

Możliwość wykorzystania organicznych surowców odpadowych do produkcji nawozów i środków poprawiających właściwości gleby

1. Wprowadzenie

Od czasów rewolucji przemysłowej gospodarka światowa opierała się na tzw. modelu linearnym, którego hasłem przewodnim było „weź-zużyj-wyrzuć”. Model ten zakładał szerokie korzystanie z naturalnych oraz sztucznych surowców, przerabianie ich na produkty i towary, a następnie ich wyrzucanie [1]. Skutkiem takiego modelu, który cechował się małą dbałością o efektywne wykorzystanie surowców, zarówno w aspekcie materiałowym, jak i energetycznym, były narastające problemy środowiskowe, klimatyczne i demograficzne [2, 3]. Linearny model gospodarki niesie ze sobą szereg zagrożeń w całym procesie wytwórczym, począwszy od momentu wydobywania surowców aż po ich recykling. Niewątpliwie największym zagrożeniem jest nadmierna eksploatacja nieodnawialnych zasobów naturalnych, a co za tym idzie zwiększone ryzyko ograniczonego dostępu do tych surowców w przyszłości, straty w łańcuchu wartości materiałów, skrócenie cyklu życia produktów, nadmierna produkcja odpadów i degradacja ekosystemów przyrodniczych [1, 4-6].

Mając na uwadze powyższe zagrożenia, pogłębiające się w miarę przyrostu liczby ludności na świecie, w 2015 r. Unia Europejska przedstawiła „Plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym”, w którym proponuje państwom członkowskim wprowadzenie modelu gospodarki cyrkularnej. Gospodarka cyrkularna zakłada, że surowce i produkty pozostaną w obiegu tak długo, jak jest to możliwe, zaś ich wartość będzie maksymalizowana. Pozwoli to na ograniczenie eksploatacji surowców naturalnych i zmniejszenie produkcji odpadów, które będą mogły być ponownie wykorzystane do produkcji towarów [7].

Gospodarka o obiegu zamkniętym, w odniesieniu do nieodnawialnych zasobów przyrody, obejmuje cykle techniczne procesów produkcyjnych. Dotyczy to również gospodarki nawozowej, która stanowi jeden z kluczowych obszarów rolnictwa służących zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego na świecie [8]. W pracy omówiono jeden ze sposobów zagospodarowania odpadów zgodnie z koncepcją gospodarki cyrkularnej, polegający na wykorzystaniu substratów zawierających substancję organiczną do wytwarzania produktów o właściwościach nawozowych wpływających korzystnie na żyzność gleby oraz plonowanie roślin uprawnych. Przedstawiono procedurę prawną, zgodnie z którą możliwe jest uzyskanie statusu nawozu lub środka poprawiającego właściwości gleby poprzez odpowiednie przetworzenie odpadów zgodnie z legislacją krajową.

¹ agrut@iung.pulawy.pl, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Żywnienia Roślin i Nawożenia, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy.

2. Odpady jako wartościowy surowiec do produkcji nawozów i środków zwiększających żyzność gleby

Możliwości produkcyjne gleb w Polsce ogranicza przewaga gleb lekkich i bardzo lekkich, a więc słabo próchnicznych, charakteryzujących się często odczynem kwaśnym i bardzo kwaśnym. Gleby lekkie zazwyczaj cechuje niższa zawartość materii organicznej w porównaniu do gleb cięższych, o opadowo-gruntowym typie gospodarki wodnej [9]. W przypadku gleb lekkich, ich żyzność można zachować, odtwarzać, a nawet powiększać poprzez stosowanie nawozów naturalnych i organicznych oraz innych środków nawozowych zawierających substancję organiczną. W latach 80. ubiegłego wieku stosowany powszechnie obornik rekompensował ubytki materii organicznej z gleb użytkowanych rolniczo. Jednak, jak podają Kuś i Krasowicz [10], od początku lat 90. XX wieku znacznie spadło pogłowie zwierząt, co spowodowało w niektórych województwach zmniejszenie, a nawet deficyt obornika. Przewiduje się, że wobec utrzymującej się tendencji w produkcji zwierząt, a tym samym niedostatecznej produkcji nawozów naturalnych, głównie obornika, w miejsce nawozów naturalnych będą lokowane lepiej przetworzone nawozy organiczne, pochodzące między innymi z przetwarzania odpadów [11].

