

NAWOZY I ŚRODKI POPRAWIAJĄCE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY STOSOWANE W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM

Komentarz do Załącznika I rozporządzenia Komisji (WE) nr 889/2008 ustanawiającego szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli

dr Jolanta Ciesielska, dr Eligio Malusà, dr Lidia Sas Paszt

Praca wykonana w ramach pakietu nr 3, w projekcie: „Opracowanie innowacyjnych technologii dla ekologicznej produkcji roślin sadowniczych”.

Recenzent: dr Wojciech Stępień

Opracowanie redakcyjne: Teresa Ligocka

Egzemplarz bezpłatny współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka Kontrakt N. UDA-POIG. 01.03.01-10-109/08-0

Wstęp

Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007, w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91, stanowi, że produkcja ekologiczna jest ogólnym systemem zarządzania gospodarstwem i produkcją żywności, łączącym wiedzę w tym zakresie ze stosowaniem praktyk najbardziej korzystnych dla środowiska, takich, które zapewniają wysoki stopień różnorodności biologicznej i ochronę zasobów naturalnych. W rozporządzeniu tym stwierdza się także, że należy w większym stopniu ułatwić rozwój produkcji ekologicznej, w szczególności przez lepsze wykorzystanie nowych, lepiej dostosowanych do jej potrzeb technik i środków produkcji.

Na podstawie tych ogólnych zasad, w rozporządzeniu Komisji (WE) nr 889/2008, ustanawiającym szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych, w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli, ustawodawca zaznacza, że ekologiczna produkcja roślin odbywa się przy ograniczonym użyciu nawozów oraz środków o niskiej rozpuszczalności poprawiających właściwości gleby. Artykuł 3 rozporządzenia 889/2008 ustanawia, że w przypadku gdy potrzeby pokarmowe roślin nie mogą być zaspokojone z użyciem praktyk uprawowych, które przyczyniają się do utrzymania lub zwiększenia ilości materii organicznej w glebie, poprawienia żyzności i aktywności biologicznej gleby, w produkcji ekologicznej można stosować nawozy i środki poprawiające właściwości gleby wyszczególnione w Załączniku I do niniejszego rozporządzenia.

Prezentowane opracowanie jest komentarzem do listy nawozów i środków poprawiających właściwości gleby wymienionych w Załączniku I rozporządzenia 889/2008. Opracowanie to jest materiałem pozwalającym lepiej zapoznać się z substancjami mogącymi stanowić nawozy lub środki poprawiające właściwości gleby, dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym na terenie Unii Europejskiej. Jednocześnie ma ono za zadanie poprawienie społecznej znajomości omawianego rozporządzenia w sektorze produkcji rolnej.

Opis i podstawowa charakterystyka techniczna substancji służących do zapewnienia potrzeb pokarmowych roślin uprawianych metodami ekologicznymi jest niewątpliwie pomocna w poprawnym ich stosowaniu. Należy jednakże mieć na uwadze, że pomimo dopuszczenia do stosowania tych substancji w UE, w praktyce, podobnie jak w innych krajach członkowskich, można stosować tylko produkty dopuszczone do obrotu na podstawie polskiego ustawodawstwa (Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. Dz. U. Nr 147, poz. 1033) i uzyskania autoryzacji jednostki certyfikującej.

Autorzy mają nadzieję, że opracowanie rozpocznie debatę osób zaangażowanych w sektorze rolnictwa ekologicznego, prowadzącą do określenia możliwości dokonania

zmian w Załączniku I Rozporządzenia 889/2008. Należy dodać, iż aktualny wykaz zawiera substancje włączone do Załącznika jeszcze przed wejściem Polski do Unii Europejskiej. Należałoby przedyskutować, czy istnieją inne dostępne w Polsce zasoby naturalne (szczególnie pochodzące z polskiego przemysłu wydobywczego), które mogłyby być uwzględnione w procesie włączenia ich do Załącznika I na prośbę Polski, według procedur przewidzianych w rozporządzeniu 834/2007.

Istnieje także potrzeba ujednoczenia terminologii technicznej używanej w rozporządzeniu, np. nazewnictwa różnych produktów. Dlatego w opracowaniu została zachowana występująca w rozporządzeniu kolejność i nazewnictwo wszystkich produktów. I tak na przykład nazwa „nawóz od drobiu” stosowana w rozporządzeniu, w polskiej terminologii technicznej występuje jako „pomiot drobiowy lub ptasi”, a używana w rozporządzeniu nazwa „wapno przemysłowe uzyskiwane z produkcji cukru” (produkt uboczny produkcji cukru z buraków cukrowych) w nazewnictwie polskim występuje jako „wapno defekacyjne”.

Opracowanie niniejsze zostało przygotowane przede wszystkim na potrzeby szkoleń promujących ekologiczne metody produkcji, prowadzonych w ramach projektu EkoTechProdukt. Znaczny wzrost w Polsce liczby gospodarstw produkujących certyfikowane owoce ekologiczne powoduje też wzrost popytu na techniczne środki do produkcji ekologicznej, w tym na nawozy i środki poprawiające właściwości gleby. W sadach i na plantacjach specjalizujących się w produkcji owoców istnieje duża potrzeba pozyskiwania tych substancji spoza gospodarstwa. Dlatego powszechna znajomość ustawodawstwa unijnego w tym zakresie rozszerzy ofertę producentów nawozów, co przyczyni się do zaspokojenia potrzeb pokarmowych roślin sadowniczych uprawianych metodami ekologicznymi.

Dr Jolanta Ciesielska

1. Obornik – *produkt składający się z mieszaniny odchodów zwierzęcych i substancji roślinnych (podściółka dla zwierząt); zakazane są produkty pochodzące z chowu przemysłowego.*

Definicja obornika z rozporządzenia 889/2008 została uszczegółowiona w rozporządzeniu (WE) nr 1774/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającym przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi. Zgodnie z tym rozporządzeniem obornik to „odchody i/lub mocz zwierząt gospodarskich, z lub bez ściółki, oraz guano, nieprzetworzone lub przetworzone zgodnie z rozdziałem III załącznika VIII, bądź przekształcone w zakładach wytwarzających biogaz lub w kompostowniach”. W polskiej ustawie z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu obornik zalicza się do nawozów naturalnych.

Ograniczenia dotyczące rodzaju obornika dopuszczalnego w rolnictwie ekologicznym wynikają z faktu, że obornik pochodzący z chowu przemysłowego może zawierać takie zanieczyszczenia, jak pozostałości hormonów, antybiotyków, pestycydów, organizmów chorobotwórczych lub innych niepożądanych substancji. Większość z nich można zneutralizować w procesie kompostowania.

Możliwość przenoszenia ludzkich chorób zniechęca do stosowania świeżego obornika jako nawozu przed zasiewem/nasadzeniem lub obok zasiewów/nasadzeń upraw ogrodniczych, szczególnie w przypadku warzyw, które zwykle spożywa się na surowo. Amerykański *Organic Farming Standard* (NOP) stanowi, że nie należy stosować świeżego obornika w okresie 120 dni poprzedzających zbiory, jeżeli jadalne części rośliny mają kontakt z glebą (większość warzyw, truskawki itp.) i w okresie 90 dni poprzedzających zbiory, jeśli jadalne części rośliny nie mają kontaktu z glebą (większość zbóż, owoce w sadach).

Wspólnotowe rozporządzenia o rolnictwie ekologicznym nie stanowią o zasadach stosowania obornika, jednak obowiązuje tu ogólna zasada dotycząca dawki azotu ogółem nieprzekraczającej 170 kg N/ha rocznie. Wszystkie nawozy naturalne, można stosować od 1 marca do końca listopada.

Obornik może być przechowywany pod zwierzętami lub na gnojowni. Na gnojowni możemy go przechowywać w warunkach beztlenowych lub tlenowych (stosując specjalne aeratory). Każdy z tych sposobów przechowywania wpływa na wielkość strat i zagrożenia środowiskowe. Obornik przechowywany na gnojowni,

w porównaniu z przechowywanym w budynkach inwentarskich głębokich, jest narażony na większe straty azotu, które w okresie pół roku mogą dochodzić do 50%, a średnio wynoszą około 38%. Spośród niskonakładowych i możliwych do wykonania w każdym gospodarstwie sposobów zmniejszenia strat azotu z obornika przechowywanego na gnojowni jest staranne układanie przyzmy i jej ugniatanie, a także nakrycie jej warstwą ziemi, kompostu czy folią. Przy przechowywaniu obornika w warunkach tlenowych mamy duże straty węgla organicznego, ale znaczne ograniczenie emisji amoniaku i metanu w porównaniu z metodą tradycyjną. Obornik powinno się wywozić w dni pochmurne i po równomiernym rozłożeniu na powierzchni pola natychmiast przyorać, co znacznie ogranicza straty (emisję do atmosfery) azotu w postaci amoniaku. Zgodnie z obowiązującym ustawodawstwem dopuszcza się przyoranie wszelkich nawozów naturalnych najpóźniej na drugi dzień po ich rozrzuceniu na polu.

