

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244919 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440738**

(22) Data zgłoszenia: **2022.03.22**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.09.25 BUP 39/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.04.02 WUP 14/2024**

(51) MKP:

C05G 3/90 (2020.01)

C05C 1/02 (2006.01)

C08L 93/04 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**GRUPA AZOTY SPÓŁKA AKCYJNA,
Tarnów, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

SEBASTIAN JAGUSIŃSKI, Jadowniki, PL

TOMASZ KOZIOŁ, Tarnów, PL

MARCIN POTEempa, Tarnów, PL

DANIEL SZCZERBA, Lubaszowa, PL

JAN OBRZUT, Tarnów, PL

PAWEŁ POTACZEK, Bielcza, PL

ZYGMUNT REGA, Sufczyn, PL

MIECZYŚLAW GRZYB, Siemiechów, PL

KLEMENTYNA BUDNIK, Paleśnica, PL

AGATA KÓZKA, Dąbrowa Tarnowska, PL

ALEKSANDRA ZYGMUNT, Tarnów, PL

KAROLINA OBRZUT, Tarnów, PL

DANUTA STACHÓW PIWOWARSKA, Tarnów, PL

JAN SOCHA, Tarnów, PL

IWONA KAPAŁKA, Gromnik, PL

PAWEŁ JANIGA, Pilzno, PL

KATARZYNA LUBERDA-DURNAS, Tarnów, PL

MONIKA POREBA, Tarnów, PL

BOGUSŁAWA FRĄNCZAK-SZATKO, Tarnów, PL

(54) Tytuł:

Zastosowanie kalafonii jako inhibitora nitryfikacji do wytwarzania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego, sposób wytwarzania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego z naturalnym inhibitorem nitryfikacji oraz nawóz azotowy wytworzony tym sposobem

PL 244919 B1

Opis wynalazku

DZIEDZINA TECHNIKI

Przedmiotem wynalazku jest zastosowanie kalafonii jako inhibitora nitryfikacji do wytwarzania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego. Przedmiotem wynalazku jest również sposób wytwarzania nawozu azotowego na bazie azotanów amonowych i siarczanów amonowych (saletrosiarczanów amonowych), o ulepszonych właściwościach użytkowych, z naturalnym inhibitorem nitryfikacji, ale także przedmiotem wynalazku jest nawóz azotowy na bazie azotanów amonowych i siarczanów amonowych (saletrosiarczanów amonowych) zawierający inhibitor nitryfikacji pochodzenia naturalnego, wytworzony sposobem według wynalazku, umożliwiając efektywne wykorzystanie azotu przez rośliny.

Sposobem według wynalazku w jednym procesie produkcyjnym można otrzymać nawóz dostarczający roślinom składniki pokarmowe – azot i siarkę, a także zawierający naturalny inhibitor nitryfikacji – hamujący niekorzystne przemiany azotu w glebie, oraz umożliwiając optymalizację wielkości stosowanych dawek nawożenia.

Ponadto, niniejszy wynalazek dotyczy składu kompozycji zawierającej inhibitor pochodzenia naturalnego i olej roślinny i/lub rozpuszczalnik/rozszerzalniki organiczne, stosowanej do natryskiwania granul, w celu opóźnienia rozkładu azotu amonowego, co umożliwi większą przyswajalność azotu przez rośliny.

STAN TECHNIKI

Nawozy azotowe, w tym również saletrosiarczan amonowy, dostarczają do gleby azot, będący składnikiem niezbędnym dla roślin i niezastąpionym dla uzyskania wysokich plonów o dobrej jakości. Wadą nawozów zawierających azot są straty jakim podlega ten składnik. Azot niewykorzystany przez rośliny ulega procesom wymywania w głąb gleby, przemieszczaniu do wód gruntowych oraz ulatnianiu się w powietrze. Ekonomiczne i ekologiczne gospodarowanie nawozami powinno ograniczyć straty azotu z pola do minimum. W tym celu konieczne jest staranne dobieranie dawki nawozu i kontrola procesów przemian tego składnika w glebie. Bardzo pożądane jest również wdrażanie technologii, które pozwolą na zwiększenie efektywności wykorzystania azotu z nawozów i ograniczenie jego emisji.