Identyfikacja odpadów, których właściwości umożliwiają ich nawozowe wykorzystanie może bezpośrednio zmniejszyć wykorzystanie surowców naturalnych. Zastosowanie odpadów do celów nawozowych możliwe jest przez ich bezpośrednią aplikację lub, co jest praktyką znacznie częściej stosowaną, po ich recyklingu biologicznym, głównie w procesach kompostowania i fermentacji metanowej. W Polsce, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku metodą R10 [12], do obróbki na powierzchni ziemi przynoszącej korzyści dla rolnictwa lub poprawę stanu środowiska dopuszczonych jest kilkanaście rodzajów odpadów, charakteryzujących się dużą zawartością substancji organicznej. Należą do nich m.in.:

- odpadowa masa roślinna (02 01 03);
- osady z oczyszczania stawów służących do hodowli lub chowu ryb (ex 02 01 99);
- oddchody zwierząt gospodarskich w rozumieniu przepisów o organizacji hodowli i rozrodzie zwierząt gospodarskich (ex 02 01 06);
- śruta słomiana i otręby pochodzące z produkcji pasz roślinnych (ex 02 03 81);
- trociny, wióry, ścinki, drewno, niepoddane obróbce chemicznej inne niż wymienione w 03 01 04 (ex 03 01 05);
- grzybnia pochodząca z hodowli pieczarek (ex 02 01 99);
- wycłoki i inne odpady z przetwórstwa produktów roślinnych, z wyłączeniem 02 03 81, (ex 02 03 80);
- wysłodki (02 04 80);
- odpady z mycia, oczyszczania i mechanicznego rozdrabniania surowców tylko z roślin okopowych (ex 02 07 01);
- niezawierające części mineralnych wycłoki, osady moszczowe i pofermentacyjne oraz wywary (ex 02 07 80);
- kompost nieodpowiadający wymaganiom (który nie nadaje się do wykorzystania) wytworzony z odpadów zielonych i innych bioodpadów zbieranych selektywnie (ex 19 05 03);
- przefermentowane odpady po suchej fermentacji odpadów ulegających biodegradacji zbieranych selektywnie (ex 19 06 04);

- odpady ulegające biodegradacji z pielęgnaacji terenów zieleni (ex 20 02 01);
- ciecze z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych (19 06 05).

Wymienione powyżej odpady, z uwzględnieniem ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych o kodzie 19 08 05, stanowią podstawowe substraty do produkcji nawozów i środków poprawiających właściwości gleby w Polsce.

Głównymi procesami technologicznymi przetwarzania odpadów pochodzenia organicznego są kompostowanie oraz fermentacja metanowa. Proces kompostowania, w szczególności frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych, zapewnia recyrkulację znacznych ilości odpadów ulegających biodegradacji, unieszkodliwienie ich pod względem sanitarno-epidemiologicznym, eliminację odorów pochodzących z rozkładającej się substancji organicznej, zmniejszenie o 30-50% masy odpadów kierowanych na składowiska oraz pozyskanie wartościowego produktu o właściwościach zwiększających żyzność gleby, a tym samym możliwość zmniejszenia zużycia syntetycznych nawozów mineralnych. Aby przetworzone w procesach technologicznych odpady mogły uzyskać status nawozu lub środka poprawiającego właściwości gleby muszą spełniać wymagania jakościowe, sprecyzowane w odpowiednich aktach prawnych z zakresu nawozów i nawożenia.

3. Produkty nawozowe w świetle krajowych przepisów o nawozach i nawożeniu

W polskim prawodawstwie klasyfikacja produktów nawozowych, obejmująca nawozy i środki wspomagające uprawę roślin, określona została w ustawie z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu [13]. Według powyższej klasyfikacji:

- nawozy to produkty przeznaczone do dostarczania roślinom składników pokarmowych lub zwiększania żyzności gleb, albo zwiększania żyzności stawów rybnych, przy czym nawozy dzieli się na nawozy mineralne, naturalne, organiczne oraz organiczno-mineralne;
- środki poprawiające właściwości gleby to substancje dodawane do gleby w celu poprawy jej właściwości bądź jej parametrów chemicznych, fizycznych, fizykochemicznych lub biologicznych.

