

CENTRUM DORADZTWA ROLNICZEGO W BRWINOWIE
ODDZIAŁ W RADOMIU

Marek Krysztoforowski

**Gospodarowanie substancją organiczną
i składnikami pokarmowymi
w rolnictwie ekologicznym**

RADOM 2022

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Radomiu

ISBN: 978-83-66776-27-2

Projekt okładki, skład: Małgorzata Sieczko

Druk: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie
Oddział w Radomiu
26-600 Radom, ul. Chorzowska 16/18,
tel. 48 365 69 00, e-mail: radom@cdr.gov.pl,
www.cdr.gov.pl
Nakład: 500 egz.

Spis treści

Lp.		Str.
1.	Substancja organiczna w glebach. Podstawowe wiadomości	5
2.	Próchnica w glebie i jej znaczenie	8
	Powstawanie próchnicy i jej zawartość w glebie	10
	Kształtowanie substancji organicznej w glebie	11
	Próba szpadowa	13
	Sprawność roli	14
	Dżdżownice	14
	Nawozy naturalne	17
	Objawy dotyczące jakości produkcji	18
	Kompost	19
3.	Bilansowanie składników w rolnictwie ekologicznym	24
	Analizy glebowe i ich interpretacja	24
	Odczyn gleb	27
	Optymalizacja odczynu gleby warunkiem udanej produkcji	27
	Podstawowe makroskładniki NPK	29
	Płodozmian	34
	Nawozy komercyjne w rolnictwie ekologicznym	39
4.	Załączniki przydatne do obliczeń nawożenia	41
5.	Literatura	50

1. Substancja organiczna w glebach. Podstawowe wiadomości.

Każda gleba posiada fazę stałą, składającą się z materii organicznej i substancji mineralnych, gazową, czyli powietrze glebowe i płynną (woda). Najbardziej zmienne składowe gleby to powietrze i woda. Im więcej w glebie powietrza, tym mniej wody i odwrotnie. Układem optymalnym jest, gdy w glebie substancja stała zajmuje ok. 50% objętości, a powietrze i woda po 25%. Ważny jest nie tylko udział ilościowy wody, także jej form możliwych do wykorzystania przez rośliny i organizmy glebowe, jak: para wodna, woda błonkowata otaczająca cząsteczki gleby, woda wypełniająca kapilary glebowe, woda grawitacyjna wypełniająca wolne przestrzenie gleby, oraz woda gruntowa. W skład fazy stałej gleby wchodzi substancje mineralne, materia organiczna. Wyróżnia się tu tzw. **części szkieletowe gleby**, (o średnicy powyżej 1 mm, czyli kamienie, żwir, gruby piasek) oraz mniejsze części ziemiste (piasek drobny, pył, gliny, iły). **Układ (tekstura) gleby** odzwierciedla sposób ułożenia względem siebie poszczególnych części elementarnych (ziarn) i agregatów oraz charakter porowatości, który powstaje w tych warunkach.

Wyróżnia się 4 rodzaje układów w glebach:

- **luźny** - charakterystyczny dla piasków luźnych, żwirów, a także zmruszałych utworów organicznych,
- **pulchny** - właściwy dla poziomów próchnicznych gleb dobrze uprawianych, o strukturze gruzełkowej i składzie mechanicznym pyłu, spotykany również w poziomach murszowych; pulchny układ stwarza optymalne warunki powietrzno-wilgotnościowe dla wzrostu roślin;
- **zwięzły** - typowy dla poziomów próchnicznych gleb wytworzonych z glin średnich, utworów pyłowo-ilastych, rędzin, mad średnich i ciężkich; układ zwięzły charakteryzuje zasobne siedliska;

- **zbity** - charakteryzuje gleby gliniaste ciężkie, szczególnie poziomy iluwialne tych gleb przesyczone związkami żelaza; układ ten charakteryzuje na ogół gleby mało sprawne.

Strukturą gleby nazywa się natomiast jej zdolność do zgrubiania się i rozpadania na oddzielne agregaty. Wyróżnia się trzy zasadnicze typy struktury:

- bezagregatową,
- agregatową,
- włóknistą.

Strukturą bezagregatową charakteryzują się gleby gruboziarniste (żwiry, piaski), niektóre gleby ciężkie (np. wytworzone z iłów).

Odmianami **struktury agregatowej** jest *struktura gruzełkowata i koprolitowa*¹. Struktury te stwarzają najkorzystniejsze warunki fizyczne w glebie dla rozwoju większości roślin (także leśnych). Struktura gruzełkowata lub koprolitowa zapewnia łatwość penetracji korzeni oraz dobre warunki przewietrzania gleby nawet przy dużym nasyceniu gleby wodą. Czynnika-
mi, które przyczyniają się do powstawania i utrwalania gruzełków są:

- występujące na przemian nawilżanie i wysychanie,
- zamarzanie i rozmrażanie,
- fizyczne oddziaływanie rozwijających się korzeni roślin,
- działalność organizmów glebowych, w tym także mikroorganizmów (wydzielane przez nie substancje śluzowe),
- elektrochemiczne właściwości próchnicy oraz frakcji ilastej,
- koagulacja substancji koloidalnej w obecności jonów wapnia.

Struktura gruzełkowata jest jedynym rodzajem struktury, który można sztucznie tworzyć przez odpowiednie zabiegi agrotechniczne. Stosując odpowiednie zabiegi uprawowe i nawożenie można doprowadzić do stanu optymalnego tekstury i struktury gleby, a także jej kompleksu sorpcyjny, czyli zdolność gleby do zatrzymywania i udostępniania organizmom glebowym i roślinom wody oraz substancji pokarmowych.

¹ <http://www.encyklopedia.lasypolskie.pl/doku.php?id=s:struktura-gleby>

Na kompleks sorpcyjny gleby składają się: minerały ilaste, próchnica i organizmy glebowe. Wtórne minerały ilaste występują w glebie w formie pakiecików utworzonych z płytek mineralnych. W zależności od ścisłości upakowania płytek w minerałach ilastych, różna jest powierzchnia właściwa tych minerałów, a w efekcie różna zdolność wiązania kationów, czyli różna ich sorpcja. Próchnica ma wielokrotnie wyższą zdolność sorpcyjną od minerałów ilastych. Organizmy glebowe, szczególnie mikroorganizmy mogą sorbować (pochłonać) duże ilości składników nawozowych. Znany jest na przykład fakt wyczerpywania z azotu gleby, do której dodano duże ilości słomy. Mając doskonały surowiec energetyczny w postaci węglowodanów, bakterie, grzyby i promieniowce namnażają się gwałtownie. Do tego potrzebna jest zwiększona ilość azotu, który jest składnikiem białek budujących mikroorganizmy. Przejściowo w glebie zanika więc azot rozpuszczony w roztworze glebowym- czyli dostępny do pobrania przez rośliny. Paradoksalnie w bogatej w azot ogólny glebie brakuje azotu. Oczywiście proces ten jest odwracalny, po obumarciu dużej ilości mikroorganizmów do gleby zwracany jest azot w formie rozpuszczalnej – mówimy o sorpcji i desorpcji biologicznej. Zachodzi także inne ciekawe zjawisko, związane z dżdżownicami. Odżywiają się one resztkami organicznymi, poprzez zasysanie masy glebowej do przewodu pokarmowego, gdzie są poddane działaniu soków trawiennych i śluzów, a następnie wydalone pod postacią sklejonych grudek- koprolitów. Soki trawienne rozpuszczają substancję organiczną, ale także częściowo frakcję mineralną. W efekcie mamy przyspieszone wietrzenie minerałów glebowych i udostępnienie składników pokarmowych dla roślin.

2. Próchnica w glebie i jej znaczenie.

Pochodząca z łaciny nazwa „humus”, używana zamiennie z nazwą próchnica, zapożyczona została z egipskiego słowa oznaczającego żyzny namuł, jakim co roku po wylewie Nilu pokrywały się egipskie pola dając możliwość trwania najwspanialszej starożytnej cywilizacji. Polska nazwa „próchnica” najlepiej oddaje istotę procesu, w jakim powstaje. Części roślin muszą „spróchnieć” czyli ulec rozkładowi do takiej postaci, że nie rozpoznaje się już struktury tkanek z których powstały – jest to główna cecha podawana w definicjach naukowych.

Próchnica jest substancją bezpostaciową (amorficzną), która pod względem składu jak i procesów biochemicznych doprowadzających do jej powstawania nie do końca jest poznana. W powszechnym rozumieniu próchnicę glebową utożsamia się z substancją organiczną.

W glebie trwa nieustanny proces powstawania i rozkładu substancji organicznej, co zapewnia obieg składników pokarmowych dla roślin. Zawartość próchnicy w glebie kształtowana jest przez wiele czynników: ilość i jakość resztek roślinnych, skład jakościowy i ilościowy mikroorganizmów, stosunki wilgotnościowe i temperaturę, skład mineralogiczny i stopień rozdrobnienia masy glebowej. Należy zaznaczyć, że każdy typ gleby posiada swoisty rodzaj próchnicy, a jej zawartość w naszych glebach waha się od około 0,6% dla gleb piaszczystych do 6% i więcej w młdach próchnicznych i czarnoziemach.

Co wchodzi w skład materii organicznej?



Żywe organizmy – do których zaliczamy bakterie, grzyby, promieniowce, drobne zwierzęta glebowe, larwy owadów, dżdżownice oraz podziemne części roślin stanowią 10-15% materii organicznej w glebie. Odpowiadają one za rozkład resztek organicznych. Efektem ich działalności jest obieg składników pokarmowych w glebie. Składniki pokarmowe takie jak azot, fosfor, wapń czy mikroelementy są pobierane z resztek roślinnych ulegających rozkładowi i wbudowywane w ich organizmy. Po obumarciu składniki te są uwalniane do roztworu glebowego, skąd mogą być ponownie pobrane przez rośliny.

Szczątki organiczne - obumarłe organizmy żywe i ich części znajdujące się w różnym stopniu rozkładu, w których można zaobserwować strukturę tkanek.

Substancje próchnicze – bezpostaciowe, ciemno lub żółtawo zabarwione związki². Są bogatym źródłem azotu i fosforu – pobudzają i podtrzymują życie w glebie, spełniają istotną rolę w poprawie struktury gleby. Ich budowa fizyczna i chemiczna powoduje, że mogą „przytrzymywać” (sorbować) inne składniki pokarmowe. Mówimy, że próchnica wchodzi w skład kompleksu sorpcyjnego gleby (w skrócie zapisywany jako KS gleby), do którego należą też najdrobniejsze części ilaste, jednak próchnica ma kilka – kilkanaście razy większą pojemność sorpcyjną i odpowiada za 20-70% całkowitej pojemności sorpcyjnej gleby. Co ważniejsze, kompleksy sorpcyjne oddają lub pobierają składniki pokarmowe do i z roztworu glebowego w ten sposób, że nie powodują gwałtownych wzrostów i spadków stężenia roztworu glebowego, które byłoby szkodliwe dla roślin – co nazywamy właściwościami buforowymi.