Dobrym sposobem jest stosowanie obornika pod rośliny jare pod międzyplon. Niektóre międzyplony, takie jak żyto czy trawa życica trwała, dobrze pobierają rozpuszczalne składniki pokarmowe z gleby, przeciwdziałając ich wymywaniu. Rośliny te pobiorą mineralne formy azotu, które mogłyby być wymyte przy przyoraniu obornika orką zimową.

Równoważnik nawozowy dla obornika w pierwszym roku po rozrzuceniu zależy od sposobu jego zastosowania. W przypadku rozrzucenia na glebę, wskaźnik dla N wynosi 0,4-0,5, a dla innych pierwiastków około 0,7. Po zaoraniu wskaźnik jest na ogół wyższy i wynosi 0,6-0,7 dla N i 0,8 dla innych pierwiastków.

Tabela 1. Przybliżone zawartość NPK dla różnych rodzajów obornika w świeżej masie*

Rodzaj zwierzęcia	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
Krowy mleczne	0,57	0,23	0,62
Opasy	0,73	0,48	0,55
Konie	0,70	0,25	0,77
Trzoda chlewna	0,49	0,34	0,47
Owce/kozy	1,44	0,50	1,20
Króliki	2,40	1,40	0,60
Kury	1,00	0,80	0,40

2. Suchy obornik i odwodniony nawóz od drobiu – zakazane są produkty pochodzące z chowu przemysłowego.

Produkt podobny do obornika; ma wyższą zawartość składników pokarmowych ze względu na niższą zawartość wody; zwykle dostępny w postaci granulatów.

3. Kompostowane odchody zwierzęce, w tym nawóz pochodzący od drobiu i przekompostowany obornik – zakazane są produkty pochodzące z chowu przemysłowego.

Zgodnie ze wspólnotowym rozporządzeniem 1774/2002 „nawozy organiczne” i „środki poprawiające właściwości gleby” pochodzenia zwierzęcego oznaczają *„materiały pochodzenia zwierzęcego wykorzystywane do poprawienia odżywienia roślin oraz fizycznych i chemicznych właściwości gleb, a także ich aktywności biologicznej, stosowane razem lub osobno; może to także oznaczać odchody, treść przewodu pokarmowego, kompost i pozostałości trawienne”*. Rozporządzenie to zostało opublikowane przede wszystkim w celu ustalenia przepisów zdrowotnych dotyczących obrotu tymi produktami, a tym samym ograniczenia rozprzestrzeniania się BSE. W artykule 22 tego rozporządzenia zakazuje się żywienia zwierząt gospodarskich ubocznymi produktami zwierzęcymi (definicje art. 1) i stosowania ich na pastwiskach jako nawozy organiczne i środki poprawiające właściwości gleby, z wyjątkiem odchodów, co odnosi się do upraw i hodowli metodami ekologicznymi, a także innymi metodami. Według cytowanego rozporządzenia odpady pochodzenia zwierzęcego mogą być używane do produkcji nawozów i środków poprawiających właściwości gleby, jeśli należą do kategorii 2 lub 3 (definicje art. 1) i poddawane są odpowiednim procesom przetwórczym. W przypadku materiałów należących do kategorii 2 (np. mięsa z ubojni), przed procesem kompostowania należy rozdrobnić materiał na części o rozmiarze nie większym niż 50 mm, a następnie zastosować zabieg termiczny – traktowanie w temperaturze co najmniej 133 °C. Pod ciśnieniem 3 barów przez co najmniej 20 minut (pressure cooking). W przypadku materiału kategorii 3 (materiał o niskim ryzyku, którego większość nadaje się do żywienia ludzi, ale nie została wykorzystana w ten sposób), materiał musi zostać rozdrobniony na części o rozmiarze nie większym niż 12 mm i potraktowany w temperaturze 70 °C przez co najmniej 1 godzinę, traktując ten zabieg jako część fermentacji tlenowej.

Dobry kompost ze zwierzęcych produktów ubocznych jest nawozem bezpiecznym ze względu na niską zawartość rozpuszczalnych soli – nie wpływa na równowagę

jonową roztworu glebowego i nie zwiększa zasolenia gleby. Jest również mniej prawdopodobne, by powodował zaburzenie równowagi składników pokarmowych. Istotnym ograniczeniem może być zawartość tłuszczu w tego typu odpadach, który pogarsza właściwości wodne gleby i może niekorzystnie wpływać na wzrost roślin.

Wiele nawozów organicznych znajdujących się w obrocie handlowym opiera się na przekompostowanym oborniku wzbogaconym zmielonymi minerałami, roślinnymi produktami ubocznymi oraz dodatkowymi zwierzęcymi produktami, takimi jak mączki z krwi, kości i pierza.

Jakość kompostu zależy od wsadu. Bez dodatków pomiot ptasi jest bogaty w fosfor i ubogi w wapń; jest w nim o 0,4-0,6% Ca i 0,3-0,4% P więcej niż w oborniku.

Do dobrego przekompostowania potrzeba, by stosunek C:N we wsadzie wynosił od 25:1 do 40:1. Ten warunek zostaje spełniony, jeśli we wsadzie w warunkach dobrego napowietrzenia zostaje osiągnięta temperatura 55-80 °C, która zapewnia zniszczenie organizmów szkodliwych. Zwykle faza ta trwa od kilku do kilkunastu dni. W przypadku systemu statycznych pryzm napowietrzanych na fazę tę wystarczą zwykle 3 dni, natomiast w przypadku kompostowania w pryzmach przerzucanych, okres ten należy przedłużyć i w trakcie kompostowania przerzucić materiał co najmniej 5 razy.

Wartość nawozowa kompostu jest zróżnicowana w zależności od materiałów wsadowych. Jako, że dojrzały kompost przeszedł zaawansowany proces rozkładu i stabilizacji, po zastosowaniu w danym roku możliwa jest tylko niewielka mineralizacja N organicznego. Aby ustalić, ile azotu zastosowanego w kompoście będzie pobrane przez rośliny w pierwszym roku, należy uwzględnić N „dostępny dla roślin”, a nie N ogółem. Stosunek C:N jest istotnym czynnikiem przy wyliczaniu N dostępnego dla roślin. Zwykle:

- jeżeli w dojrzałym kompoście stosunek C:N jest większy niż 30, można się spodziewać biologicznego unieruchomienia N, a zatem współczynnik dostępności azotu może być bliski 0;
- kompost o stosunku C:N powyżej 20 będzie miał współczynnik dostępności azotu 0,05,
- kompost o stosunku C:N pomiędzy 10 a 20 będzie miał współczynnik dostępności 0,1-0,2;
- kompost o stosunku C:N 10 będzie miał współczynnik dostępności 0,5.

4. Płynne odchody zwierzęce – używane po kontrolowanej fermentacji lub w odpowiednim rozcieńczeniu; zakazane są produkty z chowu przemysłowego.

Wartość pokarmowa gnojowicy jest zróżnicowana – podobnie jak w przypadku obornika zależy od gatunku zwierząt, karmienia, zawartości suchej masy oraz sposobu składowania. Gnojowica zawiera zwykle do 4% suchej masy.

Tabela 2. Przeciętna zawartość N, P, K w suchej masie gnojowicy*

Pochodzenie obornika	N%		P ₂ O ₅ %	K ₂ O%
	ogółem	NH ₄		
Krowy mleczne	3,0-3,5	1,5	2,0-2,2	2,5-3,0
Opasy	5,0-5,5	2,4	3,0-3,5	4,5-5,0
Cieleta	4,5-4,7	4,0	2,5-2,7	6,0-6,5
Trzoda chlewna	4,0-4,2	2,5	2,8-3,0	2,4-2,6

Równoważnik nawozowy, w pierwszym roku po zastosowaniu, zależy od sposobu stosowania gnojowicy do gleby. Jeżeli gnojowicę stosuje się tylko na powierzchni gleby, równoważnik nawozowy azotu wynosi 0,4-0,5, a dla innych pierwiastków około 0,7. W przypadku jej przyorania równoważnik ten jest na ogół wyższy – około 0,6-0,7 dla N i 0,8 dla innych pierwiastków.

