych (np. połączeń mikroelementów z grupami funkcyjnymi kwasów humusowych – karboksylowymi, fenolowymi, karbonylowymi, hydroksylowymi, alkoholowymi, metoksyłowymi, chinonowymi), co zasila na bieżąco pomniejszony przez rośliny, zasób składników pokarmowych w roztworze glebowym.

Zaletą wynalazku jest również zawartość w nawozie materiałów odpadowych tj. surowców do produkcji biowęgla oraz włókien kokosowych, w tym poużytkowych, pochodzących z podkładów stosowanych w uprawie roślin jagodowych i warzywnych, co wpisuje się także w gospodarkę cyrkularną oraz zasady zrównoważonego gospodarowania i retardacji zasobów. Stwarza to duże możliwości wykorzystania niestabilnych materiałów organicznych, a w

konsekwencji przyczynia się do zmniejszenia emisji substancji gazowych do atmosfery oraz wymycia składników pokarmowych poza zasięg systemu korzeniowego roślin.

Biorąc pod uwagę postępującą degradację w glebach populacji mikroorganizmów aktywnych w procesach przemiany materii, a w związku z tym zmniejszenie efektywności i tempa procesów biologicznych, nawóz zawiera produkty przemiany materii mikroorganizmów, które są efektywne w zwiększaniu dostępności lub przyswajalności składników pokarmowych takich jak: *Pseudomonas* sp. - mikroorganizmy efektywne w procesach zwiększania biodostępności związków żelaza dla roślin oraz zwiększające efektywność uwalnia żelaza z zapasów glebowych oraz *Bacillus* sp. - chroniące rośliny przed fitopatogenami.

Nawóz do regeneracji żyzności gleb produkcyjnych objaśniono w szczegółach w poniższych przykładach. Przykładów tych nie należy jednak traktować jako ograniczających istotę rozwiązania, czy zawężających zakres ochrony wynalazku, gdyż stanowią one jedynie jego ilustrację.

#### Przykład 1

Nawóz do regeneracji żyzności gleb produkcyjnych składa się z:

-32,53% wagowych leonardytu, pochodzącego z Manufacturer – the Energy Investment Company Ltd. Country of origin – Ukraine (wilgotność: 25-45%, zawartość kwasów huminowych: 75-86,6%, zawartość kwasów fulwowych: 19,8-22,8%, kwasowość: 4,20-7,50; zawartość materii organicznej: 65-83,40%, frakcja: 0,01-8,0 mm).

-15% wagowych węgla brunatnego, pochodzącego z Kopalni Węgla Brunatnego Sieniawa (granulacja: 0-20mm, wartość opałowa: 9000-10000kJ/kg; zawartość popiołu: 6-9%; zawartość siarki: 0,6-0,9%; zawartość siarki palnej: <0,3%; wilgotność złożowa: 49-52%).

-25% wagowych biowęgla, wytworzonego z pozostałości biomasowych drzew iglastych w warunkach pirolizy w temperaturze do 500°C, producent CarbonTeam.

-25% wagowych włókien kokosowych, poużytkowych, pochodzących z podkładów stosowanych w uprawie roślin jagodowych i warzywnych

-0,20% wagowych tryptofanu (związek czysty chemicznie)

- 0,44% wagowych  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  (związek chemiczny, czda.)

- 0,39% wagowych  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  (związek chemiczny, czda.)

-0,44% wagowych  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  (związek chemiczny, czda.)

- 0,50% wagowych  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  (związek chemiczny, czda.)

-0,25% wagowych produktów przemiany materii szczepów bakterii *Pseudomonas* sp. H12B, liofilizat, z hodowli własnej Zakładu Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zawierającego  $10^8$  j.t.k./g mikroorganizmów.

-0,25% wagowych produktów przemiany materii szczepów bakterii *Bacillus* sp. WA51, liofilizatów, z hodowli własnej Zakładu Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zawierającego  $10^8$  j.t.k./g mikroorganizmów.

