

**DOBRE PRAKTYKI
W ZAKRESIE OGRANICZANIA
EMISJI AMONIAKU
Z NAWOZÓW**

Opracował: doc. dr hab. Stefan Pietrzak

INSTYTUT MELIORACJI I UŻYTKÓW ZIELONYCH

Dyrektor: *prof. dr hab. Edmund Kaca*

Recenzent: *prof. dr hab. Edward Krzywy*

Kierownik Działu Wydawnictw: *dr inż. Halina Jankowska-Huflejt*

Opracowanie redakcyjne: *Iwona Ornoch*

Skład komputerowy: *Elżbieta Golubiewska*

ISSN 0860-0813

ISBN 978-83-61875-07-9

© Copyright by Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, 2009

Adres Redakcji: Falenty, 05-090 Raszyn, e-mail: wydawnictwo@imuz.edu.pl
tel. (0-22) 720-05-98, 720-05-31 w. 117, 118, tel./fax: (0-22) 628-37-63
Realizacja wydania: „Gimpo”. Warszawa, ul. Grzegorzewskiej 8, tel. (0-22) 855-53-77
Nakład 300 egz.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	5
2. Straty amoniaku z nawozów naturalnych	5
3. Straty amoniaku z mineralnych nawozów azotowych	7
4. Praktyki rolnicze służące ograniczeniu emisji amoniaku	7
4.1. Ograniczenie emisji amoniaku przez zmniejszenie ilości azotu wydalanego przez zwierzęta	7
4.2. Ograniczenie emisji amoniaku w budynkach inwentarskich	8
4.3. Ograniczenie emisji amoniaku podczas przechowywania nawozów naturalnych	9
4.4. Ograniczenie emisji amoniaku podczas stosowania nawozów natu- ralnych	10
4.5. Ograniczenie emisji amoniaku podczas stosowania mocznika	12
5. Literatura	13

1. WSTĘP

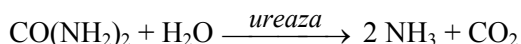
Amoniak jest bezbarwnym, reaktywnym, lżejszym od powietrza (w przybliżeniu o połowę) gazem, łatwo rozpuszczalnym w wodzie. Powstaje w wielu biologicznych i przemysłowych procesach. W atmosferze ziemskiej występuje w ilościach śladowych. W około 99% pochodzi z rozkładu odpadowej materii organicznej. Do zasilania atmosfery ziemskiej w amoniak w największym stopniu przyczynia się działalność rolnicza. Głównym źródłem ulatniania się NH_3 w rolnictwie są odchody zwierząt, a poza nimi również mineralne nawozy azotowe stosowane na użytki rolne.

Emisja amoniaku ze źródeł rolniczych ma wiele niekorzystnych następstw. Między innymi powoduje ubytek zawartości azotu w odchodach zwierząt i mineralnych nawozach azotowych (zmniejsza ich wartość nawozową), przyczynia się do eutrofizacji i zakwaszania ekosystemów lądowych i wodnych (zmniejsza ich wartość przyrodniczą oraz ogranicza funkcje ochronne i rekreacyjne), negatywnie oddziałuje na zdrowie ludzi (w następstwie wdychania pyłów formowanych w atmosferze z udziałem amoniaku), a ponadto przyspiesza korozję konstrukcji metalowych i budowli z piaskowca.

Z uwagi na szkodliwe skutki emisji amoniaku niezbędne jest podejmowanie działań mających na celu jej zmniejszenie. W produkcji rolnej ograniczenie emisji amoniaku można osiągnąć przede wszystkim przez udoskonalenie gospodarki nawozami naturalnymi, zwłaszcza przez zabiegi służące zmniejszeniu ilości azotu wydalanego z odchodami przez zwierzęta, poprawę praktyk postępowania z nawozami naturalnymi w budynkach inwentarskich oraz udoskonalenie metod ich przechowywania i aplikacji, a ponadto przez udoskonalenie metod stosowania mineralnych nawozów azotowych, w szczególności mocznika.

2. STRATY AMONIAKU Z NAWOZÓW NATURALNYCH

Emisja amoniaku z nawozów naturalnych zachodzi w następstwie mikrobiologicznego rozkładu zawartych w nich związków azotu. Najłatwiej rozkładalnym związkiem jest mocznik, znajdujący się (w największych ilościach) w moczu zwierząt. Pod wpływem enzymu ureazy, który jest produkowany przez mikroorganizmy obecne w kale, szybko przekształca się on w amoniak:



Rozkład złożonych, kompleksowych form organicznych azotu w nawozach naturalnych następuje wolniej (od kilku do kilkudziesięciu miesięcy).

Na sumaryczne straty amoniaku pochodzącego z produkcji zwierzęcej składają się strumienie emisji tego związku z odchodów zwierząt gospodarskich w pomieszczeniach inwentarskich, z miejsc przechowywania nawozów naturalnych, w wyniku ich stosowania na użytki rolne oraz z kału i moczu zwierząt pozostawianych na pastwisku.