5. Przekompostowane lub sfermentowane odpady domowe – produkt otrzymywany z segregowanych w gospodarstwach domowych odpadów, poddanych kompostowaniu lub beztlenowej fermentacji do produkcji biogazu. Dopuszczalne są jedynie roślinne i zwierzęce odpady z gospodarstw domowych produkowane w zamkniętym i monitorowanym systemie gromadzenia odpadów, zatwierdzonym przez państwo członkowskie. Według Załącznika I rozporządzenia 889/2008 w rolnictwie można stosować odpady, w których dopuszczalna zawartość metali ciężkich w mg/kg suchej masy wynosi: kadm – 0,7;

miedź – 70; nikiel – 25; ołów – 45; cynk – 200, rtęć – 0,4; chrom (całkowity) – 70; chrom (VI) – 0.

W Polsce gospodarkę odpadami, w tym odpadami domowymi i innymi dopuszczonymi w rolnictwie, reguluje Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. z późniejszymi zmianami oraz odpowiednimi do tych ustaw rozporządzeniami Ministra Środowiska.

Wytworzenie kompostu, który można stosować w rolnictwie ekologicznym, zaczyna się od wyboru właściwego wsadu. Producent odpowiada za identyfikację źródła materiałów wsadowych do kompostowania. Ma obowiązek zapewnić, że zostaną przekompostowane jedynie takie materiały roślinne i zwierzęce, które można stosować w rolnictwie ekologicznym, że materiały te nie zostały zanieczyszczone niedozwolonymi substancjami i że zostały włączone w ilościach właściwych dla planu kompostowania. Jest to jednym z punktów kontroli jednostki certyfikującej. Inne cechy materiałów wsadowych, które należy uwzględnić, to odporność na rozkład, łatwość obsługi, potencjalny odór oraz obecność patogenów.

Zwykle przyrmę kompostową tworzy się z mieszanki różnych materiałów wsadowych. Mieszanie materiałów wsadowych umożliwia rolnikom, którzy wytwarzają kompost we własnym gospodarstwie, uzyskanie przyrmy o pożądanym stosunku C:N, napowietrzeniu, wilgotności, zawartości i strukturze. Ze względu na różnorodność materiałów wykorzystywanych w przygotowaniu tego rodzaju kompostu, ostateczna wartość nawozowa może być bardzo różna.

6. Torf – stosowanie ograniczone do sektora ogrodniczego (ogrodnictwo towarowe, uprawa roślin ozdobnych, sadownictwo, szkółki).

Torf powstaje wówczas, gdy, zwykle na terenach bagiennych, materiał roślinny nie podlega całkowitemu rozkładowi ze względu na zakwaszenie i warunki beztlenowe. Składa się głównie z roślin występujących na terenach bagiennych: drzew, traw, grzybów itp. Ma różne cechy, co wynika z kilku czynników, takich jak: skład botaniczny torfu, stopień wilgotności i warunki środowiskowe. Oddalenie od warstw mineralnych gleby również wpływa na takie cechy torfu, jak stężenie Ca i Mg, pH, poziom wilgotności oraz zawartość popiołu.

W Polsce od roku 1986 torf definiuje norma PN-85/G-02500, która stanowi, że: „Torf jest to utwór akumulacyjny pochodzenia organicznego, głównie roślinnego,

powstały w wyniku procesu torfienia przebiegającego w określonych warunkach wodnych, powietrznych i mikrobiologicznych, składający się ze szczątków roślinnych w różnym stopniu zmumifikowanych oraz humusu torfowego.”

Tabela 3. Przeciętne zawartości składników mineralnych i organicznych dla torfu*

Parametry	Średnia zawartość (%)
Wilgotność	45-55
Popiół	5-10
Materia organiczna	90-95
N	1-2
P	0.1-0.3
K	0.1-0.2

Płynnych i zawieszinowych pochodnych torfu, węgla brunatnego i innych odpadów organicznych jest na rynku wiele o różnym składzie kwasów organicznych. Produktem pochodnym torfu są humiany, produkt handlowy wytwarzany zwykle z utlenionej formy węgla brunatnego (*leonardite*). Może on zawierać do 60% kwasu humusowego i fulwowego, które stanowią aktywną część humusu.

7. Odpady poprodukcyjne z hodowli grzybów – początkowy skład podłoża ogranicza się do produktów z Załącznika do rozporządzenia komisji WE nr 889/2008.

Grzyby jadalne można uprawiać na około 200 rodzajach podłoża. Substrat zależy od gatunku uprawianych grzybów. Składa się on zwykle z końskiego obornika, siana, kolb kukurydzy, łupin bawełny, odchodów drobiu, zbóż browarnianych, mączki z bawełny, łupin kakaowca i gipsu. Substrat do uprawy pieczarek (*Agaricus bisporus*) ma najbardziej skomplikowane podłoże. Jest to kompost przygotowany z mieszanki surowców do produkcji celulozy, obornika (ściółki zwierzęcej, odchodów drobiu) oraz gipsu. Po przekompostowaniu, zostaje poddany sterylizacji. *Pleurotus* spp. (bocznik) jest uprawiany zwykle na wielu materiałach lignino-celulozowych. Nie są one zwykle kompostowane przed inokulacją grzybów. Typowy skład substratu grzybowego na końcu cyklu produkcyjnego pieczarek będzie zatem lekko zróżnicowany. Ze względu na różne materiały wsadowe i praktyki związane z uprawą każda partia zużytego substratu ma trochę inny skład i wynik analizy mineralnej. Przed usunięciem zużytego

substratu producent odkaża go pary, by zniszczyć wszelkie szkodniki i patogeny, które mogły się znajdować w substracie i skrzyniach. Ta końcowa dezynfekcja neutralizuje nasiona chwastów, owady i inne organizmy szkodliwe.

Często substrat po produkcji grzybów jest składowany przez co najmniej rok i ma on wówczas nieco inny skład chemiczny i inną aktywność mikrobiologiczną. W trakcie jego składowania i przechowywania zachodzą podobne procesy jak w trakcie kompostowania.

Jako, że niektóre rośliny ogrodowe są wrażliwe na wysokie zasolenie w glebie, lepiej unikać stosowania wokół nich świeżego zużytego substratu, natomiast sezonowany przez 6 miesięcy lub dłużej można bezpiecznie stosować na większość roślin.

Tabela 4. Przeciętne wartości dla zużytego podłoża grzybowego*

Zawartość	w świeżym podłożu % suchej masy	po 16 miesiącach dojrzewania % suchej masy
N ogółem	1,40-2,50	2,50-2,70
NH ₄	0,05-0,25	0,00
N organiczny	1,20-2,20	2,50-2,70
P	0,45-0,70	0,80-1,00
K	1,90-2,60	0,40-0,50
Ca	3,60-5,15	6,00-6,30
Mg	0,45-0,90	0,80-1,00
Fe	0,15-0,35	0,50-0,60
Al	0,15-0,30	0,50-0,60
pH	5,8-7,7	7,0-7,2

8. Odchody dżdżownic (wermikompost) i owadów

Wermikompost jest produktem kompostowania z użyciem różnych gatunków dżdżownic, w szczególności *Eisenia foetida* oraz *Lumbricus rubellus*. Nie należy ich mylić z dżdżownicami ogrodowymi i polowymi (*Allolobophora caliginosa* i innymi gatunkami). Organiczne odpady po przejściu przez przewód pokarmowy dżdżownicy są wydalane w postaci odchodów, które stanowią bogatą w substancję odżywcze materię organiczną, wyglądającą jak drobnoziarnista gleba. Wermikompost zawiera nie tylko odchody dżdżownic, lecz także ściółkę i organiczne odpady w różnych fazach rozkładu. Zawiera również dżdżownice w różnych stadiach rozwoju oraz mikroorganizmy związane z procesem kompostowania. Wydzieliny, które razem

z ziemią przechodzą przez przewód pokarmowy dżdżownic, zawierają więcej składników pokarmowych i są dostępne dla roślin.

Pewnych odpadów spożywczych nie można przekompostować w ten sposób (odpady mięsne czy mleczne mogą ulec procesowi gnilnemu). Zielone odpady należy dodawać w umiarkowanych ilościach, by uniknąć przegrzania. Producenci produkujący wermikompost w celach handlowych, korzystają z obornika krów mlecznych lub trzody chlewnej, szlamu (osadów sedymentacyjnych) z oczyszczalni ścieków, odpadów rolniczych, z przemysłu spożywczego, gastronomicznych, ze ściętej trawy i drewnianych wiórów.

Wermikompost można stosować bezpośrednio do gleby w formie stałej lub rozmieszany z wodą, jako wodny wyciąg, w który za pomocy niewielkiej pompy wdmuchuje się powietrze i moczy od kilku godzin do kilku dni, co zwiększa jego aktywność mikrobiologiczną. Otrzymany w ten sposób płyn można stosować do nawożenia gleby lub opryskiwania roślin.

Wartość pH, zawartość składników pokarmowych i mikroorganizmów zależy od wsadu, który podano dżdżownicom. Do wsadu można dodać zmielone zasadowe minerały wapienne, aby uzyskać wyższe pH.