Ustawa precyzuje warunki wprowadzania do obrotu w Polsce nawozów i środków wspomagających uprawę roślin, w tym środków poprawiających właściwości gleby. Wszystkie produkty nawozowe ujęte w ustawie, w tym pochodzenia organicznego i organiczno-mineralnego, można wprowadzić na krajowy rynek handlowy na podstawie:

- pozwolenia ministra właściwego do spraw rolnictwa wydanego w drodze decyzji administracyjnej;
- artykułu 5 ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu, który stanowi, że do obrotu można wprowadzać nawozy oraz środki wspomagające uprawę roślin dopuszczone do obrotu w innym państwie członkowskim Unii Europejskiej, Republice Turcji bądź państwie będącym członkiem Europejskiego Stowarzyszenia Wolnego Handlu (EFTA), jeżeli przepisy krajowe, na podstawie których zostały one wprowadzone do obrotu, zapewniają ochronę zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska oraz przydatność do stosowania w rolnictwie.

Warunki wprowadzania nawozów i środków wspomagających uprawę roślin reguluje, oprócz cytowanej już ustawy o nawozach i nawożeniu, Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu [14]. Rozporządzenie określa zarówno

wymagania jakościowe, jakie muszą spełnić poszczególne produkty nawozowe, jak i wskazuje jednostki uprawnione do prowadzenia badań oraz opiniowania tych produktów. Co istotne, obowiązujące akty prawne z zakresu nawozów i nawożenia nie precyzują, które z odpadów mogą stanowić surowiec do produkcji nawozów, a także środków poprawiających właściwości, o ile surowce te nie stwarzają zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska, co muszą potwierdzić w procesie opiniotwórczym uprawnione do tego jednostki badawcze.

4. Wymagania jakościowe dla nawozów i środków poprawiających właściwości gleby oraz procedura wprowadzania do obrotu

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu określa dopuszczalne limity zawartości metali ciężkich w nawozach i środkach poprawiających właściwości gleby. Limity te są takie same dla produktów w postaci stałej i płynnej (tab. 1). Co ważne, rozporządzenie precyzuje wymagania jakościowe odnośnie do minimalnej deklarowanej zawartości składników pokarmowych (tj. azotu, fosforu, potasu – o ile są deklarowane) wyłącznie dla nawozów (tab. 2). Oznacza to, że środki poprawiające właściwości gleby mogą charakteryzować się niższą zawartością makroskładników, nie tracąc przy tym wartości nawozowej. Nawozy organiczne w postaci stałej muszą dodatkowo zawierać co najmniej 30% substancji organicznej w suchej masie produktu, natomiast organiczno-mineralne co najmniej 20% substancji organicznej w suchej masie. Ze względu na dużą zmienność ilościowo-jakościową w cyklu wieloletnim, rocznym i w poszczególnych porach roku w przypadku produktów nawozowych wytwarzanych z surowców roślinnych zawartość substancji organicznej często stanowi kryterium warunkujące możliwość sklasyfikowania produktu jako nawóz. Niewystarczająca ilość substancji organicznej powoduje, że produkt taki nie spełnia wymagań jakościowych i nie może zostać pozytywnie zaopiniowany jako nawóz. W takim przypadku może zyskać status środka poprawiającego właściwości gleby.

Tabela 1. Wymagania odnośnie do zawartości metali ciężkich oraz zanieczyszczeń mikrobiologicznych w organicznych i organiczno-mineralnych nawozach i środkach poprawiających właściwości gleby

| Rodzaj zanieczyszczeń | Dopuszczalna zawartość |
|--|----------------------------------|
| Chemiczne (mg/kg suchej masy produktu) | |
| Chrom (Cr) | 100 |
| Kadm (Cd) | 5 |
| Ołów (Pb) | 140 |
| Nikiel (Ni) | 60 |
| Rtęć (Hg) | 2 |
| Biologiczne | |
| Żywe jaja pasożytów jelitowych <i>Ascaris</i> sp., <i>Trichuris</i> sp., <i>Toxocara</i> sp. | nieobecne |
| Pałeczki bakterii <i>Salmonella</i> | nieobecne |
| Liczebność tworzących kolonie jednostek <i>Enterobacteriaceae</i> (w przypadku nawozów zawierających w składzie niejadalne produkty pochodzenia zwierzęcego) | mniej niż 1 000 j.t.k./g nawozu* |

*nie dotyczy środków poprawiających właściwości gleby

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14].

