

**Józef Tyburski**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
w Olsztynie*

**ŻYZNOŚĆ GLEBY I GOSPODARKA NAWOZOWA  
W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM**

**Wstęp**

Żyżność gleby jest zaliczana do głównych problemów rolnictwa ekologicznego począwszy od czasu jego powstania, co zostało wykazane w opracowaniu metod historycznych<sup>1</sup>. W metodzie biodynamicznej mówiąc o podnoszeniu żyżności gleby akcentowano rolę nawozów zwierzęcych, kompostów, płodozmianu oraz preparatów biodynamicznych (11, 19). U zarania tej metody dostrzegano też potrzebę uzupełniania zwiększania zasobności gleby za pomocą nawozów mineralnych – ciekawostką jest, iż sam S t e i n e r (19) nadał kalimagnezji nazwę „patentkali”, mówiąc, iż jest to opatentowany nawóz dla rolnictwa ekologicznego. W metodzie organiczno-biologicznej podnoszono znaczenie nawozów naturalnych i organicznych (obornika, kompostów, kompostowania powierzchniowego), płodozmianu i nawozów zielonych, ale także minerałów w postaci mielonych skał pochodzenia wulkanicznego, głównie mączki bazaltowej (18). Na ogromną rolę żyżności gleby wskazywali twórcy metody organicznej H o w a r d i B a l f o u r. Swoje wnioski wyciągali z obserwacji i doświadczeń nad żywieniem ludzi i zwierząt przeprowadzonych przez Sir Roberta M c C a r r i s o n a. Z kolei A. H o w a r d prowadząc badania nad wpływem nawożenia kompostem na zdrowotność roślin oraz jakość płodów rolnych, wraz z E. B. B a l f o u r, zajmującą się przemianami materii organicznej w glebie i mikoryzą, doszli do wniosku, iż warunkiem wyjściowym dobrego zdrowia ludzi jest zdrowa („żyjąca”<sup>2</sup>) gleba. Szczególne znaczenie dla kondycji gleby i roślin przypisywali kompostom (2, 8). Znaczenie żyżności gleby dla zdrowia podkreślali również francuscy pionierzy rolnictwa ekologicznego. Poza innymi zalecanymi metodami zwiększania żyżności gleby, takimi jak: stosowanie nawozów naturalnych i organicznych, właściwego płodozmianu i nawozów zielonych,

<sup>1</sup> Metody historyczne rolnictwa ekologicznego po raz pierwszy w polskim piśmiennictwie opracowała dr U. Sołtysiak w 1993 roku: Rolnictwo ekologiczne – historyczny przegląd metod. (W): Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki. Wyd. Stowarzyszenie EKOLAND i Stiftung LEBEN & UMWELT, 1993, 23-38.

<sup>2</sup> Właśnie takiego określenia „living soil”, czyli „żyjąca gleba”, w swoich pionierskich opracowaniach używali twórcy metody organicznej zarówno E. Balfour, jak i A. Howard.

proponowali coś ponadto – stosowanie polepszaczy gleby uzyskiwanych ze zmielonych glonów morskich *Lithothamnium calcareum* (17).

Tak więc we wszystkich głównych koncepcjach rolnictwa ekologicznego żywność gleby jest zagadnieniem centralnym. Poniżej, abstrahując już od metod historycznych, przedstawiono pokrótce ekologiczny punkt widzenia na żywność gleby i sposoby jej zwiększania.

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Równowaga paszowo-nawozowa warunkiem podnoszenia żywności gleby

Podstawową zasadą rolnictwa ekologicznego jest osiągnięcie równowagi paszowo-nawozowej. Większość pasz powinna być wytwarzana we własnym gospodarstwie, wobec czego ilość powstałych nawozów naturalnych (zwierzęcych) nie przekroczy możliwości ich wykorzystania – w sposób racjonalny i bezpieczny dla środowiska (23). Obsada zwierząt w gospodarstwie ekologicznym nie może być większa od 2,0 sztuk dużych (SD) na 1 ha użytków rolnych. Wówczas ilość azotu zawarta w nawozach naturalnych nie przekroczy  $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , co jest wymogiem ustawy o nawozach i nawożeniu oraz dyrektywy azotanowej (dyrektywa Rady EWG 91/676 z dnia 12.12.1991 r.). Niebezpieczeństwo<sup>3</sup> zwiększenia obsady zwierząt w gospodarstwach ekologicznych ponad normę, zakładając stosowanie głównie pasz własnych, jest niewielkie. Co więcej, powszechną bolączką polskich gospodarstw ekologicznych jest zbyt mała obsada zwierząt, a w konsekwencji niedobór nawozów naturalnych i trudności ze zbilansowaniem składników pokarmowych w glebie. Za optymalną obsadę zwierząt w rolnictwie ekologicznym uważa się wartość rzędu 0,6-0,8 SD na ha użytków rolnych (6). Przy takiej obsadzie można wyprodukować w gospodarstwie odpowiednią ilość pasz i ściółki dla zwierząt, a jednocześnie przeznaczyć pewne powierzchnie pod uprawę roślin towarowych przeznaczonych na spożycie przez ludzi.

### Zależność gleba-roślina

Gleba dzięki zdolności do zaopatrywania roślin w składniki pokarmowe, wodę, a także dostarczania korzeniom powietrza (tlenu) i ciepła jest podstawą życia na Ziemi. W przeciwieństwie do pozostałych środków nie ulega zużyciu w procesie produkcji, a co więcej właściwie użytkowana może utrzymywać swe zdolności produkcyjne z roku na rok i z pokolenia na pokolenie. Ambicją każdego rolnika powinno być przekazanie jej następcy w lepszym stanie niż się samemu odziedzyczyło.