W celu uniknięcia przenawożenia, np. azotem, wermikompost można rozcieńczyć wodą w stosunku 50:50, a w postaci stałej wymieszać z ziemią w tej samej proporcji.

Tabela 5. Charakterystyka chemiczna wermikompostu*

Parametry	Średnia zawartość
N ogółem %	1,9-2,5
azotany (ppm)	900-1000
P %	0,4-0,6
K %	0,7-0,9
Ca %	4,4-4,6
Mg %	0,4-0,6
pH	6,8-7,0
EC (mmhos/cm)	11-12

9. Guano

Guano to nawóz naturalny otrzymywany z wysuszonych odchodów różnych gatunków nietoperzy i ptaków morskich, Guano ma długą tradycję jako nawóz w rolnictwie. Wydaje się, że jego zalety Peruwiańczycy docenili na długo przed podbojem ich przez Hiszpanów.

Zawartość produktów handlowych z guano jest bardzo różnorodna w zależności od diety ptaków czy nietoperzy. Ptaki morskie odżywiają się głównie rybami, natomiast nietoperze – w zależności od gatunku – jedzą owoce lub owady. Innym ważnym czynnikiem wpływającym na jakość jest wiek pokładów. Mogą one być świeże, pół-skamieniałe lub skamieniałe.

Tabela 6. Analiza różnych rodzajów guano*

Rodzaj guano	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
Odchody nietoperza pustynnego	8	4	1
Suche – nietoperz jaskiniowy	3	10	1
Skamieniałe odchody ptaków morskich	1	10	1
Peruwiańskie odchody ptaków morskich	12	12	2,5
Ptaki morskie – stare pokłady	13	8	2
Nietoperz jamajski	1	10	0
Peruwiańskie ptaki morskie	11	13	3

Uważa się, że substancje pokarmowe zawarte w guano są umiarkowanie dostępne, tak zresztą jak w przypadku większości odchodów zwierzęcych, Może ono zawierać spory grzyba *Histoplasma capsulatum*, który po zakażeniu daje objawy podobne do grypy. Do zakażenia dochodzi, gdy wdycha się spory przenoszone w kurzu i w kropelkach wody. Przy zabiegach z guano zaleca się zatem stosowanie respiratorów i maseczek. Należy ponadto ostrożnie zdejmować ubranie robocze, aby uniknąć wdychania nagromadzonego na nim pyłu.

10. Przekompostowana lub sfermentowana mieszanina resztek substancji roślinnych – produkt otrzymywany z mieszaniny resztek roślinnych poddanych kompostowaniu lub fermentacji beztlenowej stosowany do produkcji biogazu.

Przekompostowana lub sfermentowana mieszanina resztek substancji roślinnych zawiera zwykle od 2% do 5% suchej masy każdego z makroskładników pokarmowych. Do materiałów, które mogą być stanowić podstawowy składnik kompostu, należy zaliczyć drewno po cięciu drzew w sadzie. Do niego dodaje się, przed rozpoczęciem procesu kompostowania, inne materiały organiczne, takie jak resztki roślinne upraw motylkowych, odpady roślinne po fermentacji metanowej, oparte głównie na kukurydzy czy burakach cukrowych (w celu osiągnięcia optymalnego dla kompostu stosunku C:N – pomiędzy 25:1 i 40:1). W sadownictwie

do kompostowania mogą być stosowane wytloki owocowe zmieszane z liśćmi, rozdrobnionym pędami uzyskanymi podczas cięcia drzew lub słomą. Jeśli chodzi o opadłe liście drzew to stosunek C:N wynosi tutaj około 10:1, a zawartość N 0,5-0,7%, P 0,1% i K 0,3-0,7%. Do produktu kompostowanego mogą być dodane inne materiały, w tym minerały skalne, które dodaje się, by zwiększyć zawartość danego składnika pokarmowego.

11. Produkty i produkty uboczne pochodzenia zwierzęcego, jak: mączka z krwi, mączka z kopyt, mączka rogowa, mączka kostna lub mączka kostna odklejona, mączka rybna, mączka mięsna, mączka z piór, włosów i skóry, wełna, sierść, włosy, produkty mleczne – maksymalne stężenie suchej masy chromu (VI) w mg/kg – 0.

Spośród wyżej wymienionych produktów szersze zastosowanie mają następujące nawozy:

Mączka z krwi – to suchy odpad z ubojni, zawierający 12% azotu. Zgodnie z rozporządzeniem 1774/2002, mączka z krwi *“oznacza produkt otrzymany z krwi poddanej obróbce termicznej, zgodnie z załącznikiem VII, rozdział II, przeznaczony do spożycia przez zwierzęta lub na nawozy organiczne”*. Jeżeli nie zachowamy ostrożności, mączka z krwi może spowodować poparzenia roślin amoniakiem, znaczna utratę azotu wskutek ulotnienia się lub może sprzyjać zagrzybieniu.

Mączka z piór – to produkt uboczny z ubojni drobiarskich. Mimo, że zawiera stosunkowo dużo azotu (7-10%), to pióra rozkładają się wolniej i wolniej uwalniają azot w porównaniu z innymi produktami o podobnej cenie.

Mączka rybna – przetworzone białko zwierzęce otrzymane ze zwierząt morskich, z wyjątkiem ssaków morskich (definicja z rozporządzenia 1774/2002). Mączka rybna zawiera ok. 10% azotu oraz ok. 6% fosforanu. Wyniki analizy emulsji rybnej zależą od sposobu przygotowania. Ryby w całości oraz części ryb muszą ulec przetrawieniu i utworzyć maź – proces wspierany przez dodanie kwasu fosforowego lub specjalnych enzymów. Przetrawiona kwasem emulsja rybna zawiera ok. 4-4-1 NPK, natomiast emulsja przetrawiona enzymami zawiera zwykle 4-1-1 NPK.

Mączka kostna – zawiera zwykle 27% fosfatu ogółem, przy czym prawie cały fosfat jest dostępny.

Kolejna grupa produktów to przetworzone białka zwierzęce. Zgodnie z rozp. 1772/2004, *“przetworzone białko zwierzęce oznacza białka zwierzęce otrzymane wyłącznie z materiału Kategorii 3, obrabianego zgodnie z rozdziałem II aneksu V, w celu przetworzenia go w sposób umożliwiający bezpośrednie zastosowanie jako materiału paszowego lub wykorzystanie go w inny sposób w paszach, włączając w to karmy dla zwierząt towarzyszących lub użycie w nawozach organicznych albo substancjach poprawiających właściwości gleby; nie zawiera ono produktów krwiopochodnych, mleka, produktów na bazie mleka, siary, żelatyny, białek hydrolizowanych i dwufosforanu wapnia, jaj i produktów jajecznych, trójfosforanu wapnia oraz kolagenu”*. Białka zwierzęce są bogate w azot (zwykle ok. 10%) i w zależności od technologii produkcji (hydroliza cieplna lub enzymatyczna) można je traktować jako nośnik lub szybko uwalniający się nawóz.

12. Produkty i produkty uboczne pochodzenia roślinnego – na przykład: wycłoczyny z nasion oleistych, łuska ziarna kakaowego, sól kukurydziany.

Pewne produkty uboczne wytwarzane przez przemysł spożywczy mogą zostać wykorzystane jako nawozy, jeśli okaże się, że nie zostały wykorzystane ani jako pasze, ani surowce do ekstrakcji składników.

Wycłoczyny z owoców – ciężkie i wilgotne produkty, czasem dostępne lokalnie – przed użyciem należy je prekompostować, mieszając z materiałami lignino-celulozowymi. Owoce powinny pochodzić z upraw ekologicznych.

Tabela 7. Średnia zawartość składników pokarmowych w wycłoczynach z owoców*

Składnik	Jabłka	Winogrona
N %	0,40-0,70	1,80-3,50
P %	0,06-0,10	0,15-0,20
K %	0,40-0,80	1,80-2,00
Ca %	0,10-0,30	0,30-0,35
Mg %	0,05-0,10	0,10-0,15

Inne produkty uboczne stosowane jako nawozy:

- **mączka sojowa** – ok. 7% azotu i 0,65% P – może okazać się przydatna, ale jest to nawóz drogi; jest zwykle stosowana jako białkowy suplement pasz zwierzęcych;
- **mączka (lub granulaty) alfalfa** zawiera 3% azotu.