Znane są i powszechnie dostępne na rynku dwa główne rodzaje substancji regulujących uwalnianie azotu o różnym działaniu: inhibitory nitryfikacji i inhibitory ureazy. Inhibitory nitryfikacji wykazują w glebie szersze działanie – zmniejszają intensywność mikrobiologicznych przemian jonów amonowych NH_4^+ do jonów azotynowych NO_2^- i azotanowych NO_3^- (*nitryfikacja*), które są łatwo wymywane, a następnie mogą podlegać przemianom do form gazowych N_2 , NO i N_2O (*denitryfikacja*). Ich zadaniem jest spowolnienie dynamiki procesu utleniania jonów amonowych (NH_4^+) do azotynowych (NO_2^-), co w efekcie końcowym prowadzi do zwiększenia ilości azotu pobranego przez rośliny oraz minimalizacji niekorzystnych ekologicznie procesów wymywania azotu i denitryfikacji. Efektem działania inhibitorów jest stabilizacja przyswajalnego przez rośliny azotu amonowego NH_4^+ i ograniczenie strat azotu w strefie systemu korzeniowego roślin. Tym samym wydłużeniu ulega czas dostępności azotu dla roślin. Obecnie jedną z wiodących koncepcji na poprawę stopnia wykorzystania nawozów azotowych jest wprowadzenie do formuły kompozycji nawozowej inhibitorów nitryfikacji. Znane są syntetyczne i naturalne inhibitory nitryfikacji, z czego liczba związków syntetycznych jest znacznie większa niż naturalnych. Nitryfikacja jest procesem przeprowadzanym przez bakterie z rodzaju *Nitrosomonas* i *Nitrobacter*, a znane dotychczas inhibitory nitryfikacji wpływają na dysfunkcję enzymów produkowanych przez te bakterie, co tym samym wpływa na intensywność procesu nitryfikacji. Stosowanymi dotychczas syntetycznymi inhibitorami nitryfikacji, objętymi także ochroną patentową są między innymi: DCD (dicyjanodiamid; CNNH_2), DMPP (dimetylopyrazolofosfat syn. Fosforandimetylopyrazolu), Nitrapina [N-Serve czyli 2-chloro-6(trichlorometylo)pirydyna], AM (2-amino-4-chloro-6-metylopirydyna), ECC (*encapsulated calcium carbide* – obudowany węgiel wapnia) oraz DMPA „najnowszy” z tej grupy związków: (ang.) 2-(3,4-dimethyl-pyrazol-1-yl)-succinic acid synonim 2-(3,4-dimethyl-pyrazole-1-yl)-succinic acid, synonim di-methylpyrazole-succinic acid. Innowacyjnym podejściem, do rozwiązania wyżej postawionego problemu, czyli osłabienia/spowolnienia procesu nitryfikacji w glebie, jest wykorzystanie naturalnych inhibitorów nitryfikacji do produkcji nawozów. Tego typu substancje czynne są znane od lat [U.Kiran and D.D. Petra, Comm. Soil. Sci. Plant Anal., 2002, 33, 1375–1388; D.D Petra et al., Comm. Soil. Sci. Plant Anal., 2002, 33, 451–460], jednak jak dotąd nie były stosowane na skalę przemysłową. Do naturalnych inhibitorów nitryfikacji należą między innymi olej z *Mentha spicata*, ekstrakt alkoholowy z *Azadirachta indica* Juss., ekstrakt

wodny z *Chenopodium album* L., czy też wielonienasycone kwasy tłuszczowe (kwas linolowy i kwas linolenowy) występujące w olejach roślinnych, a także wiele innych związków.