Roślina widziana oczami rolnika ekologicznego jest nierozzerwalnie związana z glebą. Warunki do rozwoju roślin kształtują nie tylko fizyczne i chemiczne właściwości gleby.

<sup>3</sup> Zbyt duża obsada zwierząt stanowi zagrożenie dla środowiska, m.in. prowadząc do nadwyżki P i nadmiernej nadwyżki N [porównaj: Granstedt A., Tyburski J., Kooker W., Stalenga J.: Zagrożenie wód Bałtyku eutrofizacją w świetle bilansu składników pokarmowych. *Fragm. Agron.*, 2007 (w druku)].

Określają je również organizmy glebowe, w tym przedstawiciele fauny (m.in. dżdżownice i skoczogonki mające udział w tworzeniu próchnicy) oraz mikroorganizmy (bakterie, grzyby, promieniowce). Żywnienie roślin powinno przebiegać za pośrednictwem cykli biologicznych, które zachodzą w tak rozumianej żywej glebie.

Wokół korzeni roślin życie mikroorganizmów rozwija się najbujniej: wydzieliny korzeniowe są pożywką dla mikroorganizmów, które w zamian udostępniają roślinom składniki pokarmowe. W niektórych okresach wegetacji mikroorganizmy mogą także konkurować z roślinami o składniki pokarmowe. Liczebność mikroorganizmów w strefie przykorzeniowej gleby (ryzosferze) jest 50-100 razy większa niż w strefie pozakorzeniowej. W rolnictwie ekologicznym ważną rolę pełni mikoryza, czyli współżycie grzybów (jest ich około 6 tysięcy gatunków) z włosnikami korzeniowymi roślin uprawnych. W rolnictwie wysokonkładowym mikoryza pełni funkcję marginalną. Grzyby mikoryzowe nie tylko udostępniają roślinom trudno rozpuszczalne związki fosforowe, ale również mogą ograniczać rozwój organizmów patogenicznych.

Resztki roślin są rozkładane poprzez mikroorganizmy. Korzenie roślin pobierają większość składników w formie nieorganicznej (jonowej), ale potrafią również pobrać szeroką gamę związków organicznych. Wśród tych ostatnich znajdują się m.in. witaminy, enzymy, antybiotyki, związki fenolowe i substancje huminowe. Rośliny pobierają w formie organicznej zaledwie 5% składników pokarmowych, ale związki te pełnią ważne funkcje pozażywniowe, przede wszystkim podwyższają odporność roślin na choroby (15).

### **Ogólne zasady prowadzenia gospodarki nawozowej**

Celem prowadzenia gospodarki nawozowej w rolnictwie ekologicznym jest dostarczenie substratu organizmom glebowym i tworzenie optymalnych warunków do ich rozwoju. Termin „gospodarka nawozowa” podkreśla, iż chodzi przede wszystkim o gospodarowanie własnymi nawozami, wytworzonymi we własnym gospodarstwie, a nie tymi z zakupu spoza gospodarstwa. Podstawowymi nawozami w rolnictwie ekologicznym są nawozy naturalne: obornik i gnojówka (również gnojowica) oraz organiczne: komposty, nawozy zielone i resztki poźniwne.

Jednym z osiągnięć francuskiej szkoły rolnictwa ekologicznego jest próba wyjaśnienia zjawiska mniejszego zagrożenia upraw ekologicznych ze strony patogenów i szkodników. Silna presja szkodników w intensywnej produkcji konwencjonalnej wynika m.in. ze stosowania insektycydów (wówczas dochodzi do wytrucia naturalnych wrogów szkodników roślin uprawnych) oraz pozbawienia ich naturalnych siedlisk (wycięcie zadrzewień, żywopłotów, likwidacja miedz i chwastów). Natomiast w przypadku patogenów próbą wyjaśnienia fenomenu lepszej zdrowotności upraw ekologicznych jest teoria „trofobiozy” profesora Chaboussou. Uważa on, iż zwiększona zjadliwość agrofagów w intensywnym rolnictwie konwencjonalnym wynika ze zmiany fizjologii roślin pod wpływem stosowania niezbilansowanego nawożenia i chemicznych środków ochrony roślin. Skutkuje to spowolnieniem syntezy białka oraz akumu-

lają w roślinie substancji rozpuszczalnych (cukrów i aminokwasów), będących pokarmem dla patogenów (1).

### **Zagadnienie użyźniania gleby**

Punktem wyjścia w procesie użyźniania gleby powinno być sprawdzenie jej właściwości chemicznych. Właściwości te określają warunki, w jakich ma tworzyć się biologiczna aktywność gleb. Zakłada się, że im większa jest aktywność biologiczna gleby, tym bardziej harmonijny rozwój roślin, a także lepsza biologiczna jakość płodów rolnych. Jeśli środowisko glebowe nie sprzyja rozwojowi pożądanym przedstawicieli fauny i mikroorganizmów, to trzeba dążyć do poprawy jego stanu. W gospodarstwach ekologicznych należy okresowo, np. raz w rotacji płodozmianu, poddać glebę podstawowej analizie chemicznej.

Z badań IUNG wynika, iż aktualnie w Polsce 28% gleb użytkowanych rolniczo wykazuje odczyn bardzo kwaśny (pH w KCl poniżej 4,5), a 31% odczyn kwaśny (pH w KCl od 4,5 do 5,5). Najwięcej gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych (65-85%) występuje w środkowo-wschodniej i południowo-wschodniej, natomiast mniej (30-50%) w zachodniej i południowo-zachodniej części Polski (10).