13. Wodorosty morskie i produkty z wodorostów morskich – o ile bezpośrednio otrzymane z:

- (i) procesów fizycznych, włączając dehydratację, zamrażanie i mielenie;*
- (ii) ekstrakcji wodnej lub wodnych roztworów kwasów lub zasad;*
- (iii) fermentacji.*

Większość takich nawozów sporządza się z zebranych i wysuszonych wodorostów. Mączka z wodorostów nadaje się do bezpośredniego stosowania na glebę. Można też dodawać ją do przyzmy kompostowej. Mączkę łatwo rozrzucić większością urządzeń służących do rozrzucania nawozów w postaci stałej. Można ją łatwo mieszać z innymi nawozami i substancjami poprawiającymi właściwości gleby. Jako, że jest droga, stosuje się ją zwykle tylko w przypadku uprawy gatunków bardziej dochodowych, takich jak uprawy ogrodnicze, pod osłonami oraz w ogródkach przydomowych. Zalecana dawka to 35-50 kg/ha.

Suszone surowe wodorosty zawierają ok. 1% azotu, śladowe ilości fosforu, 2% potasu, magnez, siarkę i wiele innych pierwiastków w ilościach śladowych. Częściej jednak dokonuje się ekstrakcji składników (również kilkoma metodami), zwiększającej stężenie mikroskładników pokarmowych i fitohormonów, by móc je stosować w rozpuszczalnej, łatwej do transportu formie. Takie ekstrakty rolnicy, szukający naturalnych mikroskładników pokarmowych, stosują nieraz dolistnie. Jednak poziom mikroelementów w wodorostach zwykle nie jest wystarczający, by pokryć potrzeby pokarmowe roślin.

14. Trociny i wióry drzewne – drewno niepoddane chemicznemu przetworzeniu po ścięciu.

Trociny i wióry drzewne są zwykle stosowane jako środki poprawiające cechy fizyczne gleby i zwiększające zawartość materii organicznej. Cechują się wysoką

zawartością celulozy (40%) i ligniny (25-30%) oraz innych polisacharydów (40-70%). Składniki odżywcze występują w niewielkiej ilości na poziomie 0,3-0,5%.

Ograniczenie plonów po dodaniu drewnianych odpadów do gleby wynika prawie wyłącznie z wyczerpania się zasobów azotu w glebie. Bardzo rzadko pojawiają się informacje o wystąpieniu allelopatii – szkodliwego wpływu toksycznych substancji zawartych w tych odpadach. Za efekt toksyczny odpowiadają kwasy tłuszczowe i związki fenolu pochodzące z ligniny, lignanów i flawonoidów (np. aldehyd syryngowy, wanilina, aldehyd p-hydroksybenzoesowy, kwas benzoesowy, kwas p-hydroksybenzoesowy, kwas protokatechusowy, kwas wanilinowy, kwas syryngowy, kwas ferulowy, kwas fenylooctowy, kwas betafenylopropionowy, kwas fenylomasłowy). Trociny z samego cedru hamują wzrost młodych warzyw – prawdopodobnie dochodzi do związania azotu przez bakterie wiążące azot w glebie. Trudno ocenić czy przewidzieć wpływ odpadów drzewnych na mikroflorę gleby i wzrost roślin. Obraz zaciemnia możliwy wpływ tych substancji na zakwaszenie gleby spowodowany gniciem tych odpadów. W każdym razie większość trocin i wiórów ulega w ziemi szybkiemu rozkładowi, a z efektem toksycznym mamy do czynienia bardzo rzadko.

15. Przekompostowana kora – drewno niepoddane chemicznemu przetworzeniu po ścięciu.

Kora ma pewną przewagę nad drewnem przy stosowaniu jej jako mulczu lub substancji poprawiającej właściwości gleby, tj. gdy wprowadzono ją do gleby bez uprzedniego stosowania jej jako ściółki dla zwierząt. Kora rozkłada się znacznie wolniej niż drewno, a zatem jest bardziej wytrzymała jako ściółka i w procesie rozkładu zużywa mniej azotu glebowego. Kora nie jest nawozem, jednakże jej zastosowanie jako substancji poprawiającej właściwości gleby może przynieść znaczne korzyści glebom o słabej strukturze. Ma duży potencjał wymiany jonowej, co umożliwia napowietrzenie gleb ciężkich oraz zwiększa absorpcję i penetrację wody. Kora poza azotem zawiera wiele składników poprawiających jakość gleby. Jako ściółka zatrzymuje wilgoć przez ograniczenie rozwoju chwastów i zmniejszenie parowania; poprawia strukturę gruzełkową w warstwie ornej gleb, ogranicza erozję oraz wzbogaca glebę w materię organiczną i humus, co przynosi jednocześnie korzyści dla rozwoju mikroflory. Taniny zawarte w korze tworzą związki chelatujące z kationami metali ciężkich, które pozwalają na zmniejszenie ich mobilności w glebie, jednocześnie wiążą się ze związkami azotu,

przeciwdziałając ich szybkiemu rozkładowi i wymywaniu. Zauważono również korzystną redukcję chorób odglebowych wśród uprawianych roślin. Ponieważ kora poprawia drenaż w pewnych rodzajach gleb, jej stosowanie ogranicza występowanie guzaka. Po dodaniu do gleby kora – zwłaszcza dobrze rozdrobniona i bogata w biel podkorową – szybko zaczyna się rozkładać, szczególnie w glebach piaszczystych.

16. Popiół drzewny – drewno niepoddane chemicznemu przetworzeniu po ścięciu.

Popiół drzewny jest pozostałością po spalaniu drewna lub niewybielonego chemicznie włókna drzewnego. Właściwości fizyczne i chemiczne popiołu drzewnego różnią się znacząco w zależności od wielu czynników. Z drewna twardego zazwyczaj uzyskuje się więcej popiołu niż z drewna miękkiego, a z kory i liści na ogół powstaje więcej popiołu niż z wewnętrznych części drzewa. Średnio w wyniku spalania drewna uzyskuje się około 6-10% popiołu.

Temperatura spalania, czystość drewna opałowego, miejsce jego zbierania oraz sam proces spalania mają również ogromny wpływ na charakter popiołu. W związku z tym skład popiołu drzewnego może być wysoce zmienny w zależności od położenia geograficznego i procesów przemysłowych. Cząsteczki popiołu drzewnego są bardzo niewielkie, a więc szybko wchodzą w reakcję z glebą.

Działanie odkwaszające popiołu drzewnego wynosi pomiędzy 8% a 90% całkowitego neutralizującego oddziaływania wapnia i może zwiększyć plony roślin na niektórych glebach nawet o 45%, w porównaniu z tradycyjnym wapniem. Główne ograniczenia stosowania popiołu drzewnego w glebie wiążą się z kosztami transportu oraz trudnościami związanymi także z jego stosowaniem, ze względu na dużą pylistość tego odpadu.

Tabela 8. Przeciętny skład chemiczny przemysłowego popiołu drzewnego*

Składnik	Zawartość % suchej masy
N %	0,00-0,15
P %	0,10-1,40
K %	0,10-13,0
Ca %	2,5-33,0
Mg %	0,10-2,5
Fe	0,20-2,10
pH	9-13,5

17. Drobnio mielony fosfat – produkt określony w punkcie 7 załącznika IA.2. do rozporządzenia nr (WE) 2003/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie nawozów; zawartość kadmu powinna być mniejsza lub równa 90 mg/kg P_2O_5 .

Jest to produkt otrzymywany w procesie przemiału miękkich fosfatów mineralnych, zawierający jako podstawowe składniki fosforan trójwapniowy i węglan wapnia. Minimalna zawartość fosforu wynosi 25% P_2O_5 . Fosfor w przeliczeniu na P_2O_5 jest rozpuszczalny w kwasach mineralnych, w tym co najmniej 55% deklarowanej zawartości P_2O_5 jest rozpuszczalne w 2% roztworze kwasu mrówkowego. Skład granulometryczny:

- co najmniej 90% przesiew przez sito o wymiarze oczek 0,063 mm,
- co najmniej 99% przesiew przez sito o wymiarze oczek 0,125 mm.

18. Fosforan glinowo-wapniowy – produkt określony w punkcie 6 załącznika IA.2. rozporządzenia nr (WE) 2003/2003; zawartość kadmu mniejsza lub równa 90 mg/kg P_2O_5 ; użycie ograniczone do podstawowych gleb ($pH > 7,5$).

Jest to produkt otrzymywany w postaci amorficznej w procesie obróbki termicznej i mielenia, zawierający jako składniki główne fosforany glinu i wapnia. Zgodnie z rozporządzeniem unijnym nr (WE) 2003/2003 minimalna zawartość fosforu wynosi 30% P_2O_5 . Fosfor w przeliczeniu na P_2O_5 jest rozpuszczalny w kwasach mineralnych, w tym co najmniej 75% deklarowanej zawartości P_2O_5 jest rozpuszczalne w zasadowym cytrynianie amonu (wg Joulie).

Skład granulometryczny dozwolony na mocy rozporządzenia:

- co najmniej 90% przesiew przez sito o wymiarze oczek 0,160 mm,
- co najmniej 98% przesiew przez sito o wymiarze oczek 0,630 mm.