Tabela 2. Wymagania jakościowe dla nawozów organicznych i organiczno mineralnych

| Rodzaj nawozu | Azot (N) % (m/m) | Fosfor (P ₂ O ₅) % (m/m) | Potas (K ₂ O) % (m/m) | Substancja organiczna % s.m. |
|----------------------|---------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Stały | | | | |
| Organiczny | co najmniej 0,3 | co najmniej 0,2 | co najmniej 0,2 | co najmniej 30 |
| Organiczno-mineralny | co najmniej 1,0 | co najmniej 0,5 | co najmniej 1,0 | co najmniej 20 |
| Płynny | | | | |
| Organiczny | co najmniej 0,08 | co najmniej 0,05 | co najmniej 0,12 | - |
| Organiczno-mineralny | co najmniej 0,5 | co najmniej 0,2 | co najmniej 0,5 | - |

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14].

Procedura wprowadzenia do obrotu nawozów i środków poprawiających właściwości gleby wyprodukowanych z surowców będących odpadami obejmuje kilka etapów, w które zaangażowane są akredytowane laboratoria analityczne oraz instytuty naukowe.

Etap I. Wykonanie badań fizykochemicznych i biologicznych sprecyzowanych w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. (akredytowane laboratoria w RP i UE).

Etap II. Uzyskanie opinii w zakresie spełnienia wymagań jakościowych oraz wymagań dotyczących dopuszczalnych zawartości zanieczyszczeń przez nawóz lub środek poprawiający właściwości gleby (Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa/Instytut Ogrodnictwa, Instytut Badawczy Leśnictwa/Instytut Melioracji i Użytków Zielonych).

Etap III. Uzyskanie opinii o przydatności nawozu lub środka poprawiającego właściwości gleby do stosowania w rolnictwie, do wydawania których upoważnione są następujące instytuty naukowe:

- Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w zakresie przydatności produktów nawozowych do stosowania w uprawach polowych;
- Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy w zakresie upraw ogrodniczych;
- Instytut Badawczy Leśnictwa w zakresie upraw leśnych;
- Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w zakresie użytków zielonych.

Etap IV. Uzyskanie opinii w zakresie:

- oddziaływania na zdrowie ludzi – Instytut Medycyny Wsi;
- oddziaływania na zdrowie zwierząt – Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy;
- oddziaływania na środowisko – Instytut Ochrony Środowiska.

Etap V. Uzyskanie decyzji zezwalającej na wprowadzenie do obrotu wydanej przez ministra właściwego do spraw rolnictwa.

5. Wartość nawozowa produktów wytworzonych z substancji organicznej

Znaczna część dostępnych na rynku produktów nawozowych, wytwarzana jest z odpadów biodegradowalnych, często z dodatkiem składników mineralnych. Najczęściej wykorzystywanymi odpadami organicznymi są: odpadowa biomasa roślinna,

w tym pochodząca z przemysłu rolno-spożywczego, odpady pochodzenia zwierzęcego oraz frakcja stała i płynna pofermentu z biogazowni rolniczych. Duży udział mają również osady ściekowe, higienizowane za pomocą wapna nawozowego [15].

5.1. Komposty z odpadów roślinnych i zwierzęcych

Komposty można sporządzać z większości materiałów organicznych stanowiących odpady w produkcji rolno-hodowlanej i przetwórczej płodów rolnych. Surowcami do przygotowania kompostów mogą być zatem: resztki roślinne, popiół drzewny, wyłoki z owoców, materiały odpadowe pochodzenia zwierzęcego, w tym obornik. Znaczna część kompostów wytwarzana jest także z odpadów komunalnych, takich jak: trawa i gałęzie z parków, skwerów czy trawników, zrębki drzew, trociny, liście. Kompostowanie jest sposobem aktywizacji i przyspieszenia naturalnych procesów rozkładu materii organicznej, jakie zachodzą w przyrodzie, poprzez zapewnienie optymalnych warunków tego procesu. Podczas kompostowania, dzięki tworzeniu się substancji huminowych, powstają stabilne formy materii organicznej, dlatego komposty mają duże znaczenie w poprawie bilansu glebowej materii organicznej. Zależnie od koncentracji składników pokarmowych – komposty z odpadowej masy roślinnej i surowców pochodzenia zwierzęcego stosuje się w ilości od kilku do kilkudziesięciu ton, mając na uwadze zasobność gleby oraz potrzeby pokarmowe uprawianych roślin [16].