Rolnik zamierzający podnosić żyzność gleby metodami ekologicznymi powinien zbadać nie tylko jej odczyn, ale również zasobność w próchnicę oraz K, P i Mg. Zagadnienie to jest szczególnie istotne, gdyż bardzo niską lub niską zasobność w potas wykazuje 49%, w fosfor 38%, a w magnez 35% naszych gleb. Także zawartość próchnicy w glebach Polski jest niewielka, gdyż najczęściej waha się w granicach 1,0-1,5%.

### **Znaczenie odczynu gleby**

Odczyn gleby w dużej mierze decyduje o jej właściwościach fizykochemicznych i biologicznych. W mineralnych glebach kwaśnych dochodzi do zaniku agregatów i struktury gruzelkowej, wobec czego stają się one zlewne, bardzo trudne w uprawie, źle chłoną i źle gromadzą wodę, gorzej rozwija się w nich system korzeniowy roślin (tab. 1). Jeżeli pH gleby spada poniżej 5, to drastycznie ubożeje liczba oraz różnorodność mikroorganizmów, m.in., wzrasta udział grzybów, a maleje bakterii oraz obumierają organizmy glebowe biorące udział w powstawaniu próchnicy. Ma to fatalne skutki, tak dla gleb lekkich, jak i ciężkich. W glebach lekkich, wobec niewielkiej ilości minerałów ilastych, podstawą żyzności jest właśnie próchnica. W glebach średnich i ciężkich w takich warunkach nie może się samoistnie zregenerować struktura gruzelkowa.

Utrzymywanie wysokiej aktywności biologicznej gleby w warunkach niskiego pH jest niemożliwe. Co więcej, zazwyczaj źle wówczas rozwijają się bakterie z rodzaju *Rhizobium*, których symbioza z roślinami motylkowatymi jest warunkiem wiązania azotu atmosferycznego. W glebach kwaśnych słabo rozwija się system korzeniowy

Tabela 1

Wpływ odczynu gleby na jej właściwości fizykochemiczne i biologiczne

Odczyn kwaśny	Odczyn obojętny	Odczyn zasadowy
Właściwości fizykochemiczne		
Zanik struktury – rozpad agregatów glebowych	korzystna struktura gleby – stabilne agregaty	
Substancja organiczna o niskiej pojemności sorpcyjnej	substancja organiczna o wysokiej pojemności sorpcyjnej	
Fitotoksyczność glinu		
Metale ciężkie (m.in. Cd, Pb, Zn i Cr) stają się dostępne dla roślin		niektóre pierwiastki śladowe stają się niedostępne dla roślin
Właściwości biologiczne		
Niska aktywność biologiczna gleby (bardzo mało dżdżownic)	wysoka aktywność biologiczna gleby (bardzo dużo dżdżownic)	
Słaby rozwój bakterii <i>Rhizobium</i> na korzeniach roślin motylkowatych	dobry rozwój bakterii <i>Rhizobium</i> na korzeniach roślin motylkowatych	
Brak wolno żyjących mikroorganizmów wiążących azot	dostatek mikroorganizmów wolno żyjących wiążących azot	
Słaby rozwój systemu korzeniowego wielu roślin	dobry rozwój systemu korzeniowego większości roślin	
	wysoka aktywność grzybów mikoryzowych	niska aktywność grzybów mikoryzowych

Źródło: Widdowson R. W., 1987 (dostosowane); (25).

większości roślin uprawnych. Wszystkie te niedomogi ustępują wraz z właściwie przeprowadzonym wapnowaniem, a więc doprowadzeniem gleby do odczynu obojętnego.

### Plodozmian a gospodarka nawozowa

Podstawowym warunkiem dobrej gospodarki nawozowej jest powiązanie jej z plodozmianem, który w gospodarstwie ekologicznym pełni dwie zasadnicze funkcje: nawozową (kształtuje bilans azotu i materii organicznej w glebie) oraz sanitarną (ogranicza rozwój chorób i szkodników oraz reguluje zachwaszczenie). W plodozmianie musimy zapewnić równowagę pomiędzy: udziałem roślin wieloletnich i jednorocznych, ozimych i jarych, wyczerpujących i użyźniających glebę. Mając na uwadze te dane rolnik musi tak zaplanować strukturę upraw, aby poprawiać żyzność i urodzajność gleby, albo co najmniej zachować ją na odpowiednio wysokim poziomie.

Dobrze ułożony plodozmian może zapewnić właściwe zaopatrzenie gospodarstwa w azot. Ilość azotu związanego biologicznie przez rośliny motylkowate zależy od wielkości ich plonu – im większy plon, tym więcej azotu pozostaje w resztkach poźniwnych dla rośliny następczej. Np. udana koniczyna czerwona zostawia około 120-150 kg · ha<sup>-1</sup> azotu w resztkach poźniwnych. Wystarczy go nie tylko dla rośliny następczej (najczęściej jest to pszenica ozima), ale i dla jeszcze jednego zboża. Żeby tak się stało musimy

ograniczyć straty azotu występujące zarówno po likwidacji plantacji koniczyny, jak i po zbiorze rośliny następczej (pszenicy). Po pierwsze trzeba opóźnić zaoranie koniczyny do dwóch tygodni przed siewem pszenicy ozimej; orka koniczyniska wykonana na przełomie września i października, a siew pszenicy w połowie października. Po drugie należy zminimalizować straty azotu występujące po zbiorze pszenicy. Dlatego też możliwie jak najszybciej po żniwach należy wysiać poplon, którego zadaniem jest pobranie zmineralizowanego azotu – jest to jedyna metoda zachowania go dla rośliny następczej.