Stopień rozpuszczalności w wodzie fosforanu glinowo-wapniowego ($CaAlH(PO_4)_2 \cdot 6H_2O$) wynosi nie mniej niż 10^{-39} , czyli w zasadzie jest nierozpuszczalny. Sól ta łatwo się tworzy się w wyniku reakcji gipsytu ze stężonym roztworem fosforanu wapnia, ale jest niestabilna w rozcieńczonych roztworach i ulega hydrolizie do amorficznej postaci fosforanu glinowego.

19. Żużel zasadowy – produkty określone w punkcie 1 załącznika IA.2. rozporządzenia nr 2003/2003.

Istnieją dwa rodzaje produktów sklasyfikowanych w tej grupie: fosforany Thomasa i żużel Thomasa. Produkt jest otrzymywany w wyniku wytopu żelaza przez obróbkę spieków fosforowych, zawierający jako składniki główne krzemofosforany wapnia. Zgodnie z rozporządzeniem (WE) 2003/2003 minimalna zawartość P_2O_5 wynosi 12%. Zawartość fosforu jest wyrażona w przeliczeniu na P_2O_5 rozpuszczalne w kwasach mineralnych, w tym co najmniej 75% deklarowanej zawartości jest rozpuszczalne w 2% roztworze kwasu cytrynowego.

Wymagany skład granulometryczny:

- co najmniej 75% przesiew przez sito o wymiarze oczek 0,160 mm'
- co najmniej 96% przesiew przez sito o wymiarze oczek 0,630 mm.

20. Surowa sól potasowa lub kainit – produkty określone w punkcie 1 załącznika IA.3. rozporządzenia nr 2003/2003.

Produkt otrzymywany z nieoczyszczonych soli potasowych. Zgodnie z rozporządzeniem unijnym nr (WE) 2003/2003, kainit musi zawierać minimum 10% K_2O (potas w przeliczeniu na K_2O rozpuszczalny w wodzie) i 5% MgO (magnez w formie soli rozpuszczalnych w wodzie w przeliczeniu na tlenek magnezu).

21. Siarczan potasu, zawierający sól magnezu – produkt uzyskiwany z surowych soli potasowych w drodze procesu fizycznego wydobycia oraz możliwie zawierający także sole magnezu.

Jest to produkt podobny do nieoczyszczonej soli potasowej.

22. Wywar gorzelniczy i ekstrakt z wywaru gorzelniczego – z wyjątkiem wywaru gorzelniczego amonowego.

Wywar gorzelniczy jest głównym produktem ubocznym procesu fermentacji skrobi ziaren zbożowych w procesie produkcji etanolu. Pod koniec procesu fermentacji alkohol jest destylowany przez odparowanie, a w przypadku pozostałości (pełen wywar) następuje oddzielenie za pomocą pras wodnistego wywaru od podestylacyjnej części stałej. W niektórych sytuacjach wodnisty wywar jest

odwirowywany w celu wytworzenia frakcji ciekłej (wywar podestylacyjny mokry) i stałej (odwirowane części stałych).

Na skład chemiczny wywaru ma wpływ, rodzaj i odmiana zbóż, których ziarno jest wykorzystywane w procesie fermentacji, a także skuteczność przekształcania skrobi w alkohol. Węglowodany (hemiceluloza i celuloza oraz niesfermentowane pozostałości skrobi) mogą stanowić od 30% do 50% mokrej masy wszystkich składników wywaru gorzelniczego. Białka i peptydy stanowią od 20% do 40%. W niektórych ziarnach zbożowych są obecne oleje (1-3%). Pozostałości (10-20%) stanowią składniki popielne, w skład których wchodzi różne minerały. Dlatego też azot może być obecny zarówno w formie organicznej, jak i nieorganicznej, generalnie od 1% do 4%.

23. Węglan wapnia (kreda, margiel, mielony wapń, ameliator bretoński (maerl), kreda fosforowa) – wyłącznie pochodzenia naturalnego.

Skały wytworzone z węglanu wapnia różnego pochodzenia. Może to być zmielony kalcyt, kreda, opoka lub inny minerał zawierający CaCO_3 . Pozostałe skały, aby można je było stosować, muszą być zmielone (nawet kreda).

Węglan wapnia (CaCO_3) jest substancją nieorganiczną znajdującą się w kilku rodzajach skał we wszystkich częściach świata. Wapń jest skałą osadową składającą się głównie z węglanu wapnia w postaci kalcytu. Zazwyczaj jest to organiczna skała osadowa, która uformowała się w wyniku gromadzenia się szczątków muszli, koralu, alg i odchodów zwierzęcych. Może być to również chemiczna skała osadowa utworzona w wyniku wytrącania się węglanu wapnia z wód jezior lub oceanów. Wapń jest z definicji skałą wapienną zawierającą co najmniej 50% węglanu wapnia w postaci kalcytu w masie. Wszystkie skały wapienne zawierają co najmniej kilka procent innych minerałów.

Istnieje kilka różnych nazw skały wapiennej stosowanych w zależności od sposobu jej formowania, wyglądu lub składu i innych czynników. Wśród najpowszechniej używanych jest kreda i margiel. Kreda jest miękką skałą wapienną o bardzo delikatnej teksturze, jest zazwyczaj koloru białego lub jasno szarego. Tworzy się głównie z wapiennych pozostałości licznych rodzajów alg morskich. Margiel ma postać ifołupków. Zazwyczaj widoczne są na niej niewyraźne płaszczyzny uławiczenia; w wyniku wietrzenia powstają drobne cząsteczki w kształcie

sześcianów. Jeżeli zwiększy się ilość substancji wapiennych, margiel przekształca się w wapń ziemisty (ilasty).

24. Węglan magnezu i wapnia – wyłącznie pochodzenia naturalnego, np. kreda magnezowa, mielony magnez, wapień.

Węglan magnezu i wapnia jest skałą osadową składającą się w przeważającej części z węglanów wapnia i magnezu, przy czym zawartość Mg wynosi nie więcej niż 15% MgO. Wśród materiałów zawierających się w tej kategorii są też dolomity.

25. Siarczan magnezu (kizeryt) – wyłącznie pochodzenia naturalnego.

Kizeryt jest „zwyczajową” nazwą siarczanu magnezu. Nazwa tego minerału wywodzi się od nazwiska niemieckiego rektora Akademii w Jenie Prof. Kiesera (1779-1862), który jako pierwszy opisał unikatowe właściwości siarczanu magnezu krystalizującego z jedną cząsteczką wody ($MgSO_4 \cdot H_2O$), Magnez w kizerycie jest całkowicie rozpuszczalny i dostępny we wszystkich pH (w przeciwieństwie do prażonego magnezytu), a więc jest nawozem szybko działającym, stosowanym w sytuacjach, gdy wymagany jest łatwo dostępny magnez. Kizeryt wykryto w złożach morskich dawnego Morza Bechsteina jako składnik Hartsalz (twardej soli), mieszanki minerałów składającej się z NaCl, KCl i $MgSO_4 \cdot H_2O$. Siarczan magnezu jest fizycznie oddzielany od pozostałych składników za pomocą procesu separacji elektrostatycznej (ESTA), opracowanego przez K+S KALI GmbH (jest to jedyny producent światowy).

Złoża kizerytu występują również w rudach kainitu. Sproszkowany kizeryt, który uzyskano w wyniku oczyszczania kainitu i oddzielenia od surowych złóż kainitu w drodze przyciągania elektrostatycznego, może być później granulowany. Zawiera 15% Mg (25% MgO) i 21% S (52,5% SO_3).

26. Roztwór chlorku wapnia – dopuszczony do stosowania dolistnego na jabłoni, po stwierdzeniu niedoboru wapnia.

Chlorek wapnia ($CaCl_2$) jest krystalicznym, grudkowatym, białym związkem chemicznym bardzo dobrze rozpuszczalnym w wodzie. Związek bezwodny ma silne właściwości higroskopijne. Produkt wprowadzany do obrotu w rolnictwie jest ubocznym produktem procesu Solvay i na ogół zawiera ponad 90% soli.

27. Siarczan wapnia (gips) – produkty określone w punkcie 1 załącznika ID rozporządzenia nr 2003/2003 – wyłącznie pochodzenia naturalnego.

Gips ($\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$) jest jednym z najczęściej występujących minerałów w skałach osadowych. Jest to najważniejszy minerał wchodzący w skład skały, tworzący ogromne złoża na ogół w wyniku wytrącania się z mocno zasolonych wód i z tego powodu mogą one zawierać wiele innych minerałów.

Gips jest przydatny do stosowania na ciężkich (gliniastych) glebach, na których jest wykorzystywany w celu poprawy struktury, osuszania i napowietrzania. Gips jest również stosowany do poprawy gleby, która uległa degradacji wskutek zagęszczenia (ciężki sprzęt, maszyny) oraz w glebach ulegających zasoleniu.