Ilość publikacji dotyczących inhibitorów nitryfikacji DMPP i DCD z saletrosiarczanem azotu jest duża. Obecny stan wiedzy w tym zakresie jest bardzo szeroki i obejmuje wiele zagadnień, począwszy od efektywności działania obu inhibitorów, poprzez mechanizmy inhibicji oraz ich wpływ na florę bakteryjną gleby. Nie znaleziono natomiast żadnych informacji na temat zastosowania naturalnych inhibitorów nitryfikacji z saletrosiarczanem amonu. W publikacji S. Adamczyk, B. Adamczyk, V. Kitunen, A. Smolander, *Influence of diterpens (colophony and abietic acid) and triterpene (beta-sitosterol) on net mineralization, net nitrification, soli respiration, and microbial biomass in birch soil*, Biol. Ferti. Soil (2011), 715–720 Załącznik 10_inhibitory autorzy podejmują się analizy wpływu diterpenów i triterpenów na cykl przemian azotu i węgla w glebie pochodzącej spod brzozy. W pracy opisano badania inkubacyjne przeprowadzone dla dwóch rodzajów gleb (o niskiej i wysokiej zawartości azotu) w warunkach laboratoryjnych (przy stałej wilgotności -60% i temperaturze 14°C). Wyniki jasno wskazują na możliwość ograniczenia nitryfikacji przez terpeny w glebie z dużą zawartością azotu, choć jak podkreśla autor, proces inhibicji nie jest całkowity. Kolejna praca, publikacja S. Adamczyk O. Kiikkilä, V. Kitunen, A. Smolander, *Potential response of soil processes to diterpens, triterpens and tannis: nitrification, growth or microorganisms and precipitations of proteins*, Applied Soil Ecology 67 (2013) 47–52 – Załącznik 11_inhibitory, miała na celu potwierdzenie działania inhibitującego di- i tri-terpenów w glebach leśnych oraz zbadanie ich wpływu na populację bakterii i grzybów obecnych w glebie. Badanie nitryfikacji przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych, dla roztworu gleby ze stale utrzymywanym nadmiarem jonów amonowych – podobnie jak w poprzedniej pracy, najwyższym potencjałem inhibitującym spośród badanych związków wykazała się kalafonia. Ponadto autorzy wykazali, że terpeny mogą regulować populację mikrobiologiczną gleby, wpływając korzystnie na wzrost populacji bakterii i hamując wzrost grzybów. Wstępne testy z białkiem ABS (albumina surowicy bydlęcej) wskazywały, że wyższe terpeny mogą wpływać na enzymy poprzez uszkodzenie białek. W stanie techniki znajdują się rozwiązania, które ujawniają zastosowanie kalafonii do wytworzenia powłoki na powierzchni ziaren nawozu. Z opisu patentowego **EP1840111** (analog: **US7722695B2**) znana jest kompozycja na bazie neem – miodla indyjskiego do powlekania nawozu azotowego. Kompozycja zawiera 2–10 procent wagowych ekstraktu z miodli indyjskiej, 10–60 procent wagowych oleju z miodli indyjskiej, 10–25 procent wagowych spoiwa i 25–50 procent wagowych rozpuszczalnika organicznego. Z tego dokumentu znany jest również sposób wytwarzania kompozycji przez zmieszanie składników, sposób powlekania nawozu azotowego przez zmieszanie go z 0,5 do 1,0 procent wagowych kompozycji na bazie neem i nawóz azotowy pokryty 0,5 do 1,0 procent wagowych kompozycji na bazie neem. Stosowanym w tym rozwiązaniu spoiwem jest kalafonia, a kompozycja przeznaczona jest do powlekania mocznika. Opis patentowy **GB359163** ujawnia rozwiązanie, które polega na tym, że nawóz zawierający siarczan amonu i azotan amonu spryskuje się „lakierem” z oleju lnianego, do którego można dodać kalafonię, woski lub chlorek żelazowy; mocznik jest natryskiwany lakierem stosowanym do malowania grzejników parowych lub roztworem żywicy mocznikowo-formaldehidowej; saletrę wapniową pokrywa się drobno zmieloną ziemią okrzemkową, a następnie spryskuje roztworem kauczuku; nawóz zawierający azotan amonu, fosforan amonu i chlorek potasu pokrywa się cienką warstwą piasku, a następnie spryskuje zawiesiną węglanu wapnia w oleju lnianym; a nawóz zawierający azotan amonu i węglan wapnia opryskuje się bezpośrednio zawiesiną węglanu wapnia w oleju lnianym. Rozwiązanie ujawnione w opisie patentowym **CN101792357** dotyczy powlekanych nawozów sztucznych, w szczególności powlekanego nawozu wytworzonego z naturalnej kalafonii roślinnej oraz sposobu ich wytwarzania. Sposób obejmuje następujące etapy: doprowadzenie kalafonii i glicerolu do poddania reakcji estryfikacji pod wpływem katalitycznego działania tlenku cynku w celu wytworzenia glicerydu kalafonii; umieszczenie cząstek nawozu w powlekarce, ustawienie prędkości obrotowej na 200–250 obr/min, ustawienie temperatury na 25–30°C i uruchomienie maszyny do powlekania i podgrzewacza powietrza w celu wstępnego podgrzania cząstek mocznika; następnie natryskiwanie sproszkowanego talku, kleju nawozowego i cieczy powlekającej gliceryd kalafonii w stosunku wagowym 1:1–1,5:1–2,5 na powierzchnię zrolowanych cząstek nawozu; i uruchomienie maszyny powlekającej przez 30–40 minut w celu uzyskania powlekanego nawozu o stopniu pokrycia powłoki wynoszącym 5–8 procent. Otrzymany tą metodą nawóz skutecznie kontroluje uwalnianie składników pokarmowych i ogranicza utratę istotnych składników nawozu, jest elastyczny i łatwo rozkłada się w glebie bez zanieczyszczeń. Rozwiązanie ujawnione w opisie patentowym **WO9600199** dotyczy kompozycji rolniczej i środka kondycjonującego. Kompozycja rolnicza będąca nawozem zawiera azotany

i 0,1–2% wagowych powłoki zawierającej 10–50% wagowych wosku, 90–40% wagowych oleju i 1–20% wagowych żywicy rozpuszczalnej w oleju i mieszającej się z woskiem. Środek kondycjonujący jest przydatny do zmniejszania higroskopijności i pylenia nawozów. Zawiera 10–50% wagowych wosku, 90–40% wagowych oleju i 1–30% wagowych żywicy, która jest rozpuszczalna w oleju i mieszalna z woskiem. W przypadku stosowania do azotanu wapnia, środek ten zawiera korzystnie 15–30% wag. wosku, 70–85% wag. oleju białego i/lub oleju roślinnego i/lub rafinowanego oleju mineralnego oraz 2–15% wag. żywicy, która zawiera niekrystaliczną żywicę olejową i/lub estry stabilizowanych kwasów żywicznych. Ze stanu techniki znane są również rozwiązania ujawniające stosowanie naturalnych inhibitorów nitrifikacji do wytwarzania nawozów.