Ww. składniki przygotowano do peletowania. Surowce w postaci biowęgla, włókien kokosowych, węgla brunatnego oraz leonardyt poddano dodatkowemu mieleniu. Biowęgiel rozdrobniono na młynach nożowych i bijakowych z zastosowaniem sit o wielkości otworów  $\varnothing$  3-5 mm. Proces mielenia prowadzony był przy wspomaganii odbioru materiału systemem podciśnieniowym, który pozwalał na ograniczenie pylenia surowców do otoczenia. Węgiel brunatny, leonardyt i włókna kokosowe zmielono na młynach bijakowych z zastosowaniem sit o wielkości otworów  $\varnothing$  3-4 mm. Mikroelementy nawozowe w postaci  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  i  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , zmieszano wcześniej z węglem brunatnym. Bezpośrednio przed procesem peletowania do mieszaniny dodano liofilizaty mikroorganizmów. Surowce wysuszono do wilgotności 15% i mieszano w mieszalniku wolnoobrotowym przez 5 minut.

Następnie rozdrobniony i wysuszony materiał poddano peletowaniu na linii peletującej MGL 200 o wydajności do 100 kg/h, firmy Kovo Novak.

Uzyskano pelet o średnicy około 6 mm i długości w zakresie 0,4-0,7 mm, który poddano sezonowaniu przez 12 godzin, w celu ustabilizowania właściwości fizyko-mechanicznych. Następnie przeprowadzono pomiary parametrów jakościowych uzyskanego peletu: trwałości mechanicznej, wytrzymałości statycznego ściskania, gęstości nasypowej oraz gęstości właściwej.

Wyznaczono trwałość mechaniczną peletu, będącą miarą jego odporności na wstrząsy i/lub ścieranie powstające w wyniku transportu, przeładunku i przebiegu innych procesów dystrybucji oraz składowania. Próbka była poddawana testowi, w którym materiał w postaci granul nawozowych zderzał się ze sobą nawzajem oraz ze ścianami komory testera.

Trwałość mechaniczną DU [%] (z ang. mechanical durability) obliczano ze wzoru:

$$DU = \frac{m_A}{m_E} * 100$$

gdzie:

$m_A$  – masa próbki przed testem [g]

$m_E$  – masa próbki po teście [g]

Uzyskano wartość  $DU = 65,2 \pm 1,6$  [%]

Następnie określono wytrzymałość statycznego ściskania uzyskanych peletów. W tym celu przeprowadzono test zgniatania na maszynie wytrzymałościowej MTS Insight II i na tej podstawie określono jaka siła wywołuje pęknięcie badanej próbki.

Uzyskano wartość  $F_{max} = 2,89 \pm 0,29$  [N/mm]

Gęstość nasypową BD uzyskanych peletów oznaczono zgodnie z procedurą opisaną w normie PN-EN ISO 17828:2016-02.

Uzyskano wartość  $BD = 523 \pm 10,5$  [kg/m<sup>3</sup>]

Gęstość właściwa  $d$  uzyskanych peletów została określona przy użyciu piknometru GEOPYC 1360 firmy Mircromeritics.

Uzyskano wartość  $d = 0,946 \pm 0,039$  [g/cm<sup>3</sup>]

Przykład 2

Nawóz do regeneracji żyzności gleb produkcyjnych składa się z:

-25% wagowych leonardyty, pochodzącego z Manufacturer – the Energy Investment Company Ltd. Country of origin – Ukraine (wilgotność: 25-45%, zawartość kwasów huminowych: 75-86,6%, zawartość kwasów fulwowych: 19,8-22,8%, kwasowość: 4,20-7,50; zawartość materii organicznej: 65-83,40%, frakcja: 0,01-8,0 mm).

-32,53% wagowych węgla brunatnego, pochodzącego z Kopalni Węgla Brunatnego Sieniawa (granulacja: 0-20mm, wartość opałowa: 9000-10000kJ/kg; zawartość popiołu: 6-9%; zawartość siarki: 0,6-0,9%; zawartość siarki palnej: <0,3%; wilgotność złożowa: 49-52%).

-25% wagowych biowęgla, wytworzonego z pozostałości biomasowych drzew iglastych w warunkach pirolizy w temperaturze do 500°C, producent CarbonTeam.

-15% wagowych włókien kokosowych, poużytkowych, pochodzących z podkładów stosowanych w uprawie roślin jagodowych i warzywnych

-0,20% wagowych tryptofanu (związek czysty chemicznie)

- 0,44% wagowych  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  (związek chemiczny, czda.)