Wielkość emisji amoniaku z budynków inwentarskich zależy od systemu chowu zwierząt oraz od rodzaju inwentarza. Największa emisja występuje w chlewniach i kurnikach (do 25% ilości azotu wydalonego z odchodami [HUTCHINGS i in., 2001]).

Na ilość ulatniającego się NH_3 w pomieszczeniach dla zwierząt wpływa wiele czynników:

- powierzchnia, na której zalegają odchody (emisja zwiększa się wraz ze zwiększeniem powierzchni),
- temperatura nawozów (im niższa temperatura tym mniejsza emisja),
- odczyn nawozów (mniejsza emisja przy niskim pH),
- zawartość azotu amonowego w nawozach (im większa zawartość, tym większa emisja),
- prędkość przepływu powietrza nad powierzchnią nawozów (większa prędkość przepływu prowadzi do większej emisji).

Straty amoniaku podczas przechowywania nawozów naturalnych zależą od rodzaju i składu nawozu, czasu jego przechowywania, warunków meteorologicznych (temperatura i prędkość wiatru) oraz rozmiarów zbiornika. Przeciętne straty amoniaku ze zbiorników gnojówki i gnojowicy są raczej niewielkie, odpowiednio rzędu 2 i 2–9% i wyraźnie mniejsze niż ze składowisk obornika (do 15% w przypadku obornika bydlęcego i 30% w przypadku obornika od trzody chlewnej [HUTCHINGS i in., 2001]). Często jednak, zwłaszcza gdy magazynowanie nawozów naturalnych jest niestaranne, straty te są znacznie większe. MARCINKOWSKI [2002] stwierdził, że straty amoniaku z obornika składowanego na gnojowni w gospodarstwie prowadzącym chów trzody chlewnej na terenie Żuław wynosiły 39% wyjściowej zawartości azotu, a ze składowisk obornika w gospodarstwach prowadzących chów bydła dochodziły do ok. 26%.

Straty amoniaku podczas aplikowania nawozów naturalnych na użytki rolne zależą od rodzaju nawozów, warunków atmosferycznych, pory roku, rodzaju uprawy, dawek nawozu, sposobu jego rozprowadzania (rozbryzgowo, pasmowo, iniekcyjnie – w odniesieniu do płynnych nawozów naturalnych). Przyjmuje się, że mogą one dochodzić do 30% z płynnych nawozów naturalnych i 15% z obornika [HUTCHINGS i in., 2001]. W praktyce spotyka się zróżnicowane wielkości strat. Pomiary wykazały, że emisja amoniaku z obornika, gnojówki i gnojowicy w okresie 3–4 dni po zastosowaniu ich na użytki rolne w gospodarstwach na Podlasiu wynosiła odpowiednio: 2,3–7,4; 22,2–41,7 i 24,2% początkowej zawartości azotu ogólnego w tych nawozach (rozprowadzanie obornika odbywało się za pomocą

rozrzutnika, a nawozów płynnych – za pomocą wozów asenizacyjnych z płytami rozbryzgowymi) [PIETRZAK, 2005].

Straty amoniaku z odchodów (kał i mocz) pozostawionych przez zwierzęta na pastwisku wynoszą przeciętnie 3,1% zawartego w nich azotu w warunkach nawożenia mineralnego rzędu $250 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ [BUSSINK, 1996].

3. STRATY AMONIAKU Z MINERALNYCH NAWOZÓW AZOTOWYCH

Azotowe nawozy mineralne są zwykle stosowane w formie stałej. Pod wpływem wilgoci gleby lub powietrza ulegają rozkładowi. Bezpośrednia emisja NH_3 występuje tylko po zastosowaniu nawozów zawierających azot w formie amonowej (NH_4^+) oraz takich jak mocznik, które zawierają azot w formie amidowej (NH_2^-) – szybko ulegającej przemianie do amonowej NH_4^+ . Nawozy zawierające azot tylko w formie azotanowej (NO_3^-) nie są bezpośrednim źródłem emisji NH_3 , lecz mogą nim być pośrednio, przez liście uprawianych roślin. Emisja amoniaku z mineralnych nawozów azotowych jest zróżnicowana w zależności od ich rodzaju. Straty amoniaku z saletry amonowej są zazwyczaj niewielkie, często mniejsze niż 1% zawartego w niej azotu. Straty z innych nawozów, takich jak siarczan amonu lub mocznik, mogą być znacznie większe. W przypadku mocznika mogą wynosić od 5 do 30%, z tego powodu szczególną uwagę zwraca się na ograniczenie emisji amoniaku z tego nawozu.