Próchnica ma także dużą zdolność pochłaniania wody – każda część wagowa próchnicy może zatrzymać do 3-5 części wagowych wody dostępnej dla roślin. Dzięki ciemnej barwie, sprzyja lepszemu nagrzewaniu się gleb,

² takie jak kwasy huminowe, kwasy fulwowe, huminy oraz węglowodany (celuloza, lignina, skrobia) tłuszczowce.

poprawiając właściwości termiczne – gleby próchniczne, będące w dobrej strukturze i nie nadmiernie uwodnione nazywamy glebami ciepłymi.

Próchnica glebowa odgrywa istotną rolę w tworzeniu gruzełkowatej struktury gleby i jej trwałości. Czynnikiem decydującym o tych cechach są koloidalne związki próchniczne, kwasy huminowe i fulwowe. Działając jak lepiszcze sklejają części mineralne w małe gruzełki, tworząc optymalne dla rozwoju roślin warunki powietrzno-wodne.

Próchnica może nagromadzać wiele związków organicznych, takich jak witaminy, hormony, antybiotyki.

Powstawanie próchnicy i jej zawartość w glebie.

Klimat Polski nie sprzyja nagromadzaniu się próchnicy, dość długi okres wegetacyjny, długie okresy suszy powodują, że ulega ona mineralizacji. Przyjmuje się, iż 70-80% substancji organicznej ulega w glebie mineralizacji, a 20 -30% humifikacji tj. tworzenia próchnicy. Właśnie z procesem humifikacji mamy do czynienia w procesie kompostowania.

Proces rozkładu próchnicy nazywamy mineralizacją. W trakcie jego trwania związki organiczne rozkładają się do dwutlenku węgla, wody i amoniaku uwalniając jednocześnie składniki mineralne (stąd nazwa). Składniki w formie organicznej, jeszcze niedostępnej dla roślin, możemy uruchomić przyspieszając mineralizację np. poprzez obredlanie, bronowanie, opielenie. Napowietrzając glebę powodujemy także wzrost temperatury - procesy tlenowego rozkładu przebiegają znacznie szybciej, podobnie wzrost temperatury przyspiesza tempo mineralizacji.

Ograniczeniu strat składników pokarmowych na skutek szybkiej mineralizacji substancji organicznej sprzyja mniejsza intensywność uprawy mechanicznej, opóźnienie momentu uprawy roli oraz jak najwcześniejszy wysiew rośliny następczej.

Miarą poprawnego gospodarowania jest utrzymanie co najmniej zrównoważonego bilansu substancji organicznej w glebie. Jest to warunek podstawowy decydujący o żyzności, której wyznacznikiem jest między innymi

zawartość próchnicy w glebie. Bilans substancji organicznej są poprawiamy poprzez wysycenie zmianowania roślinami pozostawiającymi dużo resztek poźniwnych, nawożenie nawozami naturalnymi i organicznymi, uprawa międzyplonów, przyorywanie słomy.

Zbieranie słomy z pól i przeznaczenie jej do spalenia jest niczym innym jak gwałtowną mineralizacją – tracimy całą substancję organiczną zawartą w słomie. Jeśli bilans substancji organicznej w glebie jest niekorzystny to słomę zaorujemy lub zwracamy do gleby wraz z obornikiem.

Przybliżone dane dotyczące oddziaływania różnych grup roślin i nawozów na bilans substancji organicznej daje tablica reprodukcji i degradacji substancji organicznej według Eicha i Kundlera. Na podstawie tej tabeli możemy określić orientacyjny bilans substancji organicznej w glebie

Warstwa orna gleby (20 cm) na powierzchni jednego hektara waży około 3 000 ton, w związku z czym czystej próchnicy (jako suchej masy) w glebie o zawartości 1% jest 30 ton i odpowiednio 2% - 60 ton. Zawartość próchnicy w glebie można oznaczyć w laboratoriach analiz chemiczno-rolniczych.

Kształtowanie substancji organicznej w glebie

Z grubsza można proces wytwarzania próchnicy tak opisać: martwe szczątki roślinne i zwierzęce są przez jedne organizmy glebowe, głównie zwierzęta, rozdrabniane, przez wiele innych gatunków (mikroorganizmów i bezkręgowców) rozkładane, przez dalszych przedstawicieli mikroflory i fauny gleby przekształcane w trwałą próchnicę (humus). Próchnica jest substratem dla mikroorganizmów, zajmujących się jej rozkładem do związków mineralnych, które są ostatecznie wykorzystywane przez mikroorganizmy żyjące w ryzosferze (strefa korzeniowa roślin bogata w wydzieliny korzeniowe i obumarłe części korzonków). Produkty przemiany materii (metabolity) mikroorganizmów stanowią podstawowe i najlepsze źródło substancji pokarmowych oraz biologicznie czynnych roślin. Istotne jest to, że w każdym stadium rozwojowym rośliny skład mikroorganizmów ryzosfery jest inny i tak dopasowany, że jest w stanie przekazać roślinie takie substancje, które są jej potrzebne do życia i utrzymania dobrej kondycji.

Ogół żyjących w glebie organizmów to **edafon**. Różnorodność form organizmów glebowych, ale także ich liczebność i biomasa są zaskakująco duże. Oddziaływanie organizmów glebowych na środowisko ich życia oraz na kondycję roślin jest dopiero poznawane. Głównym motorem napędzającym procesy glebotwórcze, w tym przemiany fizyko-chemicznych właściwości gleb, są organizmy glebowe. Organizmy odpowiedzialne są w glebie także za udostępnianie roślinom wydzielanych przez nie substancji biologicznie czynnych, takich jak enzymy, witaminy, hormony roślinne. Substancje te niezbędne do prawidłowego rozwoju roślin zawarte są w śluzach, wydzielinach, wydalinach, w metabolitach organizmów oraz w obumarłych organizmach. W glebie, najliczniejsze są organizmy bardzo małe, mikroskopijnej wielkości. Im mniejszy organizm, tym z reguły szybsze jego rozmnażanie, ale i krótsze życie. W czasie procesów rozmnażania, życia i umierania dostają się do gleby metabolity oraz zawartość ciała organizmów. Wszystkie te substancje, tworzące często śluzy, stanowią lepiszcze sklejające minerały, a także cząstki mineralne i organiczne gleb w procesie tzw. koagulacji.

Stąd analizę właściwości fizycznych lub chemicznych, należy uznać jako raczej ocenę skutków, niż przyczyn procesów zachodzących w glebie (Górny 1992). Jeżeli badając glebę zaleca się pobraną jej próbkę o określonej objętości suszyć do stałej masy, aby następnie oceniać jej skład chemiczny, to trzeba wiedzieć, że nie dowiemy się w ten sposób, ile ze znalezionej w niej węgla, czy azotu znajdowało się w formie mineralnej, ile w martwych szczątkach organicznych, a ile w żywych organizmach. W związku z tym nie dowiemy się też jakie pierwiastki, w jakiej ilości i w jakim czasie ulegały przemieszczeniu między organizmami glebowymi, roślinami i środowiskiem glebowym.

Przydatna w tym wypadku jest tzw. próba szpadlowa.

Próba szpadlowa³

Do wykonania próby wystarczy szpadeł wykonany ze stalowej blachy o wymiarach 19×30 cm z płytkami nacięciami (karbami) co 5 cm do pomiaru głębokości próby (można je wykonać pilnikiem. Potrzebna też będzie podpórka (kołeczek drewniany o który oprzemy szpadeł do obserwacji).

Termin przeprowadzenia badań zależy od rodzaju uprawy i przedstawia się następująco:

- w zasiewach zbóż – ok. 3 tyg. przed zbiorem,
- w uprawie buraków i ziemniaków – w pierwszej połowie sierpnia,
- w łanie roślin pastewnych – przed drugim pokosem,
- na trwałych użytkach zielonych – między czerwcem a wrześniem,
- w międzyplonach – na przełomie września i października,
- w uprawach wieloletnich – w czerwcu, w okresie najbardziej intensywnego tworzenia się korzeni.

W określonych terminach udajemy się w pole, wykopujemy dołek na głębokość sztychu, następnie zbieramy ściankę wykopu (około 15-20 cm. Szpadeł opieramy o podpórkę i oceniamy właściwości gleby. Na polu pokrytym równym, gęstym łanem wyznaczamy miejsce odznaczające się dobrym, bujnym wzrostem roślin. Jeśli różnice wzrostu roślin są znaczne, należy zbadać zarówno dobre, jak i złe stanowiska.

Jak analizować próbkę?

Blok glebowy należy analizować w 3 kategoriach:

1. struktury makroskopowej profilu warstwy ornej i podornej (zawartość kamieni, uwarstwienie, poziomy glebowe, barwa informująca o zawartości próchnicy);
2. cech charakteryzujących sprawność gleby (gruzełki, stan resztek poźniowych, brodawki korzeniowe);
3. korzeni i fauny glebowej.

³Wykorzystano obserwację w trakcie próby oraz filmy dostępne pod adresami <https://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/allgemeiner-pflanzenbau/boden/bodenbeurteilung-im-feld>; <https://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/allgemeiner-pflanzenbau/boden/vertiefte-untersuchung-des-bodens/>

Sprawność roli

Sprawność roli można ocenić także na podstawie wyglądu wymieszanych z glebą nadziemnych resztek roślin. Resztki te w glebie sprawnej, w ciepłej porze roku, ulegają rozkładowi w ciągu 3–4 tygodni. Resztki słomy, które dostały się po żniwach do gleby, powinny być już w końcu października ciemnobrązowe, a na wiosnę zakopane źdźbła powinny się łatwo rozpaść. Ważną cechą sprawnej gleby jest zjawisko powstawania u roślin motylkowatych brodawek korzeniowych, w których żyją bakterie wiążące azot atmosferyczny. Brodawki tworzą się jednak tylko wtedy, gdy gleba zawiera wystarczającą ilość tlenu oraz posiada odpowiednią sprawność.

Korzenie roślin powinny rozrastać się bez skrętów z góry w dół i na boki oraz równomiernie się rozgałęziać.

Nie powinna występować strefowość rozgałęziania. Korzenie pozaginane wskazują często na omijanie zbitych warstw gleby. W krańcowych sytuacjach może dojść do poziomego zagięcia wszystkich korzeni, co oznacza występowanie warstw nieprzepuszczalnych (podeszwy płużnej).