Wymogi prawne dotyczące środków gipsowych poprawiających właściwości gleby stanowią, że musi być to produkt pochodzenia naturalnego zawierający siarczan wapnia o różnych stopniach uwodnienia. $\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$ zazwyczaj zawiera około 32,5% CaO i 46,5% SO_3 , ale zgodnie z rozporządzeniem unijnym nr (WE) 2003/2003 produkt sprzedawany jako nawóz musi zawierać co najmniej 25% CaO i 35% SO_3 , z wapniem i siarką w przeliczeniu na całkowitą zawartość CaO + SO_3 .

Rozporządzenie unijne określa następujący stan uziarnienia tego nawozu:

- co najmniej 80% przesiew przez sito o wymiarze oczek 2 mm,
- co najmniej 99% przesiew przez sito o wymiarze oczek 10 mm.

28. Wapno przemysłowe uzyskiwane z produkcji cukru – produkt uboczny produkcji cukru z buraków cukrowych.

Wapń stosowany do produkcji cukru (w Polsce określany jako wapno defekacyjne) składa się w ponad 95% z węglanu wapnia (CaCO_3).

Aby oczyścić surowy sok buraczany, stosuje się wapń w celu uzyskania zawiesiny wodorotlenku wapnia (mleko wapienne), potrzebnej w procesie nasycenia dwutlenkiem węgla. W tym procesie tlenek wapnia, znany również jako szybki wapń, uwalnia się we wstrząsarce ze słodką wodą pochodzącą z filtrów do odśładzania/osuszania osadu saturacyjnego. Uwodniony wapń, czyli wodorotlenek wapnia ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) jest następnie rozcieńczany przy użyciu nadmiaru słodkiej wody do około 30% części stałej tak powstaje „mleko wapienne”. Jest ono stosowane do

oddzielenia większości rozpuszczalnych niecukrów wytworzonych przez buraki cukrowe od surowego soku buraczanego o wysokiej zawartości cukru. Pod koniec procesu uzyskuje się wytrącony węglan wapnia. Ten produkt uboczny jest luźnym, amorficznym precypitatem zawierającym wiele niecukrów ekstrahowanych z buraków, absorbowanych na powierzchni lub wewnątrz tego precypitatu. Suszony produkt uboczny może być ponownie stosowany w procesie lub sprzedawany jako środek poprawiający właściwości gleby.

29. Wapń przemysłowy uzyskany z produkcji soli próżniowej – produkt uboczny uzyskany w produkcji soli próżniowej z solanki.

Produkt ten pochodzi z procesu wydobywania soli ze złóż przy użyciu metody rozpuszczania. Proces wydobywania metodą rozpuszczania polega na wtłaczaniu wody pod ciśnieniem do odwiertu wywierconego w podziemnej warstwie soli. Sól się rozpuszcza, zmieniając wodę w solankę i tworząc kawernę w warstwie soli. Nasycona surowa solanka jest następnie odprowadzana i pompowana do oczyszczalni, gdzie wapń, magnez i inne zanieczyszczenia są usuwane przed procesem odparowania. Drugi etap oczyszczania następuje pod koniec procesu odparowania, gdy kryształy soli i zawiesina są kierowane do wirówki w celu wydobywania większej ilości wody, a powstała nieosuszona sól próżniowa jest magazynowana luzem. Zawartość wapnia w tym produkcie ubocznym może być różna w zależności od pierwotnego składu minerałów występujących w miejscu wydobywania.

30. Siarka elementarna – produkty określone w załączniku ID.3. rozporządzenia nr 2003/2003.

Siarka jest szesnastym pierwiastkiem pod względem powszechności występowania w skorupie ziemskiej. Siarka wydobywana lub odzyskiwana w trakcie produkcji ropy naftowej i gazu jest zwana siarką rodzimą lub elementarną. W rolnictwie ekologicznym preferuje się produkty wytworzone z naturalnie występujących złóż mineralnych siarki.

Siarka przyczynia się do poprawy plonów roślinnych zarówno dzięki dostarczaniu bezpośredniej wartości pokarmowej, jak i jako środek poprawiający właściwości gleby, w szczególności w przypadku gleb wapiennych lub zasolonych alkalicznych jako substancja zakwaszająca. Siarka poprawia także skuteczność przyswajania innych istotnych składników pokarmowych roślin, zwłaszcza N i P. W ostatnich latach zwiększa się niedobór siarki w glebie z powodu zwiększonego stosowania

nawozów bezsiarkowych oraz redukcji emisji dwutlenku siarki, co zmniejsza opad siarki atmosferycznej.

Zgodnie z minimalnymi wymogami prawnymi dla siarki elementarnej (rozporządzenie WE 2003/2003) musi być to w określonym stopniu oczyszczony produkt naturalny lub przemysłowy o zawartości S wynoszącej 98% (245% SO₃); siarka jest wyrażona w przeliczeniu na całkowitą zawartość SO₃.

31. Pierwiastki śladowe – nieorganiczne mikroskładniki pokarmowe wymienione w części E załącznika nr I do rozporządzenia nr 2003/2003.

W części E załącznika nr I do rozporządzenia nr 2003/2003 są wymienione następujące mikroelementy:

- a. Bor w czterech postaciach (kwas borowy, boran sodu i wapnia oraz boroetanolamina) i jako dwa produkty otrzymywane przez wytworzenie wodnej zawiesiny lub rozpuszczenie substancji w wodzie. Minimalna wymagana ilość B w nawozie wynosi od 2% produktów ciekłych do 14% kwasu borowego.
- b. Kobalt – jako dwa rodzaje produktów (sól i chelat) oraz roztwór uzyskany z soli kobaltu, Minimalna wymagana ilość Co w nawozie wynosi od 2% w przypadku produktów ciekłych do 19% w przypadku soli.
- c. Miedź – jako pięć rodzajów związków (sole, tlenek, wodorotlenek, chelaty i tlenochlorek) oraz trzy produkty otrzymane w wyniku ich zmieszania lub rozpuszczenia w wodzie. Minimalna wymagana ilość Cu w nawozie wynosi od 3% w przypadku produktów ciekłych do 70% w przypadku tlenków.
- d. Żelazo – jako dwa rodzaje związków (sole lub chelaty) oraz produkty otrzymane przez rozpuszczenie ich w wodzie. Minimalna wymagana ilość Fe w nawozie wynosi od 2% w przypadku produktów ciekłych do 12% w przypadku soli żelaza.
- e. Mangan – jako trzy rodzaje związków (sole, chelaty i tlenki) oraz dwa produkty otrzymane w wyniku ich wymieszania lub rozpuszczenia w wodzie. Minimalna wymagana ilość Mn w nawozie wynosi od 3% w przypadku produktów ciekłych do 40% w przypadku tlenku manganu.
- f. Molibden – jako dwa rodzaje związków (molibdenian sodu i amonu) oraz dwa produkty otrzymane w wyniku ich wymieszania lub rozpuszczenia w wodzie.

Minimalna wymagana ilość Mo w nawozie wynosi od 3% produktów ciekłych do 50% w przypadku molibdenianu amonu.

- g. Cynk – jako trzy rodzaje związków (sole cynku, chelaty i tlenek) oraz dwa produkty otrzymane w wyniku ich zmieszania lub rozpuszczenia w wodzie. Minimalna wymagana ilość Zn w nawozie wynosi od 3% w przypadku produktów ciekłych do 70% w przypadku tlenku cynku.

Produkty te są dopuszczone w razie potrzeby przez jednostkę certyfikującą.

32. Chlorek sodu – wyłącznie sól kopalniana.

Chlorek sodu (NaCl), znany jako sól kamienna, sól morska oraz pod nazwą minerału halit, składa się z kryształków w kształcie sześciątów. Pomimo, że można ją przygotować chemicznie lub przez odparowanie wody z wód morskich i solanek, w rolnictwie ekologicznym można stosować wyłącznie produkty kopalniane, tj. uzyskane w procesie wydobywania. W Polsce jest rzadko stosowany, ponieważ niewielkie potrzeby niektórych roślin w stosunku do sodu są zaspokajane przy okazji nawożenia nawozami potasowymi, szczególnie naturalnymi kopalninami zawierającymi przeważnie dużo sodu, a przy okazji również chlorków.

33. Mączka mineralna (skalna) i glinki

Mączki mineralne mogą być źródłem różnych minerałów.

Fosforany z twardych skał są na ogół pozyskiwane z wulkanicznych złóż magmowych, a ich prawie jedynym składnikiem jest minerał apatyt- Generalnie produkt ten zawiera około 30% P_2O_5 , ale tylko 1,2% fosforu jest w formie dostępnej dla roślin.