- 0,39% wagowych  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  (związek chemiczny, czda.)

-0,44% wagowych  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  (związek chemiczny, czda.)

- 0,50% wagowych  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  (związek chemiczny, czda.)

-0,25% wagowych produktów przemiany materii szczepu bakterii *Pseudomonas* sp. H12B, liofilizatu, z hodowli własnej Zakładu Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zawierającego  $10^{10}$  j.t.k./g mikroorganizmów.

-0,25% wagowych produktów przemiany materii szczepu bakterii *Bacillus* sp. WA51, liofilizatu, z hodowli własnej Zakładu Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zawierającego  $10^{10}$  j.t.k./g mikroorganizmów.

Z ww. surowców, sposobem opisanym w przykładzie 1 uzyskano pelet, który charakteryzuje się następującymi parametrami jakościowymi:

Trwałość mechaniczna DU =  $70,0 \pm 1,5$  [%]

Wytrzymałość statycznego ściskania  $F_{max} = 4,08 \pm 0,29$  [N/mm]

Gęstość nasypowa BD =  $562,9 \pm 3,5$  [kg/m<sup>3</sup>]

Gęstość właściwa d =  $1,075 \pm 0,046$  [g/cm<sup>3</sup>]

### Przykład 3

Nawóz do regeneracji żyzności gleb produkcyjnych składa się z:

-15% wagowych leonardytu, pochodzącego z Manufacturer – the Energy Investment Company Ltd. Country of origin – Ukraine (wilgotność: 25-45%, zawartość kwasów huminowych: 75-86,6%, zawartość kwasów fulwowych: 19,8-22,8%, kwasowość: 4,20-7,50; zawartość materii organicznej: 65-83,40%, frakcja: 0,01-8,0 mm).

-25% wagowych węgla brunatnego, pochodzącego z Kopalni Węgla Brunatnego Sieniawa (granulacja: 0-20mm, wartość opałowa: 9000-10000kJ/kg; zawartość popiołu: 6-9%; zawartość siarki: 0,6-0,9%; zawartość siarki palnej: <0,3%; wilgotność złożowa: 49-52%).

-32,53% wagowych biowęgla, wytworzonego z pozostałości biomasowych drzew iglastych w warunkach pirolizy w temperaturze do 500°C, producent CarbonTeam.

-25% wagowych włókien kokosowych, poużytkowych, pochodzących z podkładów stosowanych w uprawie roślin jagodowych i warzywnych

-0,20% wagowych tryptofanu (związek czysty chemicznie)

- 0,44% wagowych ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (związek chemiczny, czda.)

- 0,39% wagowych CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (związek chemiczny, czda.)

-0,44% wagowych MnSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (związek chemiczny, czda.)

- 0,50% wagowych FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (związek chemiczny, czda.)

-0,25% wagowych produktów przemiany materii szczepu bakterii *Pseudomonas* sp. H12B, liofilizatu, z hodowli własnej Zakładu Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zawierającego 10<sup>8</sup> j.t.k./g mikroorganizmów.

-0,25% wagowych produktów przemiany materii szczepu bakterii *Bacillus* sp. WA51, liofilizatu, z hodowli własnej Zakładu Mikrobiologii i Biotechnologii

Środowiskowej, Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zawierającego  $10^8$  j.t.k./g mikroorganizmów.

Z ww. surowców, sposobem opisanym w przykładzie 1 uzyskano pelet, który charakteryzuje się następującymi parametrami jakościowymi:

Trwałość mechaniczna DU =  $63,0 \pm 1,1$  [%]

Wytrzymałość statycznego ściskania  $F_{\max} = 3,72 \pm 0,34$  [N/mm]

Gęstość nasypowa BD =  $550,5 \pm 8,5$  [kg/m<sup>3</sup>]

Gęstość właściwa d =  $0,963 \pm 0,011$  [g/cm<sup>3</sup>]

#### Przykład 4

Nawóz do regeneracji żyzności gleb produkcyjnych składa się z:

-25% wagowych leonardytu, pochodzącego z Manufacturer – the Energy Investment Company Ltd. Country of origin – Ukraine (wilgotność: 25-45%, zawartość kwasów huminowych: 75-86,6%, zawartość kwasów fulwowych: 19,8-22,8%, kwasowość: 4,20-7,50; zawartość materii organicznej: 65-83,40%, frakcja: 0,01-8,0 mm).