Po przeanalizowaniu systemu korzeniowego należy poszukać obecności większych zwierząt glebowych. Szczególnie ważne są korytarze dżdżownic oraz ich rozkład i liczba. Korytarze dżdżownic powinny być równomiernie rozmieszczone w profilu glebowym. Jeśli dłuższe odcinki korytarzy są wąskie, jasne i prawie proste, oznacza to, że przebiegają one przez fragmenty gleby bezwartościowej biologicznie, zazwyczaj nadmiernie zagęszczonej i ubogie w próchnicę.

Dżdżownice

Darwin oszacował, że grunty orne zawierają do 130 000 sztuk/ha, ale nowsze badania przyniosły dane sugerujące, że nawet słaba gleba może pomieścić 620 000 szt./ha, podczas gdy bogate, żyzne grunty rolne mogą mieć aż do 4 300 000 szt./ha, co oznacza, że masa dżdżownic pod ziemią rolnika może być większa niż masa żywego inwentarza na jej powierzchni.

Ktoś może zapytać: „Po co w pracy o składnikach pokarmowych zajmować miejsce pisząc o dżdżownicach?”. Warto się jednak zapoznać z ich biologią, tym bardziej, że dżdżownice są bezpośrednio związane z chemizmem gleby. Populacje dżdżownic zależą bowiem zarówno od właściwości fizycznych, jak i chemicznych gleby, takich jak temperatura, wilgotność, pH, zawartość soli, napowietrzenie i tekstura, a także od dostępnego pożywienia oraz zdolności gatunku do rozmnażania się i rozprzestrzeniania. Jednym z najważniejszych czynników środowiskowych jest odczyn pH, choć dżdżownice różnią się preferencjami, to większość preferuje gleby neutralne do lekko kwaśnych. Najpopularniejsze w Polsce *Lumbricus terrestris* jest jeszcze obecna przy pH 5,4, by całkiem zanikać na glebach silnie kwaśnych

Główne korzyści wynikające z działalności dżdżownic dla żyzności gleby dla rolnictwa można podzielić w następujący sposób⁴:

Biologiczne: W wielu glebach dżdżownice odgrywają główną rolę w przekształcaniu dużych kawałków materii organicznej w bogatą próchnicę, poprawiając w ten sposób żyzność gleby. Osiąga się to poprzez działania polegające na wciąganiu pod powierzchnię osadzonej materii organicznej, takiej jak opadające liście lub obornik, w celu zdobycia pożywienia lub zatkania nory. W norze dżdżownica rozdrabnia liść, częściowo go trawi i miesza z ziemią. Odchody mogą zawierać o 40% więcej próchnicy niż reszta gleby. Odchody w postaci koprolitów są osadzane na powierzchni lub w głębi gleby.

Substancja chemiczna: oprócz martwej materii organicznej dżdżownica połyka również wszelkie inne cząsteczki gleby, które są wystarczająco małe — w tym ziarna piasku o wielkości do 1,3 mm — do żołądka, w którym te drobne fragmenty piasku mielą wszystko na drobną pastę, która jest następnie trawiona w jelicie. Kiedy robak wydalą to w postaci koprolitów, osadzanych na powierzchni lub głębiej w glebie, minerały i składniki od-

⁴ Edwards, Clive A.; Lofty, J. R. (1977). *Biology of Earthworms*. London: Chapman & Hall. pp. preface.

żywce roślin są zmieniane w formę dostępną dla roślin. Badania przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych pokazują, że świeże odchody dżdżownic są bogatsze w dostępny azot, fosforany i w dostępny potas niż otaczające je gleby. W warunkach obfitości próchnicy waga wyprodukowanych koprolitów może przekraczać 4,5 kilograma na osobnika rocznie.

Tabela 1. Zwiększenie dostępności składników pokarmowych dzięki aktywności dżdżownic

Składnik	Koprolity dżdżownic	Gleba	Zwiększona dostępność
ton/ha			%
Węgiel	191,52	87,92	218
Azot	12,0064	7,84	153
Fosfor	0,3136	0,0448	700
Potas	1,008	0,1568	643

wg Graff , gleba 4% subst. Org.

Fizyczne: rycie dżdżownicy tworzy wiele kanałów w glebie i ma wielką wartość w utrzymaniu struktury gleby, umożliwiając procesy napowietrzania i drenażu. Współzałożyciel permakultury, Bill Mollison, zwraca uwagę, że ślizgając się w swoich tunelach, dżdżownice „działają jak niezliczona armia tłoków pompujących powietrze do i z gleby w cyklu 24-godzinny (szybciej w nocy)”. W ten sposób dżdżownica nie tylko tworzy kanały dla powietrza i wody, które przechodzą przez glebę, ale także modyfikuje ważny składnik organiczny, który sprawia, że gleba jest zdrowa. Dżdżownice sprzyjają tworzeniu się bogatych w składniki odżywcze koprolitów (kulczek gleby, stabilnych w śluzie glebowym), które charakteryzują się wysoką agregacją gleby oraz żyznością i jakością gleby.. Dżdżownice przyspieszają obieg składników odżywczych w systemie gleba-roślina poprzez fragmentację i mieszanie resztek roślinnych – fizyczne mielenie i trawienie chemiczne. Dlatego jednym z najcenniejszych nawozów organicznych jest

wermikompost czyli kompost dżdżownicowy.



Nawozy naturalne

Obornik zwierzęcy jest tradycyjnie kluczowym nawozem w organicznym i zrównoważonym gospodarowaniu glebą. Jest najskuteczniej stosowany w połączeniu z innymi zrównoważonymi praktykami. Obejmują one płodozmian, uprawy międzyplonowe, nawozy zielone, wapnowanie oraz dodawanie innych naturalnych lub biologicznie przyjaznych nawozów i dodatków. W produkcji ekologicznej obornik jest powszechnie stosowany na polu w stanie surowym (świeżym lub suszonym) lub kompostowanym.

Stosowanie surowego obornika: problemy i rozwiązania

Surowy obornik jest doskonałym surowcem do ekologicznej produkcji roślinnej. Dostarcza składników odżywczych i materii organicznej, stymulując procesy biologiczne w glebie, które pomagają budować żyzność. Mimo to istnieje szereg ostrzeżeń i ograniczeń, opartych na obawach dotyczących jakości produktów, zanieczyszczenia żywności, braku równowagi żyzności gleby, problemów z chwastami i zagrożeń związanych z zanieczyszczeniem.

Obawy dotyczące jakości produkcji

Od dawna wiadomo, że niewłaściwe stosowanie surowego obornika może niekorzystnie wpływać na jakość upraw surowych warzyw, takich jak ziemniaki, ogórki, kabaczek, rzepa, kalafior, kapusta, brokuły i jarmuż. Rozkładając się w glebie, obornik uwalnia związki chemiczne, takie jak skatol, indol i inne fenole. Po wchłonięciu przez rosnące rośliny związki te mogą nadawać warzywom nieprzyjemny smak i zapach. Z tego powodu surowego obornika nie należy stosować bezpośrednio w uprawach warzyw – co jest zresztą wyraźnie zabronione w prawie nawozowym; zamiast tego należy go rozsiewać na poplonach posadzonych w poprzednim sezonie. Na przykład obornik drobiowy może być używany do nawożenia ozimych roślin okrywowych, które zostaną wprowadzone przed wiosennymi nasadzeniami warzyw. Stosowanie surowego obornika często wiąże się z brakiem równowagi w zasobności gleby.

Istnieje kilka przyczyn: obornik jest często bogaty w określone składniki odżywcze, takie jak fosfor lub potas. Chociaż te składniki odżywcze są bardzo korzystne dla upraw, wielokrotne stosowanie obornika może spowodować ich wzrost do nadmiernych poziomów. Dobrym przykładem jest nadużywanie obornika od brojlerów, co prowadzi do nadmiernego nagromadzenia fosforu w glebie i zanieczyszczenia wód powierzchniowych. Nadmiar składników odżywczych „wiąże” także inne składniki – w przypadku fosforu dotyczy to mikroelementów. Nadmiar fosforanów zakłóca pobieranie przez rośliny zarówno miedzi, jak i cynku; nadmiar potasu może ograniczać bor, mangan, a nawet magnez. Ciągłe stosowanie obornika ma tendencję do zakwaszania gleby. Gdy obornik się rozkłada, uwalnia różne kwasy organiczne, które pomagają w udostępnianiu minerałów w glebie – ta zaleta obornika jest często niedoceniana. Jednak z biegiem czasu proces ten wyczerpuje glebę w wapń i powoduje, że poziom pH spada poniżej optymalnego dla większości upraw. Obornik dostarcza trochę wapnia, ale nie na tyle, aby zrównoważyć tendencję do zwiększonej kwasowości. Stosowanie na uprawę świeżego obornika zawierającego duże ilości azotu i soli może mieć takie same skutki, jak nadmierne stosowanie rozpuszczal-

nych nawozów handlowych — może spalić korzenie siewek, zmniejszyć odporność na szkodniki i skrócić okres przydatności do spożycia produktów.

Aby uniknąć nierównowagi spowodowanej obornikiem, należy monitorować żyzność gleby, stosując co 5-7 lat analizę gleby. Należy użyć wapna lub innych nawozów uzupełniających niedobory, aby zapewnić równowagę w glebie ewentualnie w razie potrzeby trzeba ograniczać dawki.

Zrozumienie potrzeb gleby to tylko część równania. Trzeba także znać zawartość składników w oborniku, który stosujemy. Standardowe wartości nawozów naturalnych powinny być używane tylko do przybliżenia. Dokładna zawartość składników odżywczych w każdym oborniku zależy nie tylko od gatunku zwierząt gospodarskich, ale także od podawanej dawki pokarmowej, rodzaju użytej ściółki ilości dodanej cieczy. Ponadto niektóre tradycyjne założenia dotyczące składu obornika często wymagają aktualizacji.

Ze względu na obfitość siarki w racjach pokarmowych, obornik od dawna uznawany jest za dobre źródło siarki. Jednak obecnie dzięki kontroli zanieczyszczeń zmniejszono osadzanie się siarki z atmosfery. Niedobory siarki pojawiają się więc na wielu glebach, a jej poziom w oborniku może być również zmniejszony. Wskazane jest, aby przynajmniej raz zbadać obornik na zawartość podstawowych składników, aby ocenić jego wartość nawozową

Kompost

Kompost pozwala na szybsze zwiększenie ilości próchnicy w glebie, poprawia strukturę gleby i jej kompleks sorpcyjny, ułatwia nagrzewanie i przewietrzanie gleby. Jest bogaty w składniki pokarmowe, m.in. azot i w substancje biologicznie czynne. W trakcie przygotowania kompostu następuje redukcja patogenów (z wyjątkiem grzybowych) i szkodników roślin, a także rozkład substancji szkodliwych.