Wykorzystanie naturalnych substancji jako inhibitora nitrifikacji zostało opisane w następujących opisach patentowych: „Slow release urea fertilizer composition and a process for the preparation of the said composition”: **US6336949 B1** oraz „Formulation useful as a nitrification and urease inhibitor and a method of producing the same”: **US6315807 B1**. Opis patentowy **US6336949** ujawnia nową kompozycję do powolnego uwalniania nawozu azotowego zawierającą około 0,5–1% materiału obojętnego, 0,5–1% olejku eterycznego lub ich pochodnych w stosunku wagowym, w której olejek eteryczny lub jego pochodne pokrywają nawóz azotowy i materiał obojętny, a materiałem obojętnym jest olej rycynowy; olejek eteryczny lub jego pochodne działają jako inhibitory ureazy i nitrifikacji, są one wybrane z grupy składającej się z olejków eterycznych z *Mentha arvensis*, *Mentha spicata*, *Mentha piperita*, *Mentha citrata*, terpeny i DMO (olej odmentolowany). Przedmiotem tego wynalazku jest również sposób wytwarzania kompozycji nawozu azotowego o powolnym uwalnianiu obejmujący etapy a) powlekania nawozu azotowego materiałem obojętnym; b) suszenie na powietrzu powleczonego nawozu z etapu (a) przez 24 godziny; c) dalsze powlekanie powlekanego nawozu z etapu (b) olejkiem eterycznym lub jego pochodnymi; d) suszenie na powietrzu powleczonego nawozu z etapu (c) przez około 24 godziny, przy czym nawozem azotowym jest mocznik. Opis patentowy **US6315807** ujawnia rozwiązanie, które dotyczy nowego preparatu użytecznego jako inhibitor nitrifikacji i ureazy, który to preparat zawiera skuteczną ilość nawozu azotowego, oleju rycynowego i oleju pochodzącego z *Artemisia Annu* – bylica roczna, bylica piołun, w ilości wystarczającej do zwiększenia aktywności nitrifikacji preparatu, sposób wytwarzania preparatu i sposób jego nanoszenia na glebę. Rozwiązanie dotyczy nawozu azotowego – mocznika.

UJAWNIE WYNALAZKU

Przedmiotem wynalazku jest zastosowanie kalafonii jako inhibitora nitrifikacji do wytwarzania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego w przemysłowym procesie produkcyjnym. Przedmiotem wynalazku jest także sposób otrzymywania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego z naturalnym inhibitorem nitrifikacji – kalafonią, jak również nawóz wytworzony tym sposobem. W wyniku prowadzonych badań okazało się, że produkcja nowoczesnego nawozu zawierającego dodatek inhibitora nitrifikacji powinna zmierzać w kierunku, aby zawierał on różne (co najmniej dwie) substancje aktywne mające właściwości hydrofobowe i hydrofilowe, dodatkowo substancje te powinny mieć wpływ na funkcjonowanie dwóch enzymów (AMO i HAO) odpowiedzialnych za utlenianie jonów amonowych w glebie przez bakterie *Nitrosomas*: AMO – amonia monooksygenaze (monooksygenaza amonowa); HAO – hydroxyl aminooxidoreductase (aminooksydoreduktaza hydroksylowa), ale jednocześnie nie powinny być toksyczne dla mikro i makrofauny oraz flory glebowej. Jednym z naturalnych inhibitorów nitrifikacji, spełniającym wyżej opisane oczekiwania, jest kalafonia, ponieważ zawiera α -pinen i limonen – monoterpény, które ograniczają przebieg procesu nitrifikacji w glebie.

Przedmiotem wynalazku jest zastosowanie mieszaniny kalafonii sosnowej i oleju roślinnego (korzystnie rzepakowego) lub mieszaniny kalafonii i rozpuszczalników (korzystnie alkohol benzylowy i/lub DMSO (dimetylosulfotlenek)) do wytwarzania nawozu azotowego typu saletrosiarczan amonowy z naturalnym inhibitorem nitrifikacji. Mieszaninę naturalnego inhibitora nitrifikacji w rozpuszczalniku (organicznym lub naturalnym) nanosi się na granule nawozu na bazie saletrosiarczanu amonu w bębnie powlekającym, gdzie następuje utworzenie powłoki inhibitora na powierzchni granuli nawozu.

Istotą wynalazku jest zastosowanie kalafonii jako inhibitora nitrifikacji do wytwarzania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego w przemysłowym procesie produkcyjnym, przy czym kalafonię stosuje się w ilości od 2 kg/t – 8 kg/t na tonę nawozu, w postaci zawiesiny w rozpuszczalniku organicznym, gdzie stężenie kalafonii wynosi 30% – 90% (m/m), korzystnie 50% – 70% (m/m). Korzystnie, jako inhibitor nitrifikacji stosuje się kalafonię sosnową. Korzystnie, jako rozpuszczalnik organiczny

stosuje się olej roślinny, bardziej korzystnie olej rzepakowy. Korzystnie, jako rozpuszczalnik organiczny stosuje się dimetylosulfotlenek (DMSO) i/lub alkohol benzytowy.

Według wynalazku, sposób wytwarzania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego, w przemysłowym procesie produkcyjnym, w którym wytwarza się granule saletrosiarczanu amonowego w instalacji granulacji mechanicznej i wytwarza się roztwór naturalnego inhibitora nitrifikacji, a następnie natryskuje się roztwór inhibitora na powierzchnię granul nawozu, charakteryzuje się tym, że jako naturalny inhibitor nitrifikacji stosuje się kalafonię, którą rozdrabnia się, miesza z rozpuszczalnikiem organicznym takim jak: olej roślinny, korzystnie olej rzepakowy, lub dimetylosulfotlenek (DMSO) i/lub alkohol benzytowy, w zbiorniku – emulgatorze, w temperaturze 60 – 100°C, korzystnie 75 – 95°C, przy czym w powstałej mieszaninie stężenie kalafonii wynosi 30% – 90% (m/m), korzystnie 50% – 70% (m/m), następnie chłodzi się i poprzez układ transportujący kieruje do układu powlekania, w którym, w sposób ciągły poprzez natryskiwanie nanosi się mieszaninę kalafonii i oleju roślinnego o składzie: kalafonia: olej rzepakowy od 1–1 do 7–1, lub mieszaninę kalafonii i dimetylosulfotlenku (DMSO) i/lub alkoholu benzykowego, na nawóz azotowy na bazie saletrosiarczanu amonowego, na powierzchnię granul w obrotowym bębnie, przy czym nawóz do bębna wprowadza się w temperaturze otoczenia, w sposób ciągły, a stosowana dawka kalafonii wynosi od 2 kg/t – 8 kg/t, korzystnie 5 kg/t, i jest zależna od zawartości azotu amonowego w nawozie.