Ważnym elementem racjonalnie prowadzonej gospodarki nawozowej jest odpowiednie rozłożenie stosowania nawozów naturalnych i organicznych w poszczególnych polach płodozmianu. W praktyce typowym błędem jest stosowanie dużych dawek obornika raz w rotacji, zazwyczaj pod okopowe, które są wówczas przენawożone, co sprzyja bujnemu rozwojowi chwastów oraz chorób (np. zarazy ziemniaka). Natomiast w kolejnych latach trwania rotacji płodozmianu gleba nie jest zasilana obornikiem ani kompostem, a jej aktywność biologiczna maleje właśnie z uwagi na brak tego rodzaju nawozów. Dlatego też nawozy naturalne i organiczne należy wprowadzać do gleby w mniejszych dawkach, ale częściej.

### **Znaczenie roślin motylkowatych i międzyplonów dla żyzności gleby**

Uprawa roślin motylkowatych zwiększa ilość azotu będącego w dyspozycji gospodarstwa ekologicznego. Obornik, gnojówka czy też komposty są ważnymi źródłami N, ale są to źródła wtórne. Najpierw musimy zapewnić zwierzętom (pozyskać z naszych pól) paszę i ściółkę, a dopiero wówczas uzyskamy nawozy pochodzenia zwierzęcego. Pozyskując azot z atmosfery poprzez wiązanie biologiczne zwiększamy jego ilość w obiegu gospodarstwa, natomiast stosując nawozy naturalne (zwierzęce) możemy tylko minimalizować jego straty. Udział roślin motylkowatych w płodozmianie powinien wynosić: 20-25% w plonie głównym i 15-30% w międzyplonach (21).

Wśród roślin motylkowatych większe znaczenie dla żyzności gleby mają drobnonasienne (pastewne) niż grubonasienne (strączkowe). W pierwszej grupie najważniejsza jest koniczyna czerwona. Znacznie mniej rozpowszechnione są lucerna mieszańcowa, a także uprawiana na pastwiskach koniczyna biała oraz najrzadziej komonica zwyczajna. W drugiej grupie znajdują się łubiny (żółty, wąskolistny i biały), groch siewny i pastewny (peluszka), bobik, seradela, wyka siewna (jara) i kosmata (ozima) oraz soja, której uprawę podejmują niektóre gospodarstwa ekologiczne. Chociaż obydwie grupy roślin wiążą azot, to jednak ich wpływ na żyzność gleby nie jest taki sam (tab. 2). Po pierwsze rośliny strączkowe pozostawiają po sobie o wiele mniej azotu od wieloletnich roślin pastewnych, gdyż ich wegetacja trwa tylko jeden sezon, a ponadto większość związanego azotu zbieramy z pola wraz z nasionami o bardzo wysokiej zawartości białka. Ponadto strączkowe nie są w stanie poprawić struktury gleby lub czynią to w ograniczonym stopniu. Co więcej, pod koniec wegetacji rośliny strączkowe są chętnie zasiedlane przez chwasty, głównie komosę. Natomiast w uprawie koni-

Tabela 2

Porównanie wpływu na glebę roślin motylkowatych wieloletnich i strączkowych

Cecha	Motylkowate jednoroczne (strączkowe)	Motylkowate wieloletnie i ich mieszanki z trawami
Ilość azotu pozostawiana po zbiorze roślin na 1 ha	łubiny, grochy: 50-60 kg bobik: 100 kg	koniczyna czerwona: 120-150 kg lucerna: 150-200 kg
Ocienienie gleby	słabe (szerokie rzędy)	bardzo dobre
Wpływ na strukturę gleby	słabe przerośnięcie korzeniami – gleba zbita	znakomity – nadanie struktury gruzełkowej
Wpływ na stan zachwaszczenia	pod koniec wegetacji wzrasta zachwaszczenie (m.in. komosą)	chwasty jednoroczne zostają zebrane wraz z 1 pokosem

Źródło: Tyburski J., 2004 (20).

czynny chwasty jednoroczne zbieramy z pola wraz z pierwszym pokosem; jednakże na polach będących w gorszej kulturze mogą liczniej pojawiać się chwasty wieloletnie, a przede wszystkim perz.

W uprawie większości roślin ma miejsce zasada „im większy plon tym bardziej wyczerpana gleba”. W przypadku roślin motylkowatych zasada ta nie dotyczy azotu – jest wręcz odwrotnie – im bardziej udana plantacja, tym więcej azotu zgromadzonego w resztkach poźniwnych pozostaje dla roślin następczych. Ważną rolę spełnia uprawa międzyplonów, która podyktowana jest przede wszystkim względami pozaprodukcyjnymi. Ponieważ gleba pozbawiona okrywy roślinnej podlega degradacji, należy naśladować ekosystemy naturalne, jak lasy i łąki, gdzie gleba zawsze (przez cały rok) pokryta jest roślinnością. Bezpośrednie działanie promieni słonecznych zabija mikroorganizmy glebowe, nadmiernie przesusza glebę, wystawia ją na działanie wiatrów (erozja wietrzna) i wody (niszczenie struktury, ubijanie gleby, erozja wodna). Natomiast podczas zespołu upraw poźniwnych gleba jest rozpylana, przesuszana, a próchnica podlega przyspieszonej mineralizacji. Problemom tym zapobiega uprawa międzyplonów, która: poprawia bilans materii organicznej i azotu w płodozmianie, ogranicza wymywanie składników pokarmowych (m.in. N, K, Ca), a tym samym zmniejsza potrzeby nawozowe gleby, polepsza wykorzystanie nawozów, zwiększa aktywność biologiczną gleby, ocenia ją, ułatwia uprawę roli (pulchniejsza rola stawia mniejsze opory maszynom), a także ogranicza erozję wietrzną i wodną. Jednak w lata suche może brakować wody w glebie, aby z powodzeniem uprawiać rośliny w międzyplonach.