Pryzma kompostowa powinna być usytuowana w miejscu łatwo dostępnym

nym, w pobliżu budynków inwentarskich lub na polu, najlepiej obok żywopłotu z leszczyny, czarnego bzu, grabu itp. Miejsce pod pryzmę i dojazd powinny być utwardzone, ale nie betonowane. Wskazane jest założenie kilku pryzm. Z jednej dojrzały kompost jest wybierany. W drugiej kompost dojrzewa. Trzecia pryzma jest w trakcie formowania. Prawidłowo uformowana pryzma kompostu powinna mieć przekrój o kształcie trapezu.

Są różne sposoby formowania pryzmy kompostowej. Oto jeden ze sposobów: z rozrzutnika obornika wymontować pionowy adapter roztrzaskający. Wrzucać obornik oraz przygotowaną słomę, zielonki, odpadki gospodarskie i domowe nawozy mineralne w tym wapniowe, np. dolomit w ilości 4-5 kg/1 m³ kompostu. Dodaje także ziemi (ok. 1/10 objętości pryzmy), z tym, że jeśli kompost będzie stosowany na gleby ciężkie dodaje się do kompostu piasek, jeśli na gleby lekkie - dodaje się glinę lub ił. W trakcie rozładowania wszystkie składniki mieszają się. Należy zwrócić uwagę, aby w materiale organicznym, który przeznaczamy na kompost proporcja C:N wynosiła jak 15-30:1. Ocenę ułatwi tabela 2.

Tabela 2. C:N w suchej masie materii organicznej

Materia organiczna	C:N
Mocz	0,8:1
Gnojówka	1,9-3,1:1
Odpady z rzeźni	2:1
Zielona masa roślin motylkowatych	6-10:1
Trawa świeżo skoszona	12:1
Odpady warzywne, np. kapustne	12:1
Obornik pryzmowany	15:1
Słoma roślin strączkowych	15:1
Lucerna	16-20:1
Świeży obornik z małą ilością słomy	20:1
Odpadki kuchenne	23-25:1

Łęty ziemniaków	25:1
Świeży obornik z dużą ilością słomy	30:1
Ściółka liściasta	45-50:1
Słoma owsiana	50:1
Słoma żytnia	65:1
Słoma pszenna	100-135:1
Przegniłe trociny	200-210:1
Świeże trociny	500-510:1

Pryzmę układa się do pełnej szerokości roboczej rozrzuтника, który podjeżdża do czoła pryzmy. Kompostowanie (humifikacja) zachodzi jedynie przy dostępie tlenu i przy odpowiedniej wilgotności masy organicznej (po wzięciu do ręki czuje się wilgoć, ale nie da się wycisnąć wody). Latem pryzmę należy polewać raz w tygodniu. Kompost dojrzewa od I do 1,5 roku bez przerabiania lub po upływie ok. 1/2 roku przy 2-3 krotnym przerobieniu. Dojrzały kompost ma jednolitą masę, barwę ciemnobrunatną do czarnej, zapach świeżo zaoranej gleby, konsystencję torfu, nie brudzi rąk.

Jeden m³ dojrzałego kompostu waży ok. 600 kg. Zakładając, że na 1 ha daje się 10 ton kompostu co roku lub 30-40 ton co 3 lata, należy obliczyć objętość pryzmy i przygotować odpowiednią ilość kompostu.

Nawozy zielone

Nawozy zielone są cennym uzupełnieniem obornika i kompostu. Znaczenie roślin bobowatych jest wielostronne: tworzą okrywą gleby i jej ochronę, wzbogacają ilość materii organicznej w glebie, aktywizują życie gleby, sprzyjają spulchnieniu gleby i poprawieniu jej struktury, dostarczają wielu składników pokarmowych roślinom uprawnym, w tym szczególnie azotu, a jednocześnie ograniczają ich wymywanie, dostarczają użytków pszczelich (szczególnie facelia) oraz są pokarmem wielu dziko żyjących ssaków zimą.

Na nawozy zielone można uprawiać:

- rośliny bobowate - w tym na plon główny łubin lub peluszkę, a jako wsiewki w zboża: seradełę, białą i czerwoną koniczynę, lucernę chmielową; na poplony ścierniskowe: łubin, peluszkę i ich mieszanki,

na poplony ozime wykę kosmatą (ozimą);

- rośliny niebobowate: gorczyca, facelia, rzepik, rzepak, rzodkiew oleista, owies, słonecznik, perko, rajgras włoski i angielski oraz mieszanki: owies z grochem, gorczyca z facelią, żyto z wyką.

W krótkim czasie dużej masy dostarczają gorczyca i owies. Facelia wzbogaca płodozmian. Koniczyna i inne motylkowate z pomocą bakterii *Rhizobium* wiążą azot atmosferyczny i dostarczają go roślinom uprawnym.

Zielony nawóz można tworzyć w trojaki sposób: przez przyoranie całych roślin celowo uprawianych na zieloną masę, przez przyoranie międzyplonów, przez przyoranie resztek poźniwnych (wpływ tylko części korzeniowych);

W rolnictwie ekologicznym celem nawożenia jest: dostarczanie substratu organizmom glebowym, podwyższenie żyzności gleby, stworzenie optymalnych warunków rozwoju roślin. Planując nawożenie trzeba wziąć pod uwagę, że poza nawozami dostarczonymi przez rolnika pewna ilość substancji dostaje się do gleby, powietrza, a także, że pozostają w glebie resztki poźniwne (tabela 3.).

**Tabela 3. Resztki poźniwne najważniejszych grup roślin uprawnych
(w t/ha suchej masy)**

Grupy roślin uprawnych	dt/ha suchej masy
Zboża (ściernisko)	1,5-2,0
Okopowe	0,6-1,0
Mieszanki motylkowatych i traw	4,0-20,0
Międzyplony ozime	Ok. 2,0
Poplony ścierniskowe	Ok. 1,0
Wsiewki	2,0-2,5
Warzywa	2,0-4,0

W bezinwentarzowym gospodarstwie ekologicznym wykorzystuje się m.in. następujące źródła składników pokarmowych roślin: uprawy roślin motylkowatych lub zakupione nawozy organiczne z innych gospodarstw - jako

źródło azotu; fosforyty (o max. zawartości Cd do 90 mg/l kg P₂O₅) lub mączkę kostną, jako źródła fosforu; mączki skalne np. kainit, sylwin, kopalne sole potasowe – jako źródło potasu; mączki skalne z dolomitu, kredy, fosforytów wapniowych itp. jako źródło wapnia; dolomit, kredę magnezową, margiel jako źródło magnezu. W zależności od stanu gleby i przewidywanej struktury zasiewów w gospodarstwie, trzeba zastanowić się nad strategią działań. W tab.3 podano propozycje rozważenia strategii nawożenia, z uwzględnieniem celów doraźnych i/lub perspektywicznych.

Tabela 4. Strategia nawożenia (M.Górny 1992)

Działanie perspektywiczne-

kompost

Cele ekologiczne, podwyższanie żyzności gleby

Działanie doraźne-

obornik

Cel zwiększenie plonu, zwiększenie zysku

Nadmiar obornika	Kompost
Niedobór obornika	Pryzmowany obornik
Mało próchnicy w glebie	Kompost
Brak potasu w glebie	Pryzmowany obornik
Gleby ciężkie (iły, gliny)	Pryzmowany obornik
Gleby gliniasto-piaszczyste lub piaszczysto-gliniaste	Pryzmowany obornik
Gleby lekkie (piaszczyste)	Kompost
Nadmiar azotu w glebie (znaczny udział bobowatych w zmianowaniu)	Kompost
Niedobór azotu	Pryzmowany obornik
Długi okres wegetacji	Kompost
Krótki okres wegetacji	Pryzmowany obornik
Niewielki zapotrzebowanie roślin na substancje pokarmowe	Kompost
Znaczne zapotrzebowanie roślin na substancje pokarmowe	Pryzmowany obornik

Wg. Górny 1992

3. Bilansowanie składników w rolnictwie ekologicznym.

Analizy glebowe i ich interpretacja

Przejsście od nawożenia mineralnego do gospodarowania składnikami odżywczymi.

Często zdarza się, że zasobność gleb w podstawowe składniki przedstawia dużo do życzenia. Należy pamiętać, że gospodarstwo gdzie rozpoczyna się konwersję, ma swoją historię i bagaż nawożenia. Jeżeli wyniki analizy gleby są bardzo słabe, to dobrze jest uzupełnić niedobory zanim zaczniemy przedstawiać je na produkcję ekologiczną. Zwracamy uwagę przede wszystkim na najniższe zasobności i drastyczne niedobory.

Przygotowując się do przedstawiania na produkcję ekologiczną należy wykonać analizę chemiczną gleby

W Stacjach Chemicznych bądź innych laboratoriach analiz chemiczno-rolniczych należy zlecić wykonanie analizy gleb dla upraw polowych i trwałych użytków zielonych. W badaniu podstawowym oznaczane są:

- odczyn gleby (pH w KCl),
- zawartość fosforu (P_2O_5),
- potasu (K_2O),
- magnezu (MgO)

Zawartość azotu nie jest oznaczana dla upraw polowych standardowo, ze względu na bardzo dużą zmienność przyswajalnej formy tego składnika. W gospodarstwach uprawiających warzywa polowe, dla bardziej precyzyjnego nawożenia możemy zażądać analizy ogrodniczej (oprócz wymienionych składników, zasolenie, zawartość wapnia i azotu przyswajalnego).

W Centrum Doradztwa w Brwinowie Oddział w Radomiu dokonano analiz gleb z 20 gospodarstw ekologicznych w kraju. Wyniki były bardzo zróżnicowane. Obok gospodarstw posiadających gleby o zasobności bardzo dobrej i dobrej, było sporo gospodarstw i konkretnych pól na których występowały drastyczne niedobory składników – zakwaszone, o niedoborach fosforu, potasu i magnezu. Analiza tego stanu rzeczy pozwoliła na pewne spostrzeżenia (nie będące jednak ściśle naukowym rozumowaniem, ze względu na zbyt małą liczbę danych). Gospodarstwa, które prowadzą produkcję ekologiczną ponad 5 lat i gospodarstwa posiadające produkcję zwierzęcą miały zdecydowanie lepsze zasobności. W gospodarstwach, które niedawno rozpoczęły przestawianie, szczególnie na działkach dzierżawionych bądź świeżo nabytych było najwięcej niedoborów. Co ciekawsze rysuje się pewna zależność – im dalej pole położone jest od ośrodka gospodarczego, tym więcej problemów. Wiąże się to prawdopodobnie z gospodarką obornikiem - wywozi się go najczęściej na pola bliższe.