Korzystnie, jako naturalny inhibitor nitrifikacji stosuje się kalafonię sosnową.

Korzystnie, w sposobie według wynalazku, przed wprowadzeniem do zbiornika – emulgatora, kalafonia jest mielona w młynie, do uziarnienia poniżej 0,5 mm, przy czym co najmniej 95% cząstek posiada ten rozmiar.

Korzystnie, kalafonia mielona jest do wielkości cząstek poniżej 500 μm i w tej postaci pyłu wprowadzana jest do węzła zbiornika – emulgatora.

Korzystnie, kalafonia wprowadzana jest do oleju w temperaturze otoczenia, korzystnie w temperaturze 20 – 35°C.

Korzystnie, olej roślinny wprowadzany do zbiornika – emulgatora jest wstępnie podgrzewany, zwłaszcza do temperatury 85 – 95°C.

Korzystnie, kalafonia наносzona jest na granulki nawozu w postaci płynnej, jednorodnej mieszaniny, wytworzonej jako mieszanina inhibitora z olejem.

Korzystnie, kalafonia wprowadzana jest do układu powlekającego poprzez odrębny węzeł technologiczny w postaci ujednoludnionej mieszaniny o składzie: kalafonia: olej rzepakowy od 3,5–1 do 7–1.

Nawóz azotowy na bazie saletrosiarczanu amonowego z naturalnym inhibitorem nitrifikacji, wytworzony sposobem określonym powyżej, według wynalazku charakteryzuje się tym, że zawiera 0,2 – 0,8% wag., korzystnie 0,5% wag. kalafonii jako naturalnego inhibitora nitrifikacji.

OPIS PROCESU

Produkcja nawozów na bazie saletrosiarczanu amonowego z naturalnym inhibitorem nitrifikacji podzielona jest na dwa etapy. W pierwszym etapie wykonuje się przygotowanie inhibitora nitrifikacji, co polega na zmieleniu naturalnej kalafonii w młynie do uziarnienia poniżej 0,5 mm (co najmniej 95%). Zmielona kalafonia wprowadzana jest do ogrzewanego zbiornika – emulgatora, napełnionego wcześniej nośnikiem dla kalafonii i wstępnie ogrzanego. Ogrzewanie prowadzone jest za pomocą płaszcza wodnego. Kalafonię roztwarza się w nośniku (oleju rzepakowym) podgrzanym do około 80 – 85°C intensywnie mieszając za pomocą mieszadła wysokoobrotowego. Po uzyskaniu jednorodnej mieszaniny kalafonii i oleju rozpoczyna się II etap produkcji – powlekanie nawozu azotowego (saletrosiarczanu amonu) naturalnym inhibitorem nitrifikacji.

Za pomocą pompy inhibitor nitrifikacji jest przetłaczany z emulgatora do lancy natryskowej zaopatrzonej w dyszę rozpylającą. Lanca jest umieszczona wewnątrz obrotowego bębna powlekającego. Nanoszenie kompozycji inhibitora na nawóz następuje poprzez rozpylenie pod ciśnieniem wytworzonym przez pompę w dyszy natryskowej (liniowej, stożkowej lub pustostożkowej). Nawóz wprowadzony do bębna natryskowego na skutek ruchu obrotowego przesuwany jest przez aparat w kierunku wysypu, a granule na skutek przesypywania ulegają dokładnemu otoczeniu inhibitorem nitrifikacji, który następnie krzepnie na powierzchni granul. Po opuszczeniu bębna powlekającego nawóz z dodatkiem inhibitora kierowany jest do magazynu w celu sezonowania i następnie konfekcjonowania. Główną zaletą rozwiązania według wynalazku jest uzyskanie nowego, innowacyjnego nawozu, łączącego w sobie pożądane przez odbiorców cechy jakościowe, takie jak wysoka twardość granul i niska tendencja do pylenia, ale także posiadającego cechy wpływające na poprawę efektywności nawożenia poprzez minimalizację

niekorzystnego zjawiska wymywania nawozów i emisji amoniaku oraz przedłużenie dostępności azotu dla roślin na skutek inhibicji procesów nityfikacji. Dzięki temu nowe nawozy będą również bardziej efektywne i przyjazne dla środowiska, na skutek ograniczenia liczby operacji agrotechnicznych, a także poprawy komfortu pracy rolnika. Wprowadzenie naturalnego inhibitora nityfikacji w postaci zawiesiny w rozpuszczalniku organicznym na powierzchnię granул nawozu nie wpływa negatywnie na jego tendencję do zbrylania (dodatek wyłącznie naturalnego inhibitora nityfikacji powoduje zwiększenie tendencji do zbrylania).