5.2. Produkty nawozowe z osadów ściekowych

Opad o kodzie 19 08 05 (komunalne ustabilizowane osady ściekowe) może podlegać procesowi kompostowania bądź higienizowania wapnem nawozowym. Kompostowanie komunalnych, ustabilizowanych osadów ściekowych wymaga dodania materiału strukturalnego, jak słoma, trociny czy odpady zielone, co dodatkowo zwiększa znaczenie tych produktów w zwiększaniu zawartości substancji organicznej w glebie. Komposty z osadów ściekowych mogą zawierać duże ilości fosforu, w takim przypadku nie należy stosować ich na glebach o wysokiej i bardzo wysokiej zasobności w ten pierwiastek. W osadach higienizowanych wapniem składnikiem dominującym jest wapń, dlatego należy traktować je dodatkowo jako produkty o działaniu odkwaszającym [17].

Należy pamiętać, że produktów nawozowych, zawierających osady ściekowe nie wolno stosować:

- na gruntach, na których rosną rośliny sadownicze i warzywa, z wyjątkiem drzew owocowych;
- w uprawach roślin jagodowych i warzyw, których części jadalne bezpośrednio stykają się z ziemią i są spożywane w stanie surowym (w ciągu 18 miesięcy poprzedzających zbiory i w czasie zbiorów);
- na łąkach i pastwiskach;
- w uprawach pod osłonami [17].

Zależnie od rodzaju wykorzystywanych surowców ilość składników pokarmowych oraz substancji organicznej w poszczególnych produktach nawozowych (w tym w kompostach) jest zróżnicowana. Z badań prowadzonych w IUNG-PIB wynika, że produkty wytwarzane z odpadowych surowców organicznych zawierają 50-60% substancji organicznej w suchej masie produktu. Przeciętne zawartości makroskładników pokarmowych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Parametry jakościowe nawozów i środków poprawiających właściwości gleby, zależnie od ich składu surowcowego

| Cecha | Wartość przeciętna | | |
|---|--------------------|----------------|------------------|
| | Odpady zielone | Osady ściekowe | Odpady zwierzęce |
| Azot ogólny (%) | 1,10 | 2,02 | 1,73 |
| Azot amonowy $\text{NH}_4\text{-N}$ (%) | 0,04 | 0,07 | 0,04 |
| Fosfor P_2O_5 (%) | 0,50 | 1,25 | 0,96 |
| Potas K_2O (%) | 0,54 | 0,30 | 0,62 |
| Wapń CaO (%) | 1,68 | 5,79 | 4,05 |
| Magnez MgO (%) | 0,43 | 0,53 | 0,60 |
| Substancja organiczna (% sm) | 50,3 | 49,7 | 60,2 |
| Zawartość suchej masy (%) | 49,0 | 47,6 | 65,6 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań IUNG-PIB.

5.3. Nawozy i środki poprawiające właściwości gleby wytworzone z odchodów zwierzęcych

W gospodarstwach zajmujących się intensywnym chowem zwierząt wytwarzany w nadmiarze obornik może być poddawany procesom przetwarzania, polegającym na suszeniu i granulowaniu bądź peletowaniu. Powstające w ten sposób produkty nawozowe stanowią łatwy w transporcie, aplikacji i przechowywaniu produkt o dużej wartości nawozowej. Nawozy i środki poprawiające właściwości gleby wytworzone z odchodów zwierząt charakteryzują się różnym składem, zależnie od pochodzenia obornika, zawsze jednak stanowią cenne źródło azotu, fosforu i potasu [18]. Obornik od drobiu zawiera stosunkowo duże ilości azotu, dlatego przy stosowaniu nawozów, do produkcji których wykorzystywane są odchody ptasie, należy szczególnie przestrzegać zasad wyznaczania dawek tego składnika, zgodnie z wymaganiami programu azotanowego [19]. Produkty na bazie przetworzonych odchodów zwierzęcych stanowią również cenne źródło materii organicznej, a dzięki obecności substancji humusowych sprzyjają tworzeniu próchnicy [20].