GOSPODARSTWO EKOLOGICZNE I (GLEBY LEKKIE)

pH		FOSFOR		POTAS		MAGNEZ	
w KCl	wapnowanie	mg	zasobność	mg	zasobność	mg	zasobność
3,9	konieczne	8,9	niska	6,2	niska	2,9	niska
4,3	konieczne	23,3	b. wysoka	14	średnia	5	średnia
4	konieczne	7,5	niska	6,7	niska	3,5	średnia
4,8	potrzebne	7	niska	11,7	średnia	7,8	b. wysoka
4,4	konieczne	7,9	niska	4,7	b. niska	4	średnia

Źródło: analizy własne CDR Radom

Należy pamiętać, że gospodarstwo gdzie rozpoczyna się konwersję, ma swoją historię i bagaż nawożenia. Jeżeli wyniki analizy gleby są bardzo słabe, to dobrze jest uzupełnić niedobory zanim zaczniemy przestawiać je na produkcję ekologiczną. Zwracamy uwagę przede wszystkim na najniższe

zasobności i drastyczne niedobory. W gospodarstwie powyżej takim poważnym problemem jest odczyn gleby. Żadne działania nawozowe bez podniesienia odczynu nie będą skuteczne. Trzeba się także liczyć z faktem, że jednorazowe zastosowanie pełnej dawki nie podniesie odczynu do poziomu wymaganego. W gospodarstwie należy wdrożyć program uprawy międzyplonów i zwiększyć ilość upraw głęboko korzeniących się w celu podniesienia poziomu P i K. Racjonalne będzie zastosowanie fosforytów mielonych i nawozów potasowych. Na przykład racjonalnym jest zaplanowanie stosowania nawozu potasowego wiosną na polu przeznaczonym pod uprawę ziemniaka. Można zastosować kainit, który zawiera ok. 12-15% potasu, ale również 3-6% Mg i szereg mikro-elementów. Z kolei kalimagnezja (dostępna pod nazwą handlową „Patentkali”) jest nawozem bardziej skoncentrowanym – zawiera 26-29% potasu i 9-10% magnezu, ale jest nawozem droгим.

GOSPODARSTWO EKOLOGICZNE II

pH		FOSFOR		POTAS		MAGNEZ	
w KCl	wapnowanie	mg	zasobność	mg	zasobność	mg	zasobność
7,5	zbędne	22	b. wysoka	8,2	niska	13,2	b. wysoka
7,2	zbędne	19,4	wysoka	10	niska	12	b. wysoka
7,1	zbędne	32,6	b. wysoka	19,5	wysoka	15,6	b. wysoka
6,7	zbędne	13,8	średnia	17,2	wysoka	17,3	b. wysoka
7,2	zbędne	51,9	b. wysoka	18,3	wysoka	17,3	b. wysoka

Źródło: analizy własne CDR Radom

Gospodarstwo (faktycznie istniejące) prowadzi prawidłową gospodarkę nawozową. Następne próby należy pobrać za 10 lat. Gospodarstwo to ma obsadę zwierząt 0,8 DJP/ha, uprawia warzywa, ma wręcz modelowy płodozmian, stosuje poplony i rośliny bobowate. Ważnym elementem bilansowania składników są przygotowywane w nim komposty dżdżownicowe (wermikomposty).

Odczyn gleb

Optymalizacja odczynu gleby warunkiem udanej produkcji

Poniżej przedstawiono pięciostopniową skalę potrzeb wapnowania.

Tabela 5. Przedziały potrzeb wapnowania

Kategoria agronomiczna gleby (ciężkość gleby)	Zakresy odczynu pH dla przedziałów potrzeb wapnowania				
	konieczne	potrzebne	wskazane	ograniczone*	zbędne
bardzo lekkie	do 4,0	4,1-4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	od 5,6
lekkie	do 4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	od 6,1
średnie	do 5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	od 6,6
ciężkie	do 5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	6,6-7,0	od 7,1
użytki zielone	do 5,0	5,1-5,5	5,6-6,0		

** To jest odczyn najlepszy dla intensywnych uprawianych na tym typie gleb*

Źródło: IUNG PIB „Zalecenia nawozowe” 2005

Wskaźnik pH dla gleb przybiera najczęściej wartości od 4,0 do 7,5. Im niższa wartość tym gleba kwaśniejsza. Powyżej 6,5 mówimy o glebach obojętnych i zasadowych. Najbardziej odpowiedni odczyn został zaznaczony zaciemnieniem, „idealny” odczyn to górny zakres. Proszę zwrócić uwagę, że dla gleb bardzo lekkich i lekkich wystarczy odczyn lekko kwaśny 5,1 do 6,0. Ważną zasadą jest odkwaszenie gleb o przedziałach wapnowania koniecznym i potrzebnym. Na takich glebach rośliny zawsze będą się rozwijały źle, a rośliny wrażliwe na niski odczyn (jęczmień, pszenica, kukurydza, lucerna, koniczyna, soja, groch) mogą nie wydać plonu. Pola takie należy zwapnować w pierwszej kolejności. Zanim zwapnujemy możemy uprawiać rośliny odporne na zakwaszenie (żyto, seradellę, łubin żółty czy trawy).

Wapno do wapnowania powinno być dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Warto wiedzieć, że takie dopuszczenie jest udzielane do wapien będących naturalnymi kopalinami – skał wapiennych lub dolomitowych (zawierają dodatkowo magnez), które zostały poddane tylko mieleniu i przesiewaniu. Wapna nawozowe zawierają różną zawartość czystego składnika (CaO). Wapna niemagnezowe od 30 do 60% CaO. Wapna magnezowe więcej. Jednorazowe zastosowanie wapna magnezowego to 300 do 500 kg magnezu – ilość wystarczająca roślinom na dziesięciolecie.

***Tabela 6. Dawki nawozów wapniowych (orientacyjne)
w tonach CaO na hektar***

Potrzeby wapnowania gleb	Kategoria agronomiczna gleb (ciężkość)				Na użyt- kach ziolo- nych
	bardzo lekkie	lekkie*	średnie**	ciężkie	
Konieczne	3,0	3,5	4,5	6,0	3,5
Potrzebne	2,0	2,5	3,0	3,0	2,5
Wskazane	1,0	1,5	1,7	2,0	1,5
Ograniczyć	0	1,0	1,0	0	0
Zbędne	0	0	0	0	0

* dla gatunków wrażliwych jak dla średnich ** dla gatunków niewrażliwych jak dla lekkich

Źródło: IUNG PIB „Zalecenia nawozowe” 2005

Tabela 7. Rozwój mikroflory zależnie od odczynu

<i>Grupa drobnoustrojów</i>	<i>Drobnoustroje</i>	<i>Odczyn optymalny</i>	<i>Dolna granica tolerancji</i>
Drobnoustroje rozkładające materię organiczną	grzyby	4,0-5,0	1,5-2,0
	amonifikatory	6,2-7,0	-
	denitryfikatory	7,0-8,0	-
	nitryfikatory	6,5-7,2	4,8-5,0
	uruchamiające P	6,5-7,5	-
Bakterie asymilujące azot	Symbiotyczne:		
	lucerny	6,8-7,2	4,9-5,0
	koniczyny	6,8-7,2	4,2-4,7
	grochu	6,5-7,0	4,0-4,5
	wyki	6,5-7,0	4,0-4,5
	łubinu	5,5-6,5	3,2-3,5
	seradeli	5,5-6,5	3,2-3,5
	Niesymbiotyczne:		
	<i>Azotobacter</i>	6,5-7,5	5,5-6,0
	<i>Clostridium pasteurianum</i>	5,0-7,0	4,7-5,0

K. Jończyk, Nawożenie w gospodarstwie ekologicznym, Radom 2009

Podstawowe makroskładniki NPK

W rolnictwie konwencjonalnym potrzeby nawozowe są pokrywane nawozami mineralnymi, stosowanymi w dawkach uzależnionych od wielkości uzyskiwanych plonów i zasobności gleby.

W rolnictwie ekologicznym podstawowym źródłem składników pokarmowych są:

- nawozy naturalne i organiczne,
- azot wiązany biologicznie (rośliny bobowate jako główne źródło)
- składniki uwalniające się z rozkładu mineralnych i organicznych składników gleby (mineralizacja substancji organicznej)

Dąży się do utrzymania możliwie zamkniętego obiegu składników pokarmowych w ramach gospodarstwa. W praktyce obieg ten nie może być jednak zamknięty, gdyż pewne ilości składników są wywożone poza gospodarstwo ze sprzedawanymi ziemioplodami, szczególnie duże w przypadku roślin okopowych i warzyw. Określona ilość ulega również rozproszaniu poprzez wymywanie (azotany i potas, wapń i magnez) oraz straty gazowe (azot). W konsekwencji ilość dostępnych składników nawozowych, a przede wszystkim azotu, jest najczęściej czynnikiem decydującym o wielkości uzyskiwanego plonu.

Azot

Jest najbardziej deficytowym składnikiem w rolnictwie ekologicznym. Można powiedzieć, że działamy w warunkach różnego poziomu niedoboru tego (przecież głównego) składnika. O ile w początkowych fazach rozwoju roślin nie ma problemów z jego niedoborem, to szczególnie w późnych fazach, gdy znacząco rośnie masa roślin i pobranie, występuje deficyt, który ogranicza plon. Nie ma natomiast nawozów mineralnych, szybko działających, które mogłyby ten deficyt pokryć. Najbardziej zauważalne są niedobory w uprawach ozimych (rzepak, jęczmień, pszenica) kiedy zaczyna brakować składnika już w fazie strzelania w źdźbło.

Trzeba też pamiętać, że kukurydza, jęczmień czy pszenica potrzebują 25-27 kilogramów azotu na tonę plonu, a rzepak 50 kg – jeśli chcemy uzyskać plony powyżej 6 ton zbóż i 3 tony rzepaku, to rośliny muszą pobrać ponad 150 kg N. Z mineralizacji próchnicy i rezerw glebowych dostępne jest około 50 kg, z dawką obornika 30 ton dostarczymy około 50 kg (azotu w oborniku jest więcej około 120 kg, ale w pierwszym roku możliwe jest pobranie

nie więcej niż 40% azotu). Jeżeli chcemy uzyskać zadowalające plony, należy znaleźć dodatkowe źródło – np. dobry przedplon z roślinami bobowatymi, czy przyorane udane międzyplony – to będzie właśnie te brakujące >50 kg azotu.