-25% wagowych węgla brunatnego, pochodzącego z Kopalni Węgla Brunatnego Sieniawa (granulacja: 0-20mm, wartość opałowa: 9000-10000kJ/kg; zawartość popiołu: 6-9%; zawartość siarki: 0,6-0,9%; zawartość siarki palnej: <0,3%; wilgotność złożowa: 49-52%).

-15% wagowych biowęgla, wytworzonego z pozostałości biomasowych drzew iglastych w warunkach pirolizy w temperaturze do 500°C, producent CarbonTeam.

-32,53% wagowych włókien kokosowych, poużytkowych, pochodzących z podkładów stosowanych w uprawie roślin jagodowych i warzywnych

-0,20% wagowych tryptofanu (związek czysty chemicznie)

- 0,44% wagowych ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (związek chemiczny, czda.)

- 0,39% wagowych CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (związek chemiczny, czda.)

-0,44% wagowych MnSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O (związek chemiczny, czda.)

- 0,50% wagowych FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O (związek chemiczny, czda.)

-0,25% wagowych produktów przemiany materii szczepu bakterii *Pseudomonas* sp. H12B, liofilizatu, z hodowli własnej Zakładu Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zawierającego  $10^8$  j.t.k./g mikroorganizmów.

-0,25% wagowych produktów przemiany materii szczepu bakterii *Bacillus* sp. WA51, liofilizatu, z hodowli własnej Zakładu Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zawierającego  $10^8$  j.t.k./g mikroorganizmów.

Z ww. surowców, sposobem opisanym w przykładzie 1 uzyskano pelet, który charakteryzuje się następującymi parametrami jakościowymi:

Trwałość mechaniczna DU =  $86,0 \pm 1,6$  [%]

Wytrzymałość statycznego ściskania  $F_{\max} = 7,63 \pm 0,92$  [N/mm]

Gęstość nasypowa BD =  $576,7 \pm 22,2$  [kg/m<sup>3</sup>]

Gęstość właściwa d =  $0,971 \pm 0,031$  [g/cm<sup>3</sup>]

#### Przykład 5

Przeprowadzono badania w zakresie działania nawozów o składach przedstawionych w przykładach 1-4 na glebę i plonowanie roślin, w warunkach vegetacyjnego doświadczenia wazonowego. Doświadczenie wazonowe założono na glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego. Eksperymenty prowadzono przez okres 4 miesięcy w wazonach PCV, mieszczących 10 kg powietrznie suchej gleby. Rośliną testową była kukurydza odmiany Lokata. Doświadczenie prowadzono w 4 powtórzeniach dla 7 obiektów obejmujących: NK1 – glebę nawożoną nawozem komercyjnym nr 1, zawierającym jako główne składniki azot i węgiel oraz dodatkowo siarkę i mikroelementy; NK2 – glebę nawożoną nawozem komercyjnym nr 2, zawierającym jako główne składniki azot, węgiel i siarkę; NK3 – glebę nawożoną nawozem komercyjnym nr 3 zawierającym jako główne składniki krzem, węgiel i potas; NW1 - glebę z dodatkiem nawozu będącego przedmiotem wynalazku, o składzie przedstawionym w przykładzie 1; NW2 - glebę z dodatkiem nawozu będącego przedmiotem wynalazku, o składzie przedstawionym w przykładzie 2; NW3 - glebę z dodatkiem nawozu będącego

przedmiotem wynalazku, o składzie przedstawionym w przykładzie 3 oraz NW4 - glebę z dodatkiem nawozu będącego przedmiotem wynalazku, o składzie przedstawionym w przykładzie 4. Dawki nawozów wprowadzone do gleb poszczególnych obiektów podano w tabeli 1.