### Dobór roślin w płodozmianie a bilans próchnicy

Zazwyczaj w płodozmianie dominują zboża, które z natury swej pozostawiają przy zbiorze kombajnowym znaczne ilości resztek poźniwnych, ale gorszej jakości, z uwagi na małą zawartość azotu. Z kolei rośliny okopowe (ziemniak, burak, warzywa korzeniowe) i kukurydza pozostawiają bardzo mało resztek poźniwnych, w dodatku ulegających szybkiemu rozkładowi. Niekorzystny wpływ na glebę ma też sposób ich upra-

wy: szerokie rzędy, międzyrzędowe zabiegi pielęgnacyjne, późniejszy siew i późne zakrycie międzyrzędzi – czynniki te zwiększają mineralizację próchnicy i nasilają erozję. Szacuje się, że uprawa tych roślin zmniejsza zawartość próchnicy w glebie o około  $1,1-1,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Natomiast rośliny strączkowe mają dodatni wpływ na bilans próchnicy w glebie, ale jest on niewielki. Dopiero motylkowate wieloletnie i ich mieszanki z trawami oraz pastwiska przemienne dostarczają dużej ilości resztek poźniwnych i to takich, które w dużym stopniu przetwarzane są na próchnicę (13).

Mając na uwadze powyższe czynniki rolnik musi tak planować strukturę upraw, aby poprawiać żyzność i urodzajność gleby, albo co najmniej zachować ją na odpowiednio wysokim poziomie.

### **Właściwe zagospodarowanie nawozów naturalnych**

#### **Obornik**

Podstawowym nawozem w gospodarstwie ekologicznym jest obornik. Pierwszą powinnością rolnika jest minimalizacja strat materii organicznej i składników pokarmowych (głównie azotu i potasu) podczas jego przechowywania oraz stosowania. Straty azotu z obornika podczas przechowywania sięgają 30-40%, a w trakcie jego stosowania na polu 10-20% (5, 16). Azot ulatnia się do atmosfery w postaci amoniaku, a w formie azotanów jest wymywany do wód powierzchniowych i gruntowych. Wymywaniu w znacznych ilościach podlega również potas. Podstawową zasadą prawidłowego składowania obornika jest nieprzepuszczalne podłoże oraz takie formowanie przyzmy, aby jej zewnętrzna powierzchnia stykająca się z powietrzem była jak najmniejsza. Taki sposób składowania ogranicza straty materii organicznej i azotu. Poza gnojownią właściwe warunki przechowywania obornika można zapewnić w głębokiej oborze.

Obornik, zwykle nie starszy niż sześciomiesięczny, zawiera stosunkowo dużo łatwo dostępnych składników pokarmowych, a zawarta w nim substancja organiczna przyczynia się do polepszenia struktury i bilansu próchnicznego gleby. Ponieważ składniki pokarmowe są łatwo dostępne, a więc i łatwo tracone, trzeba zwrócić baczną uwagę na porę stosowania obornika i pogodę (tab. 3). Z chwilą rozrzucenia na polu jego powierzchnia styku z atmosferą jest bardzo duża, a wówczas bardzo szybko postępuje jego przesuszanie oraz strata azotu, głównie w postaci amoniaku. Dlatego najlepiej jest tak zorganizować nawożenie, by jeden ciągnik pracował z rozrzutnikiem, a drugi tuż za nim przyorywał obornik. Jest to szczególnie ważne na glebach średnich i ciężkich, gdzie nawet niewielki deszcz uniemożliwia dalszą pracę na roli i nierzadko trzeba czekać kilka dni, aby móc ponownie wjechać na pole i przyorać uprzednio rozrzucony nawóz.

Zasady przechowywania i stosowania nawozów naturalnych stałych (obornik) i płynnych (gnojówka i gnojowica) reguluje ustawa o nawozach i nawożeniu oraz wymogi Zwykłej Dobrej Praktyki Rolniczej, której muszą przestrzegać gospodarstwa wspierane w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich. Zgodnie z powyższy-



Tabela 3

Przeciętne straty azotu z obornika podczas wywózki (%)

Czas między wywozem a orką	Grudzień (mroźno)	Marzec (10,7 mm deszczu)	Kwiecień (4,7 mm deszczu)
6 godzin	2	3	19
1 dzień	2	3	22
2 dni	-	5	24
4 dni	15	10	29

Źródło: Vogtmann H. i Besson J. M., 1978 (24).

mi regulacjami po 25.10.2008 r. gospodarstwa są zobowiązane do przechowywania nawozów naturalnych w następujący sposób:

- obornik może być gromadzony, fermentowany i przechowywany w pomieszczeniach inwentarskich (na głębokiej ściółce) lub na nieprzepuszczalnych płytach gnojowych ze ścianami bocznymi, które umożliwiają gromadzenie wycieków w szczelnych zbiornikach;
- gnojówka lub gnojowica powinna być gromadzona w szczelnych zbiornikach;
- pojemność płyt gnojowych oraz zbiorników na gnojówkę lub gnojowicę powinna zapewnić możliwość gromadzenia tych nawozów co najmniej przez okres 4 miesięcy.