Ocena dostępności tego składnika dla roślin w ramach pola płodozmianowego lub gospodarstwa jest bardzo trudna, gdyż jego źródłem są:

- nawozy naturalne i organiczne (zawartość azotu w świeżej masie obornika wynosi 0,4-0,6%, a w kompostach gospodarskich 0,4-0,7%). Przyjmuje się, że rośliny uprawiane w pierwszym roku po zastosowaniu tych nawozów mogą pobrać do 40% azotu, w drugim 10-20%, a w trzecim 5-10%;
- wiązanie symbiotyczne azotu przez bakterie z rodzaju *Rhizobium* współżyjące z roślinami motylkowatymi.
- wiązanie azotu przez drobnoustroje niesymbiotyczne (bakterie, promieniowce i grzyby), przy czym największą rolę w tym procesie odgrywają bakterie. Szacuje się, że w ten sposób może być związane w ciągu roku 10-40 kg N/ha, ale tylko w warunkach uregulowanego odczynu i dobrej struktury gleby;
- mineralizacja substancji organicznej gleby. Każdego roku około 2% próchnicy ulega mineralizacji, z czym jest związane przejście azotu w formy dostępne dla roślin. Jednak podobne ilości materii organicznej ulegają humifikacji, a w rolnictwie ekologicznym powinny być one nawet większe, aby mogła wzrastać zawartość próchnicy w glebie, z czym wiąże się również włączenie odpowiedniej ilości azotu pochodzącego z innych źródeł;
- opad atmosferyczny. Szacunkowa ilość azotu wnoszonego do gleby z opadem atmosferycznym w ciągu roku wynosi w Polsce około 12-20 kg/ha, przeciętnie 17 kg/ha.

Po stronie rozchodów azotu należy natomiast uwzględnić:

- azot zawarty w sprzedawanych produktach roślinnych i zwierzęcych;

- straty azotu w czasie składowania i stosowania nawozów naturalnych, straty gazowe z gleby będące następstwem denitryfikacji oraz wymywanie pewnej ilości azotanów. W rolnictwie ekologicznym straty te są minimalizowane, poprzez odpowiedni płodozmian i zabiegi uprawowe. Jednak według badań naturalna ilością rozproszoną do atmosfery jest około 30 kg (Granstaedt 2015)

W systemie ekologicznym największy deficyt składników pokarmowych występuje w fazie strzelania w źdźbło pszenica pobiera znacznie mniejsze ilości składników nawozowych, niż w systemie konwencjonalnym. Oceniając stan odżywienia roślin w tej fazie rozwojowej odnotowano największy względny deficyt azotu w stosunku do systemu konwencjonalnego. Niedobór azotu w tej fazie powoduje słabe rozkrzewienie produkcyjne zbóż, czego następstwem jest niska obsada kłosów. Wyniki wskazują, że dla wielkości uzyskiwanych plonów zbóż w rolnictwie ekologicznym, ***kluczowe znaczenie ma lepsze zaopatrzenie zbóż w azot w początkowych fazach rozwojowych na wiosnę.***

Jest to jednak bardzo trudne, gdyż wczesną wiosną przebieg procesów biologicznych w glebie jest powolny, z uwagi na niższe temperatury i nawet w przypadku gleb zasobnych w materię organiczną nie gwarantuje odpowiedniego zaopatrzenia zbóż w ten składnik. W doświadczeniach wysiew pszenicy ozimej po bardzo udanej koniczynie z trawami użytkowanej przez okres dwóch lat, nie zapewnił odpowiedniego zaopatrzenia w azot w początkowych fazach rozwojowych.

W fazie kłoszenia różnice w zawartości azotu w roślinach pomiędzy systemem ekologicznym i konwencjonalnym były mniejsze, gdyż w tym okresie (maj i pierwsza połowa czerwca) temperatura i wilgotność gleby pozwalają na intensywny przebieg procesów biologicznych, co warunkuje lepsze zaopatrzenie roślin w azot w systemie ekologicznym.

Niedobór azotu jest najczęściej czynnikiem limitującym wielkość plonów pszenicy uprawianej w rolnictwie ekologicznym. Zapobieganie polega przede wszystkim na:

- dobrym zagospodarowaniu wszystkich nawozów naturalnych i organicznych (obornik, gnojówka, komposty),
- wzroście obsady zwierząt,
- wysyceniu płodozmianu roślinami motylkowatymi uprawianymi w plonie głównym i w poplonach;
- ograniczeniu zachwaszczenia, a tym samym ilości składników nawozowych pobieranych przez chwasty;
- dobór odmian dobrze wykorzystujących azot;
- próba nawożenia z pomocą węży wleczonych gnojownicami i gnojówkami

Fosfor

Wyniki badań prowadzonych w IUNG wskazują również, że w systemie ekologicznym nie odnotowano, w porównaniu do systemu konwencjonalnego, spadku zasobności gleby w fosfor przyswajalny dla roślin. Również stan zaopatrzenia roślin pszenicy i jęczmienia w fosfor w fazie strzelania w źdźbło w systemie ekologicznym był zbliżony do optymalnego. W przypadku małej zasobności gleb w fosfor w gospodarstwach ekologicznych można stosować mączki fosforytowe (uzyskiwane z przemiału fosforytów), które zawierają około 30% P_2O_5 . Fosfor zawarty w mączkach jest trudno dostępny dla roślin, gdyż nie rozpuszcza się w wodzie, w związku z tym nawóz ten wymaga dobrego wymieszania z glebą i powinien być stosowany przed wykonaniem uprawy późniejszej, ewentualnie orki siewnej. Dobrym rozwiązaniem jest także dodawanie mączki fosforytowej do przysm kompostowych lub obornikowych, co zwiększa dostępność fosforu dla roślin. Jednorazowa dawka mączki fosforytowej powinna wynosić 2 – 3 q/ha.

Potas

Bilans potasu w gospodarstwach ekologicznych jest wyraźnie ujemny, co jest spowodowane znaczną zawartością tego składnika w ziemniaku i innych warzywach stanowiących często produkcję towarową. W badanych gospodarstwach ekologicznych w Niemczech ujemna różnica bilansowa dla potasu wynosiła 40-75 kg K_2O /ha/rok. Jednak zasobność gleb w potas w gospodarstwach ekologicznych, podobnie jak w przypadku fosforu, utrzymywała się w zakresie wartości optymalnych. Można to tłumaczyć w ten sposób, że w glebach o naturalnej dużej zawartości tego składnika, w warunkach intensywnej czynności flory i fauny glebowej, przechodzi on w formy przyswajalne dla roślin, w ilościach pokrywających ich potrzeby pokarmowe.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że w gospodarstwach ekologicznych o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej możliwe jest zachowanie zrównoważonego bilansu potasu. W przypadku spadku zasobności poniżej średniej dla danej gleby konieczne jest wniesienie odpowiednich nawozów potasowych:

- siarczan potasu - zawiera około 50% K_2O (produkowany przez firmę Kali und Salz);
- kainit - zawierający około 14% K_2O ;
- karnalit – zawierający 8 - 10% K_2O .

Ilości stosowanych nawozów potasowych powinny być tak ustalane, aby jednorazowa wnoszona dawka K_2O wynosiła około 50 –70 kg/ha.

Płodozmian

Już dawno temu stwierdzono, że rośliny uprawiane po sobie nie znajdują najlepszych warunków w danym siedlisku i że inne rośliny są dla nich znacznie lepszym przedplonem. Przyczyny niekorzystnego oddziaływania na glebę roślin uprawianych przez kilka lat na tym samym polu były przedmiotem wielu badań – występowanie w przyrodzie jednego, co roku tego samego gatunku działa ujemnie na żyzność gleby. W naturalnych środowiskach roślinność bytuje głównie w mieszanych zespołach, które

ulegają stałym zmianom. Takie następstwo zespołów na danym polu nazywa się sukcesją ekologiczną. Natomiast w gospodarstwie rolnym to rolnik decyduje o tych zmianach – starając się uprawiać różne rośliny w poszczególnych latach. Następstwo roślin po sobie uzasadnione przyrodniczo i gospodarczo nazywamy zmianowaniem. Uwzględnia ono różne wymagania roślin, wzajemne ich oddziaływanie na siebie i charakter siedliska oraz ustala kolejność uprawy poszczególnych roślin na tym samym polu. Zmianowanie zaplanowane z góry na kilka lat i na wszystkich polach gospodarstwa, jednocześnie powiązane całością produkcji tego gospodarstwa nazywamy plodozmianem.

Bobowate wieloletnie stanowią doskonały przedplon dla roślin następczych ze względu na ich korzystne oddziaływanie na żyzność gleby (przewyższając pod tym względem rośliny strączkowe). W ich wartości dla roślin następczych mogą też być elementy ujemne jak silne przesuszenie gleby i wzrost zachwaszczenia (na plantacjach przerzedzonych). Wsiewki poplonowe sieje się je na ogół wcześniej wiosną w roślinę główną (zboża), w której rosną stosunkowo wolno, a po jej zborze rozwijają się bujnie, jeśli jest odpowiednia pogoda. Zbiera się je przed zimą na paszę lub przeoruje jako nawóz zielony. Wsiewki udają się jedynie w warunkach dostatecznej wilgotności. Najczęściej stosowana i najpewniejsza na gleby piaszczyste jest seradela. Na wsiewki poplonowe nadają się też koniczyny. Są one wprawdzie kosztownym poplonem, ale spełniają jednocześnie rolę fitosanitarną i poprawiają stanowisko dla roślin następczych. Roślinami nadającymi się na wsiewki poplonowe są też trawy. Okopowe ze względu na duże wymagania agrotechniczne (nawożenie obornikiem, pielęgnacja międzyrzędzi) zadowolają się gorszymi przedplonami, będąc jednocześnie dobrym stanowiskiem dla roślin następczych gdyż gleba jest odkwaszona i bogata w składniki pokarmowe. Rośliny zbożowe wymagają dobrych lub średnich przedplonów, zaś w przypadku ozimych również wcześniej schodzących z pola. Działają na ogół ujemnie na strukturę gleby. Są złymi przedplonami dla innych roślin, szczególnie jare, które silnie przesuszają glebę i pozostawiają mało resztek poźniwnych i powodują silne zachwasz-

czenie pola. Strączkowe mają małe i średnie wymagania w zależności od gatunku. Wartość następca jest duża po udanym plonie ze względu na gromadzenie azotu, bogate resztki poźniwne, dobre zacienienie gleby, stabilizację struktury itp. Rośliny należące do jednorocznych pastewnych różnią się znacznie między sobą stąd należy je traktować jako osobne elementy zmianowania. Także rośliny przemysłowe są grupą niejednorodną. Ich wspólną cechą w zmianowaniu są większe wymagania przedplonowe i agrotechniczne, natomiast wartość stanowiska dla roślin następczych zależy od uprawianego gatunku.

Bardzo ważne w rolnictwie ekologicznym są międzyplony, które dzielimy na wsiewki poplonowe, poplony ścierniskowe i poplony ozime. Wymagania ich ogranicza się na ogół do wczesnego zejścia przedplonu i dodatkowego nawożenia. Jako przedplony mają różną wartość. Zwykle pozostawiają bogate w składniki pokarmowe resztki poźniwne lub całą masę plonu (zielony nawóz). Istotną rolę w zmianowaniu odgrywa wapnowanie, które powinno być dane pod rośliny reagujące na nie dodatnio (koniczyna, lucerna, buraki cukrowe, rzepak, groch, jęczmień, pszenica) a unikać należy stosowania pod rośliny wrażliwe na ten zabieg (len, łubin, owies, ziemniaki).