4. PRAKTYKI ROLNICZE SŁUŻĄCE OGRANICZENIU EMISJI AMONIAKU

4.1. OGRANICZENIE EMISJI AMONIAKU PRZEZ ZMNIEJSZENIE ILOŚCI AZOTU WYDALANEGO PRZEZ ZWIERZĘTA

Wraz ze zmniejszeniem ilości azotu wydalanego z odchodami zwierząt zmniejsza się ilość emitowanego z nich amoniaku. Zmniejszenie ilości azotu wydalanego z odchodami zwierząt można uzyskać przez:

- stosowanie w żywieniu pasz wysokiej jakości;
- podawanie zwierzętom zbilansowanych dawek pokarmowych (w oparciu o normy żywieniowe), dostosowanych do potrzeb poszczególnych kategorii zwierząt, np. według okresu laktacji, wieku, masy ciała, itp.;
- utrzymywanie zwierząt odznaczających się wysoką wydajnością, ponieważ zwierzęta wysokoprodukcyjne wydalają w odchodach mniejsze ilości N w przeliczeniu na jednostkę produktu (np. mleka) niż zwierzęta o gorszych cechach użytkowych (tab. 1).

Tabela 1. Ilość azotu wydalana przez krowy mleczne w przeliczeniu na zwierzę i na jednostkę produkcji, w zależności od ich wydajności [POTKAŃSKI, 1997 za Flachowsky, 1994]

Wydajność mleczna krów, kg·rok ⁻¹	Ilość wydalonego azotu	
	kg·krowa ⁻¹ ·rok ⁻¹	g·dm ⁻³ mleka
4 000	80	20
6 000	96	16
8 000	120	15

W związku z tym zaleca się:

- w żywieniu przeżuwaczy – zmniejszenie dawek skarmianych zielonek na rzecz pasz objętościowych o mniejszej zawartości białka, takich jak kiszonka z kukurydzy, siano, słoma itp.; spasanie runi łąkowej w późniejszej fazie wzrostu lub ograniczenie ilości skarmianej zielonki łąkowej i jednocześnie zwiększenie podawania wysokoenergetycznych pasz treściwych;
- w żywieniu trzody chlewnej i drobiu – żywienie fazowe (sukcesywne zmniejszanie zawartości protein i fosforanów w diecie zwierząt, w miarę zwiększania się ich masy ciała); stosowanie stymulatorów wzrostu oraz enzymów, np. fitazy, w celu poprawy wykorzystania paszy oraz stosowanie aminokwasów syntetycznych w celu poprawy składu aminokwasów w białku paszy (należy mieć na uwadze, że stosowanie dodatków chemicznych może pogorszyć jakość finalnych produktów).

4.2. OGRANICZENIE EMISJI AMONIAKU W BUDYNKACH INWENTARSKICH

Stratom amoniaku w budynkach inwentarskich można przeciwdziałać przez zmniejszenie powierzchni zalegania nawozów naturalnych i skrócenie czasu ich przebywania na otwartej przestrzeni. W tym zakresie, w pomieszczeniach dla bydła zaleca się m.in:

- minimalizowanie powierzchni dróg komunikacyjnych dla zwierząt;
- szybkie odprowadzanie moczu do zbiornika;
- utrzymywanie w czystości dróg komunikacyjnych oraz wybiegów dla zwierząt.

W oborach ściółkowych dla bydła, zmniejszenie emisji amoniaku można uzyskać przez stosowanie większej ilości słomy (ściółki) na stanowiskach dla zwierząt.

W przypadku chlewni ze stanowiskami bezściółkowymi emisję amoniaku można zmniejszyć dzięki:

- zmniejszeniu powierzchni stanowisk zanieczyszczanych odchodami przez wprowadzenie na ich części rusztów, przy czym kształt rusztów powinien umożliwiać swobodne przemieszczanie się odchodów do kanałów, a powierzchnia zanieczyszczana odchodami powinna mieć niewielki skłon w celu szybszego spływu moczu do kanału (odchody powinny być usuwane z kanałów i gromadzone w zbiornikach na zewnątrz);

- zmniejszeniu odsłoniętej powierzchni gnojowicy pod rusztami, np. przez taką konstrukcję kanałów, żeby odstęp między wewnętrznymi ścianami kanału były mniejsze na górze niż na dole.

W chlewniach ze stanowiskami ściółowymi ograniczeniu emisji amoniaku sprzyja:

- stosowanie ściółki w ilości dostatecznej do utrzymania czystego i suchego legowiska;
- utrzymywanie poidel i koryta w odpowiednim stanie technicznym, aby nie wyciekała z nich woda;
- zapobieganie gromadzeniu się moczu w zastoiskach.

4.3. OGRANICZENIE EMISJI AMONIAKU PODCZAS PRZECHOWYWANIA NAWOZÓW NATURALNYCH

Spośród różnych rodzajów nawozów naturalnych, obornik oraz gnojowica są źródłem największych strat amoniaku podczas ich przechowywania (gnojówka zwykle jest przechowywana w zamkniętych zbiornikach).

Nie istnieją