Najstarszą metodą jest przechowywanie obornika w oborze pod zwierzętami utrzymywanymi na głębokiej ściółce. Zaletą jest mały nakład pracy, ciepło w pomieszczeniu nawet zimą i duża wartość nawozowa obornika (niewielkie straty azotu). Do wad można zaliczyć: duże zużycie ściółki, wysokie stężenie pary wodnej, amoniaku ( $\text{NH}_3$ ) i dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) w powietrzu, co wymusza zastosowanie skutecznej wentylacji.

W przypadku obór płytkich zachodzi konieczność przechowywania obornika na gnojowni (płycie gnojowej), która powinna spełniać następujące warunki: posiadać utwardzone, nieprzepuszczalne dno, trwałe ściany boczne, powinna być wyposażona w zbiornik na wodę gnojową lub gnojówkę. Przyjmuje się, iż na 1 sztukę dużą zwierząt powinna przypadać powierzchnia około 3 m<sup>2</sup> gnojowni oraz minimum 2 m<sup>3</sup> pojemności zbiorników na gnojówkę i wodę gnojową.

Głębokie przyoranie obornika jest błędem, bowiem zwiększa koszty orki i prowadzi do rozkładu obornika w warunkach niedostatecznego dostępu tlenu. Na glebach średnich, a tym bardziej ciężkich, nawet po kilku latach wyoruje się z gleby storfiały obornik, z którego nie skorzystała ani gleba ani roślina. O ile w uprawie ziemniaka umieszczenie obornika w glebie na głębokości ok. 20 cm będzie zasadne, z uwagi na wielokrotne bronowanie i redlenie, co zwiększa jego mineralizację, to w przypadku zbóż jest już błędem. W uprawie zbóż, głównie pszenicy, musimy stosować dobrze rozłożony obornik, możliwie płytko – co najwyżej na 10-12 cm. Zboża wcześniej kształtują liczbę i długość kłosów – już na początku krzewienia. Jeśli wówczas brakuje im azotu słabo się krzewią, są niedożywione i opanowują je chwasty.

Na glebach średnich i ciężkich pod rośliny wczesnego siewu obornik należy wywozić jesienią. W okresie wiosny stosowanie obornika bardzo opóźniłoby siew oraz powodowało problemy z doprawieniem gleby. Przy opóźnionych siewach rośliny wydadzą mniejszy plon, a i zagrożenie ze strony chwastów wówczas wzrośnie. Natomiast na glebach lekkich obornik należy stosować wiosną. W tym przypadku straty wynikłe z opóźnienia siewu są niewielkie wobec tych, jakie zachodzą w glebach piaszczystych wskutek wymywania azotu i potasu w okresie jesieni i zimy. Warto podkreślić, iż na glebach lekkich wcześniej można wejść w pole niż na glebach średnich i ciężkich, a ponadto gleby te nie stwarzają problemów uprawowych – zmniejsza się opóźnienie terminu siewu spowodowane wiosennym stosowaniem obornika.

### Komposty

Kompost jest jakościowo odmiennym nawozem w stosunku do obornika. Dzięki tworzeniu się substancji huminowych w procesach kompostowania powstają bardziej stabilne formy materii organicznej od występujących w oborniku. Dlatego też kompost bardziej nadaje się do poprawy bilansu materii organicznej w glebie w dłuższej perspektywie czasowej. W kompoście proces rozkładu materii organicznej jest bardzo zaawansowany, stąd też nie stanowi ona łatwego źródła energii dla organizmów glebowych i mniejsza jej część ulega mineralizacji. Dodane do przymy kompostowej trudno rozpuszczalne składniki pokarmowe w postaci surowych fosforytów lub mielonych skał, na skutek aktywności mikroorganizmów stają się łatwiej przyswajalne dla roślin. Podczas procesu kompostowania następuje sanitacja resztek roślinnych (niszczenie większości patogenów i szkodników, a także nasion chwastów) oraz patogenów zwierząt (3, 25). Komposty zapewniają wzrost aktywności biologicznej gleby, poprawę jej właściwości fizycznych (struktura, napowietrzenie, zdolności retencji wody i łatwości uprawy), zmniejszenie strat składników pokarmowych podczas stosowania oraz poprawę jakości płodów rolnych (zapachu, smaku, walorów przechowalniczych). Wadą kompostów są dodatkowe nakłady pracy oraz zwiększone straty azotu i potasu powstające podczas przygotowywania tego rodzaju nawozu.

W warunkach małej obsady zwierząt, poniżej  $0,5 \text{ SD} \cdot \text{ha}^{-1}$ , niskiej zasobności gleby w potas, niedoboru azotu, jak również na glebach średnich i ciężkich należy stosować obornik. Natomiast na glebach typowo piaszczystych, o niskiej zawartości próchnicy, a także pod uprawę warzyw na wszystkich rodzajach gleb należy stosować komposty.

### Stosowanie nawozów mineralnych dozwolonych w rolnictwie ekologicznym

Zasadniczym powodem zubożania gleby w składniki pokarmowe jest ich wywożenie z gospodarstwa wraz ze sprzedawanymi płodami rolnymi. Im większy stopień towarowości gospodarstwa, tym większy odpływ składników pokarmowych. Szczególnie zła jest pod tym względem sytuacja gospodarstw zbywających produkty roślin-

ne, a głównie warzywa lub pasze objętościowe (12). W przypadku zbywania produktów zwierzęcych tylko małe ilości składników wywozi się z gospodarstwa, a większość wraca do gleby w postaci nawozów naturalnych (obornika i gnojówki).