5.4. Poferment z biogazowni rolniczych

Skład chemiczny pofermentu uzależniony jest od rodzaju substratów wykorzystanych do produkcji biogazu. Jeszcze do niedawna podstawowym składnikiem była kiszonka z kukurydzy i gnojowica. Obecnie coraz częściej w biogazowniach rolniczych stosuje się produkty odpadowe, pochodzące z przetwórstwa owocowo-warzywnego, wywar gorzelniany czy osady ściekowe [21]. Poferment stanowi cenny nawóz, charakteryzuje się bowiem znacznym udziałem mineralnych form składników pokarmowych, ponieważ podczas fermentacji metanowej związków organicznych dochodzi do ich rozkładu. W produktach pofermentacyjnych w postaci płynnej znaczący udział może mieć azot amonowy, który w środowisku zasadowym, charakterystycznym dla większości pofermentów, przechodzi w amoniak – łatwo ulegający stratom gazowym. Aby ograniczyć starty azotu, poferment powinien być przechowywany w przykrytych zbiornikach, a po aplikacji możliwie najszybciej wymieszany z glebą [21, 22].

Poferment pochodzący z biogazowni stosujących w cyklu produkcyjnym stały skład surowców charakteryzuje się relatywnie stabilnym składem chemicznym. W niektórych biogazowniach stosuje się separację pofermentu na frakcję stałą i płynną. Frakcja stała może być transportowana na większe odległości do wykorzystania rolniczego, nato-

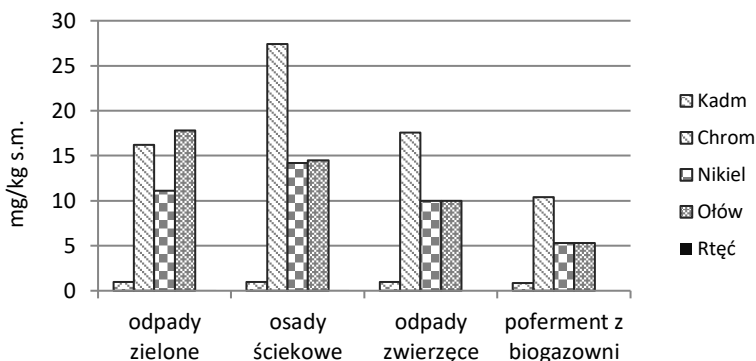
miast frakcja płynna, ze względów ekonomicznych i logistycznych, musi być wykorzystywana jedynie w pobliżu biogazowni. Skład chemiczny pofermentu, zależnie od frakcji, podano w tabeli 4.

Tabela 4. Skład chemiczny frakcji płynnej i stałej pofermentu z biogazowni rolniczych

| Cecha | Wartość przeciętna | |
|---|--------------------|---------------|
| | frakcja płynna | frakcja stała |
| Azot ogólny (%) | 0,3 | 0,5 |
| Azot amonowy (NH ₄ -N) (%) | 0,2 | 0,2 |
| Fosfor (P ₂ O ₅) (%) | 0,1 | 0,2 |
| Potas (K ₂ O) (%) | 0,4 | 0,3 |
| Wapń (CaO) (%) | 0,14 | 0,3 |
| Magnez (MgO) (%) | 0,02 | 0,2 |
| Substancja organiczna (%) | 2,8 | 17,4 |
| Zawartość suchej masy (%) | 2,8 | 25 |

Źródło: Jadczyższyn i Winiarski [22].

Nawozy i środki poprawiające właściwości gleby zawierają makroskładniki niezbędne w uprawie roślin. Procentowa zawartość tych składników uzależniona jest od składu surowcowego, tj. rodzaju użytego w procesie produkcyjnym odpadu. Badania prowadzone przez IUNG-PIB wskazują, że największą przeciętną zawartością azotu charakteryzują się produkty na bazie komunalnych ustabilizowanych osadów ściekowych oraz przetworzonych odchodów zwierzęcych. Należy przy tym podkreślić, że w osadach ściekowych stwierdza się największą zawartość chromu (rys. 1). Najmniejszą zawartością metali ciężkich charakteryzuje się poferment z biogazowni rolniczych.