Masa pozostawionych resztek poźniwnych

Poszczególne gatunki roślin uprawnych zostawiają różne ilości resztek poźniwnych. W przybliżeniu można stwierdzić, że masa resztek poźniwnych zbóż jest 3-krotnie większa niż okopowych, zaś motylkowatych z trawami nawet 6-krotnie większa. Z punktu widzenia oddziaływania na bilans próchnicy w glebie, uprawiane rośliny można podzielić na trzy grupy:

1- wzbogacające glebę w substancję organiczną. Należą tu przede wszystkim wieloletnie rośliny pastewne motylkowe i ich mieszkanki z trawami oraz trawy w uprawie polowej. Dodatkowo z uwagi na optymalny stosunek węgla do azotu ich wpływ na jakość związków próchnicznych jest korzystny. Także rośliny strączkowe oraz międzyplony przyorywane jako zielone nawozy mają niewielki dodatni wpływ na bilans próchnicy;

2- zubożające glebę. Do tej grupy zalicza się głównie rośliny okopowe, warzywa korzeniowe i kukurydzę. Pozostawiają one bardzo mało resztek poźniwnych, a ich wysiew w szerokie rzędy, międzyrzędowe zabiegi pielęgnacyjne oraz późne zwarcie łanu (zakrycie międzyrzędzi) zwiększa rozkład próchnicy i nasila erozję. Szacuje się, że w trakcie uprawy roślin okopowych ulega mineralizacji około 1,0-1,5 t/ha próchnicy. Aby ten ubytek wyrównać trzeba zastosować około 15-16 t/ha obornika;

3- rośliny o małym ujemnym wpływie na bilans próchnicy lub neutralne pod tym względem. Należą tu zboża i oleiste, wcześniej zboża traktowano jako rośliny degradujące substancję organiczną gleby, jednak zmiany w ich agrotechnice (zagęszczenie łanów dzięki skróceniu słomy) oraz kombajnowy zbiór, przy którym pozostaje dużo resztek poźniwnych, znacznie zmniejszyły ich ujemne oddziaływanie na bilans substancji organicznej w glebie. Należy podkreślić, że jakość resztek poźniwnych zbóż jest gorsza z uwagi na niekorzystny stosunek węgla do azotu.

Płodozmian w rolnictwie ekologicznym powinien:

- Zapewniać możliwie duże biologiczne wiązanie azotu, dzięki wysyceniu zmianowania roślinami bobowatymi drobno- i grubonasiennymi.
- Umożliwiać wzrost żyzności i biologicznej aktywności gleby, poprzez zapewnienie dopływu do gleby dużej ilości resztek poźniwnych bogatych w azot oraz możliwie ciągłe utrzymywanie powierzchni gleby pod okrywami roślinnymi, dzięki uprawie wieloletnich mieszanek roślin motylkowych z trawami oraz międzyplonów.
- Umożliwiać pełne wykorzystanie składników pokarmowych z gleby poprzez następstwo roślin o różnym zapotrzebowaniu na te składniki i różnej zdolności ich pobierania.

**Tabela 8. Zawartość azotu w resztkach poźniwnych
różnych roślin motylkowatych (wg Palme)**

Rośliny		Zawartość azotu w kg/ha
Plon główny	lucerna	110-185
	koniczyna czerwona	80-100
	koniczyna czerwona z trawami	55-150
	koniczyna biała	100
	bobik	60-80
	groch, wyka	40-60
	łubin	65-95
Międzyplon	koniczyna czerwona (wsiewka)	70-95
	koniczyna biała (wsiewka)	75-130
	bobik	25-30
	groch, wyka	25-30
	żyto z wyką	30-35
	mieszanka landsberska	35

**Tabela 9. Ilość azotu z nawozów zielonych i wykorzystywana
przez roślinę następczą (wg Kahnta)**

Roślina	Ilość N z nawozów zielonych kg/ha	Wykorzystanie azotu w %
koniczyna czerwona, esparceta, seradela	80-120	15-30
koniczyna biała, lucerna chmielowa, przelot	60-100	25-40
bobik	80-140	40-50 (70)
łubin	50-100	20-30 (50)
groch, wyka	50-80	50-60 (80)

krzyżowe, zbożowe i inne niemotylkowe	nie wpływa na zwiększenie N w glebie, natomiast zmniejsza straty w wyniku wymywania, szczególnie na glebach lekkich	
--	---	--

Nawozy komercyjne w rolnictwie ekologicznym

W rolnictwie ekologicznym nie wolno stosować nawozów przetworzonych chemicznie, szybko działających, dlatego nie dopuszcza się mineralnych nawozów azotowych, superfosfatów, nawozów wieloskładnikowych zawierających te nawozy.

Czy są więc nawozy, którymi można uzupełnić niedobory?

Podstawą żywienia roślin w ekologii jest naturalny obrót materią zawierającą składniki żywieniowe – płodozmian, bobowate, międzyplony, nawozy zielone, nawozy naturalne i organiczne. Jeżeli analiza wykaże niedobór składnika, to można go uzupełnić stosując dozwolone, certyfikowane nawozy dopuszczone w rolnictwie ekologicznym. Należy pamiętać jednak, że chociaż kupne i przypominają nawozy mineralne syntetyczne, to co do zasady nie są nawozami tak szybko działającymi, np. nawozy fosforowe to naturalne fosforyty mielone, które będą uwalniały zawarty w nich fosfor przez kilka

lat.

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - PIB w Puławach upoważniony jest do kwalifikacji nawozów i środków poprawiających właściwości gleby przeznaczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Każdy z nawozów lub środek poprawiający właściwości gleby zakwalifikowany

przez IUNG-PIB do użycia w rolnictwie ekologicznym posiada świadectwo kwalifikacji NE. Instytut prowadzi wykaz:

➡ nawozów i środków poprawiających żyzność gleby zakwalifikowanych do stosowania w rolnictwie ekologicznym w Polsce. Wykaz ten znajduje się pod adresem: <https://www.iung.pl/informacje/do-pobrania/> lub https://www.iung.pl/wp-content/uploads/2022/11/Wykaz_ekologia1.pdf

➡ produktów naturalnych innych niż nawozy i środki poprawiające właściwości gleby, które mogą być stosowane w rolnictwie ekologicznym. Wykaz ten znajduje się pod adresem: <http://www.ipm.iung.pulawy.pl/fert/fert.aspx?show=true>

Znajdziemy tu wyszukiwarkę nawozów, gdzie według różnych kryteriów możemy wyszukać nawozy np. potasowe czy organiczne itp. Najpierw należy jednak zaznaczyć stosowny akapit

☐ Wszystkie ☒ Tylko ekologiczne

FOSFORYT MIELONY
Nawóz nieorganiczny

Producent
Zakłady Chemiczne "Sarkopol" Tarnobrzeg Sp. z o.o.
Chemiczna 3, 39-400 Tarnobrzeg

Decyzja 148/05 z dnia 2005-12-08	Postać Stały, pylisty	Sposób stosowania Doglebowo	Opakowania
--	---------------------------------	---------------------------------------	-------------------

Skład, rozpuszczalność, uziarnienie
P₂O₅ rozp. w kwasach mineralnych - 31,9%, P₂O₅ rozp. w 2% kwasie mślowym - 16,9%
Zawartość minimalna (postaw kursor)

Uprawy
Okopowe (ziemniaki), oleiste, pastewne (kukurydza), rośliny ogrodnicze (rośliny warzywne), strączkowe, uprawy polowe (zboża)

Dodatkowe informacje
Nawóz zawierający P; wycofany; produkt ekologiczny - NE/58/2006 z 27.03.06

Aby dowiedzieć się ile nawozu należy zastosować, można skorzystać z bezpłatnego programu nawozowego InterNaw. Po ściągnięciu programu na komputer z adresu: <https://www.schr.gov.pl/index.php?c=article&id=58>

Program jest gotowy do działania. Dysponując wynikami zasobności gleby obliczamy potrzeby nawozowe tj. ile czystego składnika należy zastosować.

4. Załączniki przydatne do obliczeń nawożenia.

Tabela 10. Pobranie azotu, fosforu i potasu na wyprodukowanie jednostki plonu ($\text{kg} \cdot \text{dt}^{-1}$)

Roślina	Plon główny			Plon uboczny			Stosunek plon główny: uboczny	Plon główny i uboczny		
	azot (N)	fosfor (P ₂ O ₅)	potas (K ₂ O)	azot (N)	fosfor (P ₂ O)	potas (K ₂ O)		azot (N)	fosfor (P ₂ O ₅)	potas (K ₂ O)
Zboża										
Pszenica ozima	1,89	0,82	0,52	0,52	0,18	1,20	0,90	2,70	0,99	1,51
Pszenica jara	2,10	0,87	0,55	0,55	0,18	1,28	0,90	2,51	1,03	1,63
Jęczmień ozimy	1,74	0,80	0,58	0,50	0,21	1,39	0,80	2,23	0,99	1,87
Jęczmień jary	1,63	0,80	0,58	0,55	0,23	1,44	0,80	2,10	0,96	1,64
Żyto	1,57	0,78	0,58	0,55	0,21	1,42	1,10	2,16	1,01	2,16
Pszenżyto	1,79	0,82	0,55	0,59	0,23	1,45	1,00	2,41	1,08	2,11
Owies	1,61	0,80	0,56	0,59	0,27	1,88	1,10	2,22	1,08	2,19
Kukurydza	1,55	0,78	0,55	1,29	0,46	2,24	1,00	2,84	1,24	2,79
Mieszkanki zbożowe	1,65	0,87	0,61	0,61	0,30	1,63	0,90	2,20	1,15	2,08
Gryka	2,05	0,76	0,78	1,06	0,66	2,30	2,00	4,17	2,08	5,39
Strączkowe										
Bobik	3,98	1,24	1,36	1,34	0,32	2,06	0,90	5,42	1,60	3,64