Aby skutecznie stosować fosforan skalny, należy go dodać do obornika zwierzęcego w oborze lub na polu, gdzie kwasy organiczne z obornika rozpuszczają dużą ilość całkowitego fosforanu, a fosforan wiąże amoniak, zmniejszając straty azotu z obornika. Wiele z tych samych korzyści można uzyskać przez dodanie 10-25 kg fosforanu koloidalnego do 1 t obornika podczas kompostowania. Fosforan koloidalny składa się z gliniek otoczonych naturalnym fosforanem. Zawartość P_2O_5 wynosi tu 20%, a dostępny fosforan to około 2,3%.

Najpowszechniej wykorzystywanym źródłem K są minerały skalenie potasowe (ortoklaz, mikroklin) oraz skały, w których są podstawowymi składnikami, takie jak granit i gnejs granitowy, ze względu na wysoką zawartość K. Skalenie potasowe mogą zawierać maksymalnie do 15% K_2O i są szeroko rozpowszechnione. Granity

zawierają 4-5% K_2O . Rzadziej występują skały zawierające nefelin (5-6% K_2O), ale również mogą być wykorzystywane jako źródło K.

Chociaż skały bazaltowe zazwyczaj nie są uważane za źródło K, to niektóre z nich zawierają minerał leucyt, który może się szybko rozpuszczać jak nefelin. Wietrzenie/zmiana tych skał może doprowadzić do wytworzenia zeolitów. Skały bazaltowe mogą zawierać do 4-5% K_2O .

Większość gleb piaszczystych w Polsce jest bogata w skalenie potasowe (produkty wietrzenia granitu), gleby zawierają do 2% potasu (średnio ok. 60 t K/ha), a mimo to rośliny wymagają nawożenia tym składnikiem.

Minerały gliniek są drobnoziarnistymi składnikami materiałów geologicznych, występującymi przeważnie jako cząstki o strukturze filosylikatowej lub płytowej o średnicy od kilkusetnych mikrona do kilku mikronów. Na ogół mają duży obszar powierzchni, często wysokie zdolności wymiany kationów oraz wysoką zdolność adsorpcji. „Glinka” w przeciwieństwie do „minerału glinki” jest często chemicznie niezmiernie heterogeniczną i strukturalnie złożoną mieszanką koloidalnych cząsteczek, składającą się z minerałów gliniek zmieszanych z drobno zmieszonym kwarcem, skaleniem, węglanem, tlenkami i wodorotlenkami Al i Fe oraz materii organicznej. Najważniejsze grupy minerałów ilastych obejmują:

- a) Grupę kaolinitów – grupę tę charakteryzuje wzór $Al_2Si_2O_5(OH)_4$. Ogólna struktura grupy kaolinitowej składa się z płyt krzemianowych (Si_2O_5) związanych z warstwami tlenku/wodorotlenku aluminium ($Al_2(OH)_4$), zwanych warstwami gibbsytu.
- b) Grupa montmorilonitów/smektytów: grupa ta składa się z kilku minerałów i określa ją ogólny wzór $(Ca, Na, H)(Al, Mg, Fe, Zn)_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \times H_2O$.
- c) Grupa ilasta (lub glinkowo-mikowa): if jest jedynym powszechnie reprezentowanym minerałem, niemniej jednak jest on istotnym minerałem tworzącym skałę, będącym głównym składnikiem łupków i innych skał ilastych. Ogólny wzór, to $(K, H)Al_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2 \times H_2O$.

Glinki należy traktować nie jako źródło składników pokarmowych, ale przede wszystkim jako materiał poprawiający właściwości gleb bardzo lekkich i lekkich przez poprawę ich pojemności wodnej, zwiększenie zdolności sorpcyjnej i poprawę struktury, natomiast na glebach ciężkich (gliny ciężkie i ility) glinki mogą działać niekorzystnie.

*Tabele zostały opracowane przez autorów na podstawie różnych danych europejskich.

Wybrane źródła bibliograficzne

- Bollen W.B. 1969. Properties of tree barks in relation to their agricultural utilization. USDA Forest Service Research Paper PNW-77, Pacific Northwest Forest and Range Exp. Sta.
- Bollen W.B. 1961. Sawdust, bark, and other wood wastes for soil conditioning and mulching. *Forest Prod. J.* 11(1): 38-46.
- Demeyer A., Voundi Nkana J.C. and Verloo M.G. 2001. Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Bioresource Technology* 77: 287-295.
- Dickerson G.W. 2004. Vermicomposting. New Mexico State Univ. Guide H-164.
- Hall B. 1998. Alternative soil amendments. *ATTRA Bulletin* n. 800-346-9140.
- Kuepper G. 2003. Manures for Organic Crop Production. National Center for Appropriate Technology.
- Lee W.J., Sosulski W.F. and Sokhansanj S. 1991. Yield and composition of soluble and insoluble fractions from corn and wheat stillages. *Cereal Chem.* 68: 559-562.
- Maćkowiak Cz., Żebrowski J. 2000. Skład chemiczny obornika w Polsce. *Nawozy I Nawożenie* 4(29): 119-130.
- Martin D.L. and Gershung G. 1992. *The Rodale Book of Composting*. Rodale Press. Emmaus, Pennsylvania.
- Manning DAC, 2009. Mineral sources of potassium for plant nutrition. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, DOI: 10,1051/agro/2009023.
- Manning DAC, 2008. Phosphate minerals, environmental pollution and sustainable agriculture. *Elements* 4: 105-108.
- Poppe J. 2000. Use of the agricultural waste materials in the cultivation of mushrooms. *Mushroom Sci.* 15: 3-23.
- Rozporządzenie (WE) Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 1774/2002 z dnia 3 października 2002 r. ustanawiające przepisy zdrowotne związane z ubocznymi produktami zwierzęcymi nie przeznaczonymi do spożycia przez ludzi.
- Rozporządzenie Rady Nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych.
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 z dnia 5 września 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania Rozporządzenia Rady (WE) Nr 834 /2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli.
- Sanchez C. 2004. Modern aspects of mushroom culture technology. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 64: 756-762.
- Shaffer K.A. and Walls F.R. 2005. Livestock manure production rates and nutrient content. *North Carolina Agricult.I Chemicals Manual*.

The Columbia Encyclopedia, Sixth Edition, 2008.

Wu Y.V., Sexson K.R. and Lagoda A.A. 1984. Protein-rich residue from wheat alcohol distillation: Fractionation and characterization. Cereal Chem. 61: 423-427.

SPIS TREŚCI

1.	Obornik.....	5
2.	Suchy obornik i odwodniony nawóz od drobiu.....	7
3.	Kompostowane odchody zwierzęce, w tym nawóz pochodzący od drobiu i przekompostowany obornik.....	7
4.	Płynne odchody zwierzęce.....	9
5.	Przekompostowane lub sfermentowane odpady domowe.....	9
6.	Torf.....	10
7.	Odpady poprodukcyjne z hodowli grzybów.....	11
8.	Odchody dżdżownic (wermikompost) i owadów.....	12
9.	Guano.....	13
10.	Przekompostowana lub sfermentowana mieszanina resztek substancji roślinnych.....	14
11.	Produkty i produkty uboczne pochodzenia zwierzęcego: mączka z krwi, mączka z kopyt, mączka rogowa, mączka kostna lub mączka kostna odklejona, mączka rybna, mączka mięsna, mączka z piór, włosów i skóry, wełna, sierść, włosy, produkty mleczne.....	15
12.	Produkty i produkty uboczne pochodzenia roślinnego użyte jako nawozy....	16
13.	Wodorosty morskie i produkty z wodorostów morskich.....	17
14.	Trociny i wióry drzewne.....	18
15.	Przekompostowana kora.....	18
16.	Popiół drzewny.....	19
17.	Drobno mielony fosfat.....	20
18.	Fosforan glinowo-wapniowy.....	20
19.	Żużel zasadowy.....	21
20.	Surowa sól potasowa lub kainit.....	21
21.	Siarczan potasu, zawierający sól magnezu.....	22
22.	Wywar gorzelniczy i ekstrakt z wywaru gorzelniczego.....	22
23.	Węglan wapnia (kreda, margiel, mielony wapń, ameliorant bretoński (maerl), kreda fosforowa).....	22
24.	Węglan magnezu i wapnia.....	23

25.	Siarczan magnezu (kizeryt)	23
26.	Roztwór chlorku wapnia.....	24
27.	Siarczan wapnia (gips)	24
28.	Wapno przemysłowe uzyskiwane z produkcji cukru.....	25
29.	Wapń przemysłowy uzyskany z produkcji soli próżniowej.....	25
30.	Siarka elementarna.....	26
31.	Pierwiastki śladowe.....	26
32.	Chlorek sodu.....	27
33.	Mączka mineralna (skalna) i glinki.....	28
	Wybrane źródła bibliograficzne	29