Wynalazek przedstawiono w przykładach wykonania, które ilustrują wynalazek bez ograniczania jego zakresu.

Przykład 1

Podgrzano 40 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 60 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granул pokryła się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 8,5 kG, zawartość wody 0,2%, stopień zbrylania około 2 kG.

Przykład 2

Podgrzano 30 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 70 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 70% kalafonii + 30% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie około 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 10,7 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granул pokryła się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 6,1 kG, zawartość wody 0,2%, stopień zbrylania około 2,5 kG.

Przykład 3

Podgrzano 50 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 50 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 50% kalafonii + 50% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie około 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 15 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granул pokryła się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 8,7 kG, zawartość wody 0,2%, stopień zbrylania około 3 kG.

Przykład 4

Podgrzano 40 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 60 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie około 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 30% N i 7% S (Saletrosan® 30). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granул pokryła się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 87,8 kG, zawartość wody 0,4%, stopień zbrylania około 1 kG.

Przykład 5

Podgrzano 30 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 70 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 70% kalafonii + 30% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie około 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 30% N i 7% S (Saletrosan® 30). Do bębna dodano 10,7 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryta się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 9,1 kG, zawartość wody 0,4%, stopień zbrylania około 1 kG.

Przykład 6

Podgrzano 50 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 50 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 50% kalafonii + 50% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie około 70 – 80°C.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 30% N i 7% S (Saletrosan® 30). Do bębna dodano 15 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryta się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 7,8 kG, zawartość wody 0,4%, nawóz nie zbrylił się.

Przykład 7

Odważono 60 g zmielonej kalafonii, 20 g rozpuszczalnika DMSO i 20 g alkoholu benzylowego. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 20% DMSO + 20% alkoholu benzylowego.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikami. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryta się mieszaniną kalafonii z rozpuszczalnikami. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 4,0 kG, zawartość wody 0,33%, stopień zbrylania około 4 kG.

Przykład 8

Odważono 60 g zmielonej kalafonii, 30 g rozpuszczalnika DMSO i 10 g alkoholu benzylowego. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 30% DMSO + 10% alkoholu benzylowego.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikami. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryta się mieszaniną kalafonii z rozpuszczalnikami. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 4,6 kG, zawartość wody 0,36%, stopień zbrylania około 4,6 kG.

Przykład 9

Odważono 60 g zmielonej kalafonii, 10 g rozpuszczalnika DMSO i 30 g alkoholu benzylowego. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 10% DMSO + 30% alkoholu benzylowego.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikami. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryta się mieszaniną kalafonii z rozpuszczalnikami. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 4,7 kG, zawartość wody 0,36%, stopień zbrylania około 5 kG.

Przykład 10

Odważono 60 g zmielonej kalafonii i 40 g rozpuszczalnika DMSO. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% DMSO.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikiem. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 4,7 kG, zawartość wody 0,46%, stopień zbrylania około 25 kG.

Przykład 11

Odważono 60 g zmielonej kalafonii i 40 g alkoholu benzylowego. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% alkoholu benzylowego.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikiem. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryła się mieszaniną kalafonii z rozpuszczalnikami. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 5,6 kG, zawartość wody 0,27%, stopień zbrylania około 50 kG.

Przykład 12

Odważono 60 g zmielonej kalafonii, 20 g rozpuszczalnika DMSO i 20 g alkoholu benzylowego. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 20% DMSO + 20% alkoholu benzylowego.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26 plus). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikami. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryła się mieszaniną kalafonii z rozpuszczalnikami. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 10,6 kG, zawartość wody 0,53%, stopień zbrylania około 1 kG.

Przykład 13

Odważono 60 g zmielonej kalafonii, 30 g rozpuszczalnika DMSO i 10 g alkoholu benzylowego. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 30% DMSO + 10% alkoholu benzylowego.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26 plus). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikami. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryła się mieszaniną kalafonii z rozpuszczalnikami. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 9,7 kG, zawartość wody 0,52%, stopień zbrylania około 3,4 kG.

Przykład 14

Odważono 60 g zmielonej kalafonii, 10 g rozpuszczalnika DMSO i 30 g alkoholu benzylowego. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 10% DMSO + 30% alkoholu benzylowego.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26 plus). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikami. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryła się mieszaniną kalafonii z rozpuszczalnikami. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: 10,2 kG, zawartość wody 0,51%, stopień zbrylania około 1 kG.

Przykład 15

Odważono 60 g zmielonej kalafonii i 40 g rozpuszczalnika DMSO. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% DMSO.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26 plus). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikiem. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 9,9 kG, zawartość wody 0,53%, stopień zbrylania około 6 kG.

Przykład 16

Odważono 60 g zmielonej kalafonii DMSO i 40 g alkoholu benzylowego. Odważone surowce podgrzewano i intensywnie mieszano w temperaturze 60 – 80°C do momentu rozpuszczenia kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% alkoholu benzylowego.