Tabela 1

Składnik nawozu/dawka	NK1	NK2	NK3	NW1	NW2	NW3	NW4
	3,700	3,725	3,732	-	-	-	-
Pseudomonas sp. H12B [mg/waz.]	-	-	-	8,75	8,75	8,75	8,75
Bacillus sp. WA51 [mg/waz.]	-	-	-	8,75	8,75	8,75	8,75
Tryptofan [mg/waz.]	-	-	-	7,00	7,00	7,00	7,00
Kokos [g/waz.]	-	-	-	0,9468	0,5681	0,9468	1,2319
Biowęgiel [g/waz.]	-	-	-	0,8992	0,8992	1,1701	0,5395
W. brunatny [g/waz.]	-	-	-	0,7382	1,6009	1,2303	1,2303
Leonardyt [g/waz.]	-	-	-	1,2187	0,9366	0,5620	0,9366
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O [g/waz.]	-	-	-	0,0154	0,0154	0,0154	0,0154
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O [g/waz.]	-	-	-	0,01365	0,01365	0,01365	0,01365
MnSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O [g/waz.]	-	-	-	0,0154	0,0154	0,0154	0,0154
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O [g/waz.]	-	-	-	0,0175	0,0175	0,0175	0,0175

Po użyciu wszystkich ww. nawozów oraz wymieszaniu ich z glebą, wysiano nasiona kukurydzy. Wilgotność gleby w czasie wegetacji roślin utrzymywano na poziomie od 40% do 60% maksymalnej pojemności wodnej gleby (w zależności od fazy rozwojowej rośliny).

#### Neutralizacja zakwaszenia gleby

Zbadano wpływ nawozów na pH gleby. W tym celu, w powietrznie suchym materiale glebowym, przesianym przez sito o średnicy oczek 1 mm, oznaczono pH w zawiesinie gleby i wody (stosunek wagowy gleba : woda = 1:2,5), przy użyciu pH-metru (pH – meter CP – 505). Przeprowadzono badanie pH gleb nawożonych znanymi nawozami komercyjnymi (NK1, NK2, NK3) i nawozem według wynalazku, o składach przedstawionych w przykładach 1-4. Uzyskano następujące wartości pH próbek gleby: pH<sub>NR1</sub>=6,65; pH<sub>NR2</sub>=6,75; pH<sub>NR3</sub>=6,78; pH<sub>NW1</sub>=7,34, pH<sub>NW2</sub>=7,33, pH<sub>NW3</sub>=7,25, pH<sub>NW4</sub>=7,33. Wyniki badań potwierdzają, że w porównaniu do nawozów komercyjnych, nawóz, według wynalazku, odkwasza glebę efektywniej o 6-10%. Należy również

podkreślić, że jego efektywność odkwaszająca będzie zwiększać się w czasie, ze względu na następcze działanie zawartych w nim składników.

#### Poprawa retencji wody

Określono poprawę retencji wody w następującym badaniu: próbki gleb pobierano przy pomocy cylindrów o objętości 100 cm<sup>3</sup>, w 3 powtórzeniach z każdego wazonu. Właściwości retencyjne gleby określono metodą ciśnieniową w komorach Richards'a na płytach ceramicznych. Pomiar zawartości wody w próbkach wykonano dla ciśnień -4, -10, -33, -100, -200, -500 i -1500 kPa. Pełna analiza charakterystyki retencyjności gleby trwała około 4 tygodni. Uzyskane wyniki pozwoliły na określenie podstawowych parametrów retencyjności wodnej, wraz z charakterystyką porowatości gleby. Właściwości fizyczne gleby po zakończeniu doświadczenia wegetacyjnego pokazano w tabeli 2.

Tabela 2

Nawóz	Gęstość objętościowa [g/cm <sup>3</sup> ]	Porowatość ogólna [cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ]	Retencja produkcyjna [cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ]	Retencja użyteczna [cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ]
NK1	1,24	0,47	0,098	0,096
NK2	1,33	0,45	0,093	0,096
NK3	1,26	0,46	0,104	0,094
NW1	1,33	0,54	0,108	0,110
NW2	1,41	0,53	0,106	0,104
NW3	1,44	0,52	0,095	0,099
NW4	1,39	0,49	0,110	0,111

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że zastosowanie nawozu według wynalazku, poprawia parametry fizyczne gleby, w tym gęstość objętościową, porowatość ogólną i retencję wody. W porównaniu do nawozów komercyjnych (NK1, NK2 i NK3), dla nawozu, według wynalazku, stwierdzono zwiększenie gęstości objętościowej i porowatości gleby, czego bezpośrednim efektem jest wyższa wartość retencji wodnej, w porównaniu do wartości uzyskanych dla nawozów komercyjnych. Zwiększenie wartości tego parametru po zastosowaniu nawozu, według wynalazku, średnio o 12% względem średniej

otrzymanej dla nawozów komercyjnych wskazuje, że nawóz ten znacząco poprawia retencję wody, a tym samym składników pokarmowych dla roślin.