Rysunek 1. Zawartość metali ciężkich wymienionych w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi [14] w nawozach i środkach poprawiających właściwości gleby wyprodukowanych z surowców odpadowych [opracowanie własne]

6. Podsumowanie

W związku ze zbyt małą obsadą zwierząt hodowlanych w Polsce produkcja nawozów naturalnych, zwłaszcza obornika, nie pokrywa zapotrzebowania na utrzymanie dodatniego salda bilansu materii organicznej w glebie, co wiąże się z koniecznością poszukiwania alternatywnego, egzogenego jej źródła. Takie źródło stanowić mogą przetworzone surowce odpadowe pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego zawierające

w swoim składzie węgiel organiczny. Głównymi technologiami przetwarzania odpadów wykorzystywanych w rolnictwie jako produkty użyźniające glebę są procesy kompostowania oraz fermentacji metanowej. Po uzyskaniu zezwolenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi przetworzone odpady zyskują status nawozu lub środka poprawiającego właściwości gleby i mogą zostać wprowadzone do obrotu handlowego na rynek krajowy. Należy przy tym podkreślić, że stosowanie nawozów i środków poprawiających właściwości gleby wytworzonych z odpadów podlega pewnym ograniczeniom, szczególnie w przypadku produktów nawozowych zawierających w składzie osady ściekowe. Niemniej jednak technologie produkcji uwzględniające włączenie surowców odpadowych do recyklingu, wpisując się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym, pozwalają na ograniczenie zużycia nieodnawialnych surowców naturalnych. Ponadto, mając na uwadze trendy wzrostu cen nawozów mineralnych (nie tylko w Polsce, ale i na świecie), należy przewidywać, że przemysł nawozowy oparty o wyżej wymienione technologie będzie jednym z prężnie rozwijających się obszarów gospodarki nawozowej.

Podziękowania

Praca opublikowana w ramach realizacji zadania 1.2 „Doskonalenie internetowej bazy danych o produktach nawozowych” dotacji celowej MRiRW w 2022 r.

Literatura

1. Skawińska E., Zalewski R.I., *Perspektywa dostosowania gospodarki linearnej w paradygmacie zrównoważonego rozwoju*, [w:] Zalewski R.I. (red.), *Rola towaroznawstwa w strategii odpowiedzialnego rozwoju*, Komisja Nauk Towaroznawczych PAN, Poznań 2019, s. 14-28.
2. Elser J.J., Bracken M.E.S., Cleland E.E., Gruner D.S., Harpole W.S., Hillebrand H.J., Ngai T., Seabloom E.W., Shurin J.B., Smith J.E., *Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater marine and terrestrial ecosystems*, Ecology Letters, 10, 2007, s. 1135-1142.
3. Bouwman L., Goldewijk K.K., Van Der Hoek K.W., Beusen A.H.W., Van Vuuren D.P., Willems J., Rufino M.C., Stehfest E., *Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–2050 period*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110, 2013, s. 20882-20887.
4. Erisman J.W., Galloway J.N., Seitzinger S., Bleeker A., Dise N.B., Petrescu A.M.R., Leach A.M., Vries W., *Consequences of human modification of the global nitrogen cycle*, Philosophical Transactions of the Royal Society, 368, 2013.
5. Elser J., Bennett E., *A broken biogeochemical cycle*, Nature, 478, 2011, s. 29-31.
6. Van Vuuren D.P., Bouwman A.F., Beusen A.H.W., *Phosphorus demand for the 1970–2100 period. A scenario analysis of resource depletion*, Glob. Environ. Chang., 20, 2010, s. 428-439.
7. Geissdoerfer M., Sawaged P., Bocken N., Hultic E.J., *The circular economy – a new sustainability paradigm*, Journal of Cleaner Production, 143, 2017, s. 757-768.
8. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009 z dnia 5 czerwca 2019 r. ustanawiające przepisy dotyczące udostępniania na rynku produktów nawozowych UE, zmieniające rozporządzenia (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 2003/2003 (Dz. U. UE. L 170/1).
9. Franzluebbers A.J., *Soil organic matter stratification ratio as a indicator of soil quality*, Soil Tillage Research, 66, 2002, s. 95-106.