Do bębna powlekającego dodano 1500 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26 plus). Do bębna dodano 12,5 g mieszaniny kalafonii z rozpuszczalnikiem. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryła się mieszaniną kalafonii z rozpuszczalnikiem. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 5 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 9,1 kG, zawartość wody 0,60%, nawóz nie zbrylił się.

Przykład 17

Podgrzano 40 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 60 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 4000 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 13,3 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryła się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 2 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 3 kG, zawartość wody 0,33%, stopień zbrylania około 2 kG.

Przykład 18

Podgrzano 40 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 60 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 4000 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26 plus). Do bębna dodano 13,3 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryła się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 2 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 9,7 kG, zawartość wody 0,76%, stopień zbrylania około 7 kG.

Przykład 19

Podgrzano 40 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 60 g zmielonej kalafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kalafonii + 40% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kalafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 4000 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 30% N i 7% S (Saletrosan® 30). Do bębna dodano 13,3 g mieszaniny kalafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granul pokryła się mieszaniną kalafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kalafonii 2 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 6,7 kG, zawartość wody 0,65%, stopień zbrylania poniżej 50 kG.

Przykład 20

Podgrzano 40 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 60 g zmielonej kałafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kałafonii + 40% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kałafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 4000 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26). Do bębna dodano 53,3 g mieszaniny kałafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granул pokryła się mieszaniną kałafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kałafonii 8 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 3,4 kG, zawartość wody 0,52%, stopień zbrylania poniżej 50 kG.

Przykład 21

Podgrzano 40 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 60 g zmielonej kałafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kałafonii + 40% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kałafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 4000 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 26% N i 13% S (Saletrosan® 26 plus). Do bębna dodano 53,3 g mieszaniny kałafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granул pokryła się mieszaniną kałafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kałafonii 8 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 8,9 kG, zawartość wody 1,13%, stopień zbrylania około 19 kG.

Przykład 22

Podgrzano 40 g oleju rzepakowego do temperatury około 75 – 85°C. Do podgrzanego oleju wprowadzono 60 g zmielonej kałafonii. Powstała mieszanina zawierała 60% kałafonii + 40% oleju rzepakowego. Całość intensywnie mieszano do rozpuszczenia kałafonii, utrzymując temperaturę mieszania na poziomie 75 – 85°C.

Do bębna powlekającego dodano 4000 g granulowanego mechanicznie saletrosiarczanu amonu o składzie 30% N i 7% S (Saletrosan® 30). Do bębna dodano 53,3 g mieszaniny kałafonii z olejem rzepakowym. Poprzez mieszanie powierzchnia granул pokryła się mieszaniną kałafonii z olejem rzepakowym. Finalnie otrzymano nawóz o zawartości kałafonii 8 g/kg nawozu. Otrzymany nawóz charakteryzował się następującymi własnościami: twardość 8,1 kG, zawartość wody 0,91%, stopień zbrylania poniżej 50 kG.

Skuteczność wynalazku potwierdzono w badaniach opisanych poniżej.

W badaniach inkubacyjnych zbadano własności kałafonii jako inhibitora nityfikacji dla nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego. Doświadczenie prowadzono w workach polietylenowych wypełnionych ziemią. Nawóz granulowany z kałafonią dodano do ciężkiej gleby w dawce 100 mg N·kg⁻¹ gleby. Porównawczo do takiej samej gleby dodano nawóz granulowany bez dodatku kałafonii. W 7, 14, 21, 28 i 35 dobie dokonano pomiarów zawartości mineralnych form azotu w formie amonowej (N-NH₄) i azotanowej (N-NO₃).

Badania przeprowadzono również w glebie z nawozem bez dodatku kałafonii. Po 7 i 14 dniach zaobserwowano działanie kałafonii jako inhibitora nityfikacji o czym świadczy znacznie wyższa zawartość jonów amonowych w glebie z nawozem z kałafonią niż w glebie z samym nawozem, jak również niższa ilość jonów azotanowych. Natomiast po 28 i 35 dniach kałafonia nie wykazuje działania inhibitora nityfikacji, w tych terminach zawartość jonów amonowych w glebie jest taka sama jak w próbce gleby z samym nawozem.

	po 7 dniach		po 14 dniach		po 21 dniach		po 28 dniach		po 35 dniach	
	mg N-NH ₄ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NO ₃ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NH ₄ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NO ₃ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NH ₄ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NO ₃ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NH ₄ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NO ₃ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NH ₄ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NO ₃ ·kg ⁻¹ gleby
kontrola (sam nawóz)	2,5	123,3	0,6	129	1,7	134,9	0,6	131,3	0,8	131,4
nawóz z 0,5% wag. kałafonii	28,3	94,9	17	99,6	7,6	158,1	1	139,5	0,3	133,8

W kolejnych badaniach inkubacyjnych zbadano własności kalafonii jako inhibitora nitryfikacji, zmieniając ilość nawozu azotowego w badanej próbce, przy czym nie zmieniono samego nawozu do którego wprowadzono naturalny inhibitor nitryfikacji. Doświadczenie prowadzono w workach polietylenowych wypełnionych ziemią. Nawóz granulowany z kalafonią dodano do ciężkiej gleby w dawce 300 mg N·kg⁻¹ gleby. Porównawczo do takiej samej gleby dodano nawóz granulowany bez dodatku kalafonii. W 14 i 21 dobie dokonano pomiarów zawartości mineralnych form azotu w formie amonowej (N-NH₄) i azotanowej (N-NO₃). Badania przeprowadzono również w glebie z nawozem bez dodatku kalafonii. Po 7 i 14 dniach zaobserwowano działanie kalafonii jako inhibitora nitryfikacji, o czym świadczy znacznie wyższa zawartość jonów amonowych w glebie z nawozem z kalafonią niż w glebie z samym nawozem, jak również niższa ilość jonów azotanowych.