#### Parametry morfologiczne korzeni

Korzenie pobierano próbnikiem glebowo-korzeniowym o objętości 577 cm<sup>3</sup>. Wypłukano je w hydrauliczno-pneumatycznej płuczce, a następnie po usunięciu zanieczyszczeń organicznych, zeskanowano przy użyciu skanera Epson Perfection Foto. Pozyskane obrazy przetwarzano i analizowano przy pomocy systemu komputerowego Aphelion. Uzyskane dane posłużyły do określenia parametrów morfologicznych systemu korzeniowego roślin. Parametry morfologiczne korzeni po zakończeniu doświadczenia vegetacyjnego przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Nawóz	Masa korzeni [g suchej masy]	Długość korzeni [mm]	Średnica korzeni [mm]
NK1	3,386	88580	0,476
NK2	3,576	88377	0,439
NK3	3,556	91536	0,451
NW1	4,405	110700	0,479
NW2	4,101	99372	0,526
NW3	4,794	106857	0,516
NW4	4,055	105525	0,518

Najmniejszą masę, długość i średnicę korzeni uzyskano po zastosowaniu nawozów komercyjnych (NK1, NK2 i NK3). Dla nawozu według wynalazku, zaobserwowano zwiększenie masy korzeni niemal o 24%, względem wartości średniej uzyskanej dla nawozów komercyjnych. Potwierdza to, że dodatek do gleby nawozu według wynalazku, działa stymulująco na system korzeniowy kukurydzy.

#### Neutralizacja substancji toksycznych

W celu zweryfikowania neutralizacji substancji toksycznych w glebie, przez nawóz, według wynalazku, po zakończeniu doświadczenia wazonowego oznaczono zawartość biodostępnych form kadmu (Cd), chromu (Cr) i ołowiu (Pb). Procedura analityczna polegała na ekstrakowaniu z gleby ww.

pierwiastków roztworem chlorku wapnia ( $\text{CaCl}_2$ ) o stężeniu 0,01 M (stosunek wagowy gleba : roztwór = 1:10), przez 2 godziny. W uzyskanych roztworach zawartość badanych pierwiastków oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej z indukcyjnie sprzężoną plazmą (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 7300 DV). Zawartość biodostępnych dla roślin form toksycznych metali ciężkich Cd, Cr i Pb w glebie, po zastosowaniu nawożenia znanymi nawozami komercyjnymi (NK1, NK2, NK3) oraz nawozem, według wynalazku opisanych w przykładach 1-4 (NW1, NW2, NW3, NW4), przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Nawóz	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Pb [mg/kg]
NK1	0,021	0,019	0,051
NK2	0,021	0,015	0,066
NK3	0,019	0,064	0,038
NW1	0,018	0,006	0,050
NW2	0,017	0,007	0,041
NW3	0,018	0,008	0,049
NW4	0,017	0,008	0,047

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że w porównaniu do nawozów komercyjnych, nawóz, według wynalazku, w znacznie większym stopniu neutralizuje toksyczne metale ciężkie. Gleby nawożone nawozem, według wynalazku, zawierały około 15% mniej biodostępnych form Cd. W przypadku Cr i Pb uzyskano zmniejszenie zawartości form dostępnych dla roślin tych pierwiastków nawet o 90% dla Cr i 47% dla Pb.