Poza wywożeniem składników pokarmowych z płodami rolnymi następują ich straty poprzez wymywanie. Na większą skalę problem ten dotyczy azotu i potasu. W pierwszym przypadku nie ma specjalnych problemów z uzupełnieniem jego zasobów – dzięki zasiewom roślin motylkowatych czerpiemy z nieprzebranego źródła azotu, jakim jest atmosfera ziemską. W drugim przypadku jest o wiele gorzej: wprawdzie w glebach zawartość potasu jest znaczna, ale występuje on w minerałach, z których jest stopniowo uwalniany w procesie ich wietrzenia. W związku z tym w glebie często występuje niedobór potasu w formach dostępnych dla roślin.

Jeżeli chodzi o azot, to zasadniczym problemem jest niedopuszczenie do przekroczenia norm jego stężenia w atmosferze oraz wodach powierzchniowych i gruntowych. W przypadku potasu rzecz w tym, aby go nie brakło, tym bardziej, że jest on:

- w dużych ilościach wynoszony z gleby z plonami;
- stosunkowo łatwo wymywany z gleby;
- ma duże znaczenie dla wielkości i jakości plonów.

Zasadniczym sposobem zapobiegania niedoborom składników pokarmowych w glebie jest jak najlepsze składowanie, przechowywanie i umiejętne stosowanie własnych nawozów gospodarskich. Ważnym kierunkiem działań jest podnoszenie aktywności biologicznej gleby, tak aby zawarte w niej składniki będące w niedostępnej dla roślin formie systematycznie przechodziły w formy przyswajalne. Jednakże w dłuższej perspektywie, szczególnie na słabych, z natury mniej żyznych glebach piaszczystych, konieczne jest uzupełniające stosowanie nawozów mineralnych dozwolonych w rolnictwie ekologicznym. W warunkach głębokiego deficytu potasu uzupełniające nawożenie mineralne jest wysoce efektywne (22).

### **Naturalne nawozy mineralne dozwolone w rolnictwie ekologicznym**

Punktem wyjścia do podjęcia decyzji o zastosowaniu uzupełniającego nawożenia mineralnego jest analiza chemiczna gleby. Jeżeli wykazane zostaną znaczące niedobory składników w glebie, to jest podstawa do ubiegania się w jednostce kontrolnej o zezwolenie na zastosowanie dozwolonych nawozów mineralnych. Po uzyskaniu takiego zezwolenia sporządza się nowy plan nawozowy, wskazując pola, lata i rośliny, pod które zastosowany będzie dany nawóz mineralny oraz jego dawkę. Aktualną listę dozwolonych nawozów mineralnych prowadzi IUNG-PIB w Puławach. Jeśli rolnik ekologiczny stwierdza bardzo niską bądź niską zawartość potasu w glebie, to może znaleźć na tej liście takie nawozy, jak siarczan potasu (pylisty lub granulowany), a gdy występuje bardzo niska lub niska zasobność w magnez, wówczas warto wybrać kalimagnezję (patentkali).

### Bilanse nawozowe w rolnictwie ekologicznym

Bardzo ważnym aspektem gospodarki nawozowej jest jej wpływ na środowisko. Powszechnie uważa się, iż konwencjonalne rolnictwo intensywne stanowi zagrożenie eutrofizacją gleby i wód. Dotyczy to w pierwszym rzędzie azotu, ale nie tylko. Badania prowadzone w ramach projektu BERAS wykazały dwukrotnie większą nadwyżkę bilansową azotu w szwedzkich gospodarstwach konwencjonalnych w stosunku do ekologicznych (tab. 4). Bardzo dużą nadwyżkę stwierdzono w sektorze rolnictwa konwencjonalnego w Danii i Holandii. W Holandii szczególnie niekorzystnie wypadły gospodarstwa specjalizujące się w chowie bydła mlecznego. Bardzo ważnych informacji dostarcza przykład z Niemiec, gdzie przestawienie gospodarstwa konwencjonalnego na metody ekologiczne zmniejszyło 3-krotnie nadwyżkę azotu, a dodatni bilans P i K zmieniło w ujemny.

Tabela 4

Bilans NPK w rolnictwie ekologicznym i konwencjonalnym w wybranych krajach  
(kg · ha<sup>-1</sup> · rok<sup>-1</sup>)

Kraj	Bilans N		Bilans P		Bilans K	
	ekol.*	kon.*	ekol.	kon.	ekol.	kon.
Szwecja <sup>1</sup>	+35	+78	-2	+5	-	+8
Dania <sup>2</sup>	-	+139	-	+8	-	+24
Holandia (gosp. roślinne) <sup>3</sup>	+98	+154	+18	+23	+31	+25
Holandia (gosp. mleczne) <sup>3</sup>	+136	+364	+8	+31	-	-
Niemcy <sup>4</sup>	+42	+118	-4	+13	-27	+31

\* ekol. – gospodarstwa ekologiczne

kon. – gospodarstwa konwencjonalne

Źródło: <sup>1</sup> – Granstedt A., 2006 (6); <sup>2</sup> – Granstedt in., 2004 (7); <sup>3</sup> – IKC 1997 (4); <sup>4</sup> – Hülsbergen i in., 1997 (9)

Generalnie przejście z intensywnego rolnictwa konwencjonalnego na rolnictwo ekologiczne 2–3-krotnie zmniejsza nadwyżki azotu, co ma kluczowe znaczenie dla ochrony wód przed procesem eutrofizacji. Natomiast w przypadku fosforu, a tym bardziej potasu nie tylko dochodzi do zmniejszenia nadwyżek, ale najczęściej prowadzi to do wyczerpywania gleby, co zmusza do okresowego uzupełniającego stosowania nawozów mineralnych.