	po 14 dniach		po 21 dniach	
	mg N-NH ₄ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NO ₃ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NH ₄ ·kg ⁻¹ gleby	mg N-NO ₃ ·kg ⁻¹ gleby
kontrola (sam nawóz)	130,41	115,63	110,77	147,37
nawóz z 0,5% wag. kalafonii	193,99	106,85	131,6	142,56

Zastrzeżenia patentowe

1. Zastosowanie kalafonii jako inhibitora nitryfikacji do wytwarzania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego w przemysłowym procesie produkcyjnym, przy czym kalafonię stosuje się w ilości od 2 kg/t – 8 kg/t na tonę nawozu, w postaci zawiesiny w rozpuszczalniku organicznym, gdzie stężenie kalafonii wynosi 30% – 90% (m/m), korzystnie 50% – 70% (m/m).
2. Zastosowanie kalafonii jako inhibitora nitryfikacji, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że stosuje się kalafonię sosnową.
3. Zastosowanie kalafonii jako inhibitora nitryfikacji, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jako rozpuszczalnik organiczny stosuje się olej roślinny, korzystnie olej rzepakowy.
4. Zastosowanie kalafonii jako inhibitora nitryfikacji, według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że jako rozpuszczalnik organiczny stosuje się dimetylosulfotlenek (DMSO) i/lub alkohol benzylowy.
5. Sposób wytwarzania nawozu azotowego na bazie saletrosiarczanu amonowego, w przemysłowym procesie produkcyjnym, w którym wytwarza się granule saletrosiarczanu amonowego w instalacji granulacji mechanicznej i wytwarza się roztwór naturalnego inhibitora nitryfikacji, a następnie natryskuje się roztwór inhibitora na powierzchnię granul nawozu, **znamiennie tym**, że jako naturalny inhibitor nitryfikacji stosuje się kalafonię, którą rozdrabnia się, miesza z rozpuszczalnikiem organicznym takim jak: olej roślinny, korzystnie olej rzepakowy, lub dimetylosulfotlenek (DMSO) i/lub alkohol benzylowy, w zbiorniku – emulgatorze, w temperaturze 60 – 100°C, korzystnie 75 – 95°C, przy czym w powstałej mieszaninie stężenie kalafonii wynosi 30% – 90% (m/m), korzystnie 50% – 70% (m/m), następnie chłodzi się i poprzez układ transportujący kieruje do układu powlekania, w którym, w sposób ciągły poprzez natryskiwanie nanosi się mieszaninę kalafonii i oleju roślinnego o składzie: kalafonia: olej rzepakowy od 1–1 do 7–1, lub mieszaninę kalafonii i dimetylosulfotlenku (DMSO) i/lub alkoholu benzylowego, na nawóz azotowy na bazie saletrosiarczanu amonowego, na powierzchnię granul w obrotowym bębnie, przy czym nawóz do bębna wprowadza się w temperaturze otoczenia, w sposób ciągły, a stosowana dawka kalafonii wynosi od 2 kg/t – 8 kg/t, korzystnie 5 kg/t, i jest zależna od zawartości azotu amonowego w nawozie.
6. Sposób według zastrz. 5, **znamiennie tym**, że jako naturalny inhibitor nitryfikacji stosuje się kalafonię sosnową.
7. Sposób według zastrz. 5, **znamiennie tym**, że przed wprowadzeniem do zbiornika – emulgatora kalafonia jest mielona w młynie do uziarnienia poniżej 0,5 mm, co najmniej 95% cząstek.
8. Sposób według zastrz. 5 i 7, **znamiennie tym**, że kalafonia mielona jest do wielkości cząstek poniżej 500 μm i w tej postaci pyłu wprowadzana jest do węża zbiornika – emulgatora.

9. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że kalafonia wprowadzana jest do oleju w temperaturze otoczenia, korzystnie w temperaturze 20 – 35°C.
10. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że olej roślinny wprowadzany do zbiornika – emulgatora jest wstępnie podgrzewany, korzystnie do temperatury 85 – 95°C.
11. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że kalafonia jest наносzona na granulki nawozu w postaci płynnej, jednorodnej mieszaniny, wytworzonej jako mieszanina inhibitora z olejem.
12. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że kalafonia wprowadzana jest do układu powleającego poprzez odrębny węzeł technologiczny w postaci ujednolnionej mieszaniny o składzie kalafonia : olej rzepakowy od 3,5 – 1 do 7 – 1.
13. Nawóz azotowy na bazie saletrosiarczanu amonowego z naturalnym inhibitorem nitryfikacji, wytworzony sposobem określonym w zastrzeżeniach 5–12, **znamienny tym**, że zawiera 0,2 – 0,8% wag., korzystnie 0,5% wag. kalafonii jako naturalnego inhibitora nitryfikacji.