#### Zwiększenie biodostępności mikroelementów w glebie

Zawartość biodostępnych form mikroelementów w glebie tj. żelaza (Fe), manganu (Mn) i cynku (Zn), oznaczono po ekstrakowaniu z gleby pierwiastków roztworem chlorku wapnia ( $\text{CaCl}_2$ ) o stężeniu 0,01 M (stosunek wagowy gleba : roztwór = 1:10), przez 2 godziny. W uzyskanych roztworach zawartość badanych pierwiastków oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej z indukcyjnie sprzężoną plazmą (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 7300 DV). Wyniki zawartości biodostępnych dla roślin form mikroelementów w

glebie, po zakończeniu doświadczenia wegetacyjnego przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5

Nawóz	Fe [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Zn [mg/kg]
NK1	0,326	1,442	0,379
NK2	0,361	1,026	0,324
NK3	0,299	1,820	0,364
NW1	0,317	2,054	0,306
NW2	0,377	2,898	0,320
NW3	0,343	1,738	0,396
NW4	0,342	1,407	0,323

Przeprowadzone badania potwierdziły zwiększenie ilości dostępnego dla roślin form żelaza, co jest związane z zawartością w nawozie produktów przemiany mikroorganizmów *Pseudomonas* sp., efektywnych w zwiększaniu dostępności i przyswajalności Fe dla roślin oraz zwiększających efektywność uwalnia żelaza z zapasów glebowych. W porównaniu do przykładowego nawozu rynkowego NK3, zawartość biodostępnych form Fe w glebie zwiększyła się o 26% po zastosowaniu nawozu NW2. W przypadku manganu nawóz NW2 zwiększył zawartość biodostępnych dla roślin form tego mikroelementu w porównaniu do nawozów komercyjnych NK1, NK2 i NK3 odpowiednio o: 101%, 182% i 59%. Z kolei w przypadku cynku najkorzystniejsze zwiększenie zawartości biodostępnych dla roślin form tego mikroelementu odnotowano dla nawozu o składzie wskazanym NW3. W porównaniu do testowanych nawozów rynkowych NK1, NK2 i NK3, jego zawartość w glebie była większa odpowiednio o: 5%, 22% i 9%. Zwiększenie zawartości dostępnych dla roślin mikroelementów należy uznać za bardzo korzystne po zastosowaniu nawozu, według wynalazku. Może to znacząco ograniczyć konieczność dodatkowej suplementacji gleby mikroelementami, ograniczając tym samym koszty produkcji rolnej.

Zwiększenie zawartości azotu, węgla i siarki w glebie

Zawartość C, N i S w glebie, po zastosowaniu nawożenia znanymi nawozami komercyjnymi (NK1, NK2, NK3) oraz nawozem, według wynalazku o składach opisanych w przykładach 1-4 (NW1, NW2, NW3, NW4), oznaczono w analizatorze CNS (Vario EL Cube firmy Elementar Analysensysteme). W tabeli 6 przedstawiono wyniki uzyskane po zakończeniu doświadczenia wegetacyjnego.

Tabela 6

	N [g/kg]	S [g/kg]	C [g/kg]
NK1	0,97	0,12	10,38
NK2	0,98	0,13	10,25
NK3	0,96	0,13	10,32
NW1	1,00	0,23	10,58
NW2	1,03	0,22	10,94
NW3	1,03	0,20	11,10
NW4	1,05	0,22	1124

Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie nawozu, według wynalazku, znacząco zwiększyło zawartość N i S w glebie. W porównaniu do nawozów rynkowych zawartość tych pierwiastków zwiększyła się średnio o 9% dla N i 35% dla S. Biorąc pod uwagę fakt, że siarka należy do pierwiastków deficytowych w produkcji rolniczej, działanie nawozu, według wynalazku, należy uznać za bardzo korzystne. Na uwagę zasługuje także znaczne zwiększenie zawartości C w glebie, które w przypadku nawozu, według wynalazku, wynosiło po pierwszym roku badań wegetacyjnych prawie 10%. Wpływa to na odbudowę zasobów glebowej materii organicznej oraz sekwestrację CO<sub>2</sub> w glebie. Biorąc pod uwagę długookresowe działanie nawozu, według wynalazku, spowodowane zawartością w nim biowęgla, w kolejnych latach po jego użyciu należy spodziewać się stabilizacji zawartości C w glebie.