Grochy	3,43	0,96	1,29	1,68	0,41	2,11	1,00	4,86	1,35	3,24
Łubiny	5,50	1,58	1,55	1,20	0,37	1,85	1,00	6,70	1,95	3,39
Soja	5,40	1,65	2,24	1,00	0,30	1,14	1,00	6,80	1,95	3,38
Mieszkanki zbożowo-strączkowe	2,54	0,92	0,95	1,14	0,34	1,87	1,00	3,53	1,24	2,65
Oleiste i przemysłowe										
Rzepak, nasiona	3,36	1,56	1,04	0,69	0,34	2,04	1,50	4,45	2,19	3,99
Len oleisty, nasiona	3,36	1,51	1,00	0,53	0,32	1,44	1,50	4,03	2,02	3,16
Gorczyca, nasiona	5,00	1,76	0,92	0,70	0,39	2,50	1,50	4,95	2,47	5,32
Słonecznik, nasiona	2,80	1,60	2,39	1,50	0,89	4,98	1,80	6,05	2,34	4,67
Korzeniowe										
Wczesny ziemniak	0,30	0,12	0,53	0,21	0,05	0,36	0,20	0,33	1,15	0,58
Ziemniak późny	0,31	0,12	0,58	0,26	0,07	0,41	0,20	0,39	0,14	0,66
Burak cukrowy	0,17	0,09	0,23	0,36	0,09	0,66	0,70	0,40	0,16	0,65
Burak pastewny	0,18	0,09	0,34	0,33	0,09	0,62	0,40	0,33	0,14	0,62
Inne korzeniowe	0,18	0,09	0,25	0,35	0,08	0,73	0,40	0,32	0,12	0,54
Pastewne										
Kukurydza na zielonkę	0,37	0,14	0,46	-	-	-	-	0,37	0,14	0,46
Koniczyna na zielonkę	0,51	1,15	0,53	-	-	-	-	0,51	1,15	0,53
Lucerna na zielonkę	0,61	0,14	0,56	-	-	-	-	0,61	0,14	0,56
Koniczyna z trawami (z.m.)	0,48	0,12	0,56	-	-	-	-	0,48	0,12	0,56

Lucerna z trawami (z.m.)	0,52	0,16	0,59	-	-	-	-	0,52	0,16	0,59
Strączkowo/zbożowe (z.m.)	0,48	0,16	0,65	-	-	-	-	0,48	0,16	0,65
Trawy (z.m.)	0,51	0,14	0,59	-	-	-	-	0,51	0,14	0,59
Owies (z.m.)	0,40	0,14	0,55	-	-	-	-	0,40	0,14	0,55
Żyto (z.m.)	0,41	0,14	0,53	-	-	-	-	0,41	0,14	0,53
Słonecznik (z.m.)	0,42	0,16	0,52	-	-	-	-	0,42	0,16	0,52
Kapusta pastewna (z.m.)	0,42	0,12	0,60	-	-	-	-	0,42	0,12	0,60
Inne nie motylkowe (z.m.)	0,40	0,14	0,47	-	-	-	-	0,40	0,14	0,47
Inne motylkowe (z.m.)	0,48	0,14	0,47	-	-	-	-	0,48	0,14	0,47
Rzepak (z.m.)	0,45	0,14	0,58	-	-	-	-	0,45	0,14	0,58
Seradela (z.m.)	0,45	0,14	0,47	-	-	-	-	0,45	0,14	0,47

Źródło: materiały szkoleniowe dla rolników gospodarujących na OSN, IUNG PIB, rękopis 2015

Tabela 11. Ilość „azotu działającego” w kg na 1 tonę uzyskanego plonu rośliny przedplonowej

Źródło azotu	Resztki poźniwne	Przyorana słoma
Bobik	4,9	7,6
Groch	4,4	7,7
Łubin	6,0	8,4

Soja	6,1	8,1
Mieszanki zbożowo-strączkowe	3,2	5,5
Mieszanki zbożowo-strączkowe na zielonkę	1,0	
Koniczyna	0,5	
Lucerna	0,5	
Koniczyna z trawami	0,4	
Lucerna z trawami	0,5	
Seradela	0,4	

Źródło: materiały szkoleniowe dla rolników gospodarujących na OSN, IUNG PIB, rękopis 2015

Tabela 12. Zawartość składników pokarmowych w plonie roślin uprawnych (według zaleceń Ministerstwa Rolnictwa Meklemburgii Pomorza Przedniego 2014 rok)

Roślina	Plon główny	Plon	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
	i uboczny						
Stosunek ziarno : słoma korzenie : liście	Białko Ogółem (% BO)	t/ha św.m.**	kg/t świeżej masy plonu				
Pszenvica (86% s.m.*) 1:1,1	ziarno (12% BO) ziarno + słoma słoma	7	18 24 5	8 11 3	6 21 14	2 4 2	2 3,5 1,5

Pszenica ziarno (86% s.m.) 1:1,1	(14% BO) ziarno + słoma słoma	7	22 28 5	8 11 3	6 21 14	2 4 2	2 3,5 1,5
Jęczmień ziarno (86% s.m.) 1:1	(12% BO) ziarno + słoma słoma	6,5	17 22 5	8 11 3	6 23 17	2 4 2	2 3,5 1,5
Żyto ozime ziarno (86% s.m.) 1:1,4	(11% BO) ziarno + słoma słoma	6	15 22 5	8 12 3	6 26 20	2 4 2	2 3,5 1,5
Pszenżyto ziarno (86% s.m.) 1:1,3	(12% BO) ziarno + słoma słoma	6	18 25 5	8 12 3	6 23 17	2 4 2	2 3,5 1,5
Jęczmień bro- wary (86% s.m.) 1:1	ziarno (10.5% BO) ziarno + słoma słoma	6	14 19 5	8 11 3	6 23 17	2 4 2	2 3,5 1,5
Owies (86% s.m.) 1:1,5	ziarno (11% BO) ziarno + słoma słoma	5,5	15 22 4	8 12 3	6 32 17	2 3,2 1	2 3,8 1,5
Kukurydza na	ziarno (10% BO)	6,5	15	8	5	6	2

ziarno /CCM (86% s.m.) 1:1,5	ziarno + słoma słoma		32 11,3	12 2,5	35 20	9 2,5	3,5 1,5
Groch/peluszka (86% s.m.) 1:1	nasiona (26% BO) nasiona + słoma słoma	4	36 51 15	11 14,6 3,6	14 32 18	2 6 4	2 6 4
Łubiny (86% s.m.) 1:1.5	nasiona nasiona + słoma słoma	2	4 69 10	13,7 19,7 3,6	1,4 29,9 11	2,1 4,6 1,8	
Rzepak nasiona (91% s.m.) 1:2	(23% BO) nasiona + słoma słoma	3	33 47 7	18 24 3	10 50 20	5 8 1,5	5 8 1,5
Ziemniak (22% s.m.) 1:1,05	bulwy bulwy + łęciny łęciny	30	3,5 4,5 2	1,4 1,6 0,4	4 5,6 3,2	0,3 0,8 0,8	0,3 0,6 0,5
Burak cukrowy (23% s.m.) 1:0,4	korzenie korzenie + liście liście	45	1,8 4,6 4	1 1,8 1,1	2,5 6 5	0,8 1,5 1	0,3 0,5 0,3

Roślina	Plon główny	Plon	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
	i uboczny							
Stosunek ziarno : słoma korzenie : liście	Białko Ogółem (% BO)	t/ha św.m.**	kg/t św.m. plonu					
Burak pastewny (15% s.m.) 1:0,4	korzenie korzenie + liście liście	60	1,8 3 3	0,9 1,2 0,8	3,6 5 4	0,5 0,8 0,8	0,3 0,4 0,3	
Kukurydza-silos (28% s.m.)	części nadziemne	46,5	3,8	1,6	3,5	1,2	0,5	
Koniczyna czer- wona (20% s.m.)	części nadziemne zielonka	50	5,5	1,3	5	0,7	1	
Koniczyna czer- wona (20% s.m.)	części nadziemne zielonka	50	5,5	1,3	5	0,7	1	
Lucerna (20% s.m.)	części nadziemne zielonka	50	6	1,4	5	0,7	1	
Życica (20% s.m.)	części nadziemne zielonka	50	4,8	1,6	6,5	0,7	1	
Koniczyna z tra- wą	koniczyna : trawa	50	5,2	1,4	6,2	0,7	1	

(20% s.m.)	50 : 50 zielonka						
Koniczyna z trawą (20% s.m.)	koniczyna : trawa 70 : 30 zielonka	50	5,3	1,4	6,2	0,7	1
Lucerna z trawą (20% s.m.)	lucerna : trawa 70 : 30 zielonka	50	5,5	1,5	6,5	0,7	1
Łubin (20% s.m.)	części nadziemne zielonka	25	5	1,4	4,7	0,5	
Seradela (20% s.m.)	części nadziemne zielonka	15	4,5	1,4	4,7	0,5	
Żyto na zielonkę (15% s.m.)	części nadziemne zielonka	25	4	1,4	5	0,5	
Rzepak, rzepik na zielonkę (15% s.m.)	części nadziemne zielonka	20	4,5	1,4	4,5	0,5	
Mięczyplony (15% s.m.)	części nadziemne zielonka	25	3,5	1,1	4,5	0,5	1
Trawa na nasiona 1:8	nasiona + słoma słoma nasiona	0,8	22,1 142 15	7,8 31,8 3	6,6 215 26	1,7 33,8 4	

1) Düngung 1998. Hinweise und Richtwerte für die landwirtschaftliche Praxis.

Leitfaden zur Umsetzung der Düngeverordnung. Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern – dane skorygowane;

** sucha masa;*

*** świeża masa, naturalna zawartość wody w roślinach podczas zbioru.*

Tabela 13. Zawartość składników w resztkach poźniwnych w KG/ha

Uprawa	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
pszenica ozima	35	11	12	7
rzepak ozimy	31	12	29	9
żyto ozime	38	6	15	7
lucerna	150	45	40	20
pszenżyto ozime	36	10	14	7

5. Literatura.

1. Sarapatka, B., Urban, J., Rolnictwo ekologiczne, Warszawa 2012
2. Górny, M., Ekofilozofia rolnictwa, Stowarzyszenie Ekoland 1992
3. Jończyk, Nawożenie w gospodarstwie ekologicznym, CDR Radom 2009
4. Kinsey, Neal. 1994, Manure: The good, the bad, the ugly & how it works with your soil, Acres USA, October, p. 8, 10, 11, 13
5. Krysztoforski, M., Bilansowanie składników w rolnictwie ekologicznym, <https://cdr.gov.pl/images/Radom/pliki/12-11-14/Bilansowanie%20skadnikw%20pokarmowych.pdf>
6. Manures for organic crop production, ATTRA Organics, www.attra.ncat.org
7. Publikacje ekologiczne na stronie CDR, <https://www.cdr.gov.pl/aktualnosci-instytucje/153-produkcja-rolna/rolnictwo-ekologiczne-publikacje>
8. Program InterNaw, <https://www.schr.gov.pl/index.php?c=article&id=58>
9. Zasady stosowania nawozów i środków poprawiających właściwości gleby w rolnictwie ekologicznym, Ministerstwo Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/nawozy-spelniajace-wymogi-produkcji-ekologicznej>