10. Krasowicz S., Kuś J., *Kierunki zmian w produkcji rolniczej do roku 2020 – próba prognozy*, Zagadnienia Ekonomiki Rolnej, 324(3), 2010, s. 5-18.
11. Pikuła D., *Rola substancji humusowych oraz innowacyjne produkty zwiększające ich zawartość w glebie*, Studia i Raporty IUNG-PIB, 48(2), 2016, s. 81-93.
12. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku metodą R10 (Dz. U. z 2015 r., poz. 132).
13. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2021 r., poz. 76 z późn. zm.).
14. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2008 r., nr 119, poz. 765)
15. Jadczyzsyn T., Ochal P., *Rolnicze wykorzystanie odpadów w świetle przepisów prawnych*, Studia i Raporty IUNG-PIB, 25, 2010, s. 81-88.
16. Rutkowska B., Szulc W., *Przetwarzanie odpadów biodegradowalnych metodami kompostowania*, [w:] Łabętowicz J., Stępień W. (red.), *Nawozy z odpadów jako źródło składników pokarmowych w nawożeniu roślin uprawnych*, Wydawnictwo SGGW & Fundacja „Pro Civis”, Warszawa–Kielce 2020, s. 117-118.
17. Jadczyzsyn T., *Stosowanie osadów ściekowych w rolnictwie. Instrukcja upowszechnieniowa Nr 175*, Wydawnictwo Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB.
18. Szara E., *Potencjał nawozowy głównych odpadów w Polsce*, [w:] Łabętowicz J., Stępień W. (red.), *Nawozy z odpadów jako źródło składników pokarmowych w nawożeniu roślin uprawnych*, Wydawnictwo SGGW & Fundacja „Pro Civis”, Warszawa–Kielce, 2020, s. 30-32.
19. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzących ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu (Dz. U. z 2020 r., poz. 243).
20. Pikuła D., *Materia organiczna istotnym elementem żyzności gleby*, Studia i Raporty IUNG-PIB, 63(17), 2020, s. 103-112.
21. Kowalczyk-Juśko A., Szymańska M., *Poferment nawozem dla rolnictwa*, Fundacja na rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa, Warszawa 2015, s. 5-6.
22. Jadczyzsyn T., Winiarski R., *Wykorzystanie pofermentu z biogazowni rolniczych do nawożenia*, Studia i Raporty IUNG-PIB, 53(7), 2017, s. 105-118.

Możliwość wykorzystania surowców odpadowych do produkcji nawozów i środków poprawiających właściwości gleby

Streszczenie

W pracy omówiono jeden ze sposobów zagospodarowania odpadów zgodnie z koncepcją gospodarki cyrkularnej, polegający na wykorzystaniu substratów pochodzenia organicznego do wytwarzania produktów o działaniu nawozowym. W Polsce wprowadzenie do obrotu nawozów i środków wspomagających uprawę roślin znajduje się w kompetencji ministra właściwego do spraw rolnictwa i jest regulowane przez ustawę z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2021 r., poz. 76 z późn. zm.) oraz przez akt wykonawczy do tej ustawy – rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB jest jedną z jednostek upoważnionych przez ministra do prowadzenia badań oraz opiniowania nawozów i środków wspomagających uprawę roślin przeznaczonych do stosowania w rolnictwie. Omówiono procedurę prawną wprowadzania do obrotu nawozów i środków poprawiających właściwości wytworzonych z surowców odpadowych. Na podstawie badań własnych dokonano klasyfikacji najczęściej wykorzystywanych odpadów używanych w technologiach przetwarzania odpadów na cele nawozowe oraz scharakteryzowano je pod względem przydatności nawozowej.

Słowa kluczowe: katalog odpadów, nawozy, środki poprawiające właściwości gleby, procedura wprowadzania do obrotu, legislacja krajowa

This work has been published as part of the implementation of the task 1.2 "*Improving the online database on fertilizer products*" of the targeted grant of the Ministry of Agriculture and Rural Development in 2022.

Possibility to use organic waste materials for the production of fertilizers and soil improvers

Abstract

One of the methods of management of waste containing organic substance as fertilizers and soil improvers, in accordance with the concept of circular economy, have been presented in the paper. In Poland the marketing of fertilizers and plant growth improvers falls within the competence of the minister responsible for agriculture and is regulated by the Act of July 10, 2007 on fertilizers and fertilization (Journal of Laws of 2021, item 76 as amended) and by the implementing act to this Act – the Regulation of the Minister of Agriculture and Rural Development of June 18, 2008 on the implementation of certain provisions of the Act on fertilizers and fertilization. The Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute is one of the units authorized by the minister to conduct research and provide opinions on fertilizers and plant growth improvers intended for use in agriculture. The national procedure for placing of fertilizers and soil improvers made from waste materials on the market was discussed. On the basis of own research, the most frequently waste used in processing technologies for fertilization purposes was classified and characterized in terms of fertilization suitability.

Keywords: waste catalogue, fertilizers, soil improvers, the procedure of placing on the market, national legislation