Ponadto przeprowadzono badania wielkości uzyskanych plonów, na przykładzie części nadziemnych i korzeni kukurydzy, zebranych po pierwszym roku doświadczenia wazonowego. Wyniki przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7

Nawóz	Plon biomasy kukurydzy [g suchej masy/wazon]	Masa korzeni [g suchej masy/wazon]
NK1	299,5	19,77
NK2	305,8	22,59
NK3	288,3	22,30
NW1	322,3	25,15
NW2	362,8	30,49
NW3	308,2	25,26
NW4	323,5	25,34

Uzyskane wyniki wskazują, że w porównaniu do przykładowego znanego nawozu komercyjnego NK3, ilość zebranej biomasy kukurydzy była większa dla nawozu według wynalazku, odpowiednio o: 12% dla NW1, 26% dla NW2, 7% dla NW3 i 12% dla NW4. Zastosowanie nawozu według wynalazku przyczyniło się także do zwiększenia masy korzeni uprawianych roślin, a w konsekwencji do efektywniejszego pobierania wody i składników pokarmowych z gleby. Wyniki przedstawionych badań wskazują również, że największą masę korzeni kukurydzy stwierdzono po zastosowaniu nawozu NW2. Uśredniona masa korzeni dla nawozów rynkowych, wynosi 21,55 g suchej masy na wazon, podczas gdy uśredniona masa korzeni kukurydzy zebrana po zastosowaniu nawozu według wynalazku wynosi 26,56 g suchej masy, co daje zwiększenie masy średnio o 23%.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Nawóz do regeneracji gleb produkcyjnych, w postaci peletu, zawierający materiały organiczne w postaci kopalin, w tym węgiel brunatny oraz materiały organiczne pochodzenia odpadowego, w tym biowęgiel, mikroelementy nawozowe oraz produkty przemiany materii mikroorganizmów, efektywnych w zwiększaniu dostępności lub przyswajalności składników pokarmowych, znamienny tym, że zawiera leonardyt w ilości 15-33% wagowych, węgiel brunatny w ilości 15-33% wagowych, biowęgiel w ilości 15-33% wagowych, włókna kokosowe w ilości 15-33% wagowych, tryptofan w ilości do 1% wagowego, co najmniej jeden mikroelement nawozowy wybrany z grupy obejmującej Zn, Cu, Mn i Fe, w formie siarczanów, w ilości do 2% wagowych oraz mieszaninę produktów przemiany materii mikroorganizmów *Pseudomonas* sp. i *Bacillus* sp., w postaci liofilizatów, w ilości 0,5-1% wagowych, przy czym liofilizat zawiera produkty przemiany materii mikroorganizmów w ilości co najmniej  $10^8$  j.t.k./g.
2. Nawóz według zastrz. 1, znamienny tym, że zawiera poużytkowe włókna kokosowe, pochodzące z podkładów stosowanych w uprawie roślin jagodowych i warzywnych.
3. Nawóz według zastrz. 1, znamienny tym, że zawiera liofilizaty produktów przemiany materii mikroorganizmów *Pseudomonas* sp. i *Bacillus* sp., zmieszane w stosunku 1:1.



## SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI DO ZGŁOSZENIA NR P.442151

Klasyfikacja zgłoszenia: C05G 3/80, C09K 17/40, A01G 24/22

Podklasy w których prowadzono poszukiwania: C05, C09K, A01G

Bazy komputerowe w których prowadzono poszukiwania: EPODOC, WPI, Espacenet, bazy UPRP, Google

Kategoria dokumentu	Dokumenty - z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
A	CN107118018 A (TIBET JOFO ENV. RESTORATION CO. LTD. [CN]) 01-09-2017	1-3
A	GB2252553 A (E. J. GODWIN [GB]) 12-08-1992	1-3
A	PL433060 A1 (BIOWATT S.A [PL]) 30-08-2021	1-3
A	PL220215 B1 (POLOCZEK FRANZ [DE]; KRUKOWSKA-POLOCZEK MAŁGORZATA [PL]) 30-09-2015	1-3

 Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,  
 E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,  
 L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzeżone pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,  
 O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,  
 P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzeżona data pierwszeństwa,  
 T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,  
 X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzeżony wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,  
 Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzeżony wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,  
 & – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a:

 Monika Szymańska  
 Ekspert

Data:

20.02.2023

Podpis:

 /podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym/  
 Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o wersję zastrzeżeń patentowych z dnia 31.08.2022 r.