## Literatura

1. A u b e r t C.: Healthy plants – the theory of Chaboussou. New research in organic agriculture, down to earth – and further afield. Proc. 11th International Scientific IFOAM Conference, 1996, **1**: 85-90.
2. B a l f o u r E. B.: The living soil and the Haughley experiment. Universe books, 1975, pp. 383.
3. B o l l e n J. G., V o l k e r D., W i j n e n A. P.: Inactivation of soil-borne plant pathogens during small-scale composting of crop residues. Nether. J. Plant Pathol., 95, 1989, Suppl., 1975, **1**: 19-30.
4. B o n d t N., H u i z i n g H., J a n s s e n T. (IKC): Biologische landbouw versus gangbare landbouw. Berekeningen vergroening fiscale stelsel voor de Commissie van der Vaart. Internal report 32, 1997.
5. C l a e s s o n S., S t e i n e c k S.: Växtnäring, hushållning-miljö. Speciella skrifter 41, SLU, Uppsala, 1991.
6. G r n a s t e d t A.: Baltic ecological recycling agriculture and society. Executive summary (in preparation), 2006.
7. G r a n s t e d t A., S e u r i P., T h o m s s o n O.: Effective recycling agriculture around the Baltic Sea. Background report. Raport z projektu BERAS, 2004, ss. 42.
8. H o w a r d A.: An agricultural testament. Oxford University Press, London, 1940, pp. 262.
9. H ü l s b e r g e n K. J., H e l d t S., B i e r m a n n S., G e r s o n d e J., K a l k W. D., D i e p e n b r o c k W.: Analyse und Bewertung der Umweltverträglichkeit ausgewählter Betriebe des Saalkreises mit Hilfe des Modells REPRO. (In): Knickel K, Priebe H: Praktische Ansätze zur Verwirklichung einer umweltgerechten Landnutzung. Verlag Peter Lang, 1997, 21-50.
10. I g r a s J., K o p i Ń s k i J., L i p i Ń s k i W.: Regional differentiation of soil fertility and changes of nutrient balances in Poland. Proc. 14th International Symposium of Fertilizers (CIEC). „Fertilizers in context with resource management in agriculture”. Debrecen, Hungary, 22-25 June, 2003, **1**: 263-271.
11. K o e p f H. H., P e t t e r s s o n D., S c h a u m a n n W.: Bio-dynamic agriculture. An introduction. The Anthroposophic Press, Spring Valley, New York, 1976, ss. 429.
12. K u ś J., K o p i Ń s k i J., S t a l e n g a J., T y b u r s k i J.: Rolnictwo ekologiczne a społeczeństwo i środowisko. Cz. I. Organizacyjno-ekonomiczne i środowiskowe aspekty funkcjonowania wybranych gospodarstw ekologicznych w rejonie Brodnicy. Raport naukowy. IUNG Puławy, 2004, ss. 3-56.
13. K v e c h O., B a l a s J., K o s M., K r i s t a n F., S k a l a J., S t r n a d P., S i m o n J., V r k o c F.: Osevní postupy. Praha, 1985.
14. L a m m e r t s v a n B u e r e n I. E. T., M a n s v e l t J. D.: Biodynamic field preparations: tool for agroecosystems' regulation. New Research in Organic Agriculture, down to earth – and further afield. Proc. 11th International Scientific IFOAM Conference, 1996, **2**: 41-46.
15. L a m p k i n N.: Organic farming. Farming Press, Ipswich, 1990, pp. 701.
16. L u n d i n G.: Ammoniakavgång från stallgödsel (Jordbrukstekniska Institutet, JTI – rapport, 94). Uppsala, 1988.
17. R o d e t J. C.: O rolnictwie biologicznym doświadczenia i przemyślenia. Stowarzyszenie EKO-LAND – AGRA, 1994, 60.
18. R u s c h H. P.: Bodenfruchtbarkeit. Eine Studie biologischen Denkens. Haug Verlag, Heidelberg, 1968.
19. S t e i n e r R.: Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. Landwirtschaftliche Kurs, GA 327, Rudolf Steiner Verlag, Dornach, 1924/1984.<sup>4</sup>
20. T y b u r s k i J.: Nawożenie i żywność gleby w gospodarstwie ekologicznym. RCDRRiOW Radom, 2004, ss. 40.
21. T y b u r s k i J.: Dobór i następstwo roślin w gospodarstwach ekologicznych. PKE Gliwice, 2005, ss. 41.

<sup>4</sup> Właśnie tak należy cytować tę pozycję; rok 1924 wskazuje na czas pochodzenia stenogramów z wykładów Steinera, a rok 1984 na powszechnie akceptowane wydanie ich w formie książkowej.

22. Tyburski J.: Uzupełniające nawożenie potasem i magnezem w rolnictwie ekologicznym. Verlagsgesellschaft für Ackerbau mbH, 2006, ss. 20.
23. Tyburski J., Gaziński B.: Rolnictwo ekologiczne. (W): Konfrontacja systemów rolniczych. ART Olsztyn - ODR Przysiek, 1992, 27-44.
24. Vogtmann H., Besson J. M.: European composting methods: treatment and use of farm yard manure and slurry. The research needs of biological agriculture in Great Britain. Elm Farm Research Centre, Report No. 1, 1978.
25. Widdowson R. W.: Towards holistic agriculture. A scientific approach. Pergamon press, 1987, ss. 187.

Adres do korespondencji:

*dr hab. Józef Tyburski, prof. UW-M*  
*Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa*  
*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski*  
*ul. Oczapowskiego 8*  
*10-718 Olsztyn*  
*tel.: 089-523-33-16*  
*tel/fax: 089-523-48-31*  
*e-mail: [jozef.tyburski@uwm.edu.pl](mailto:jozef.tyburski@uwm.edu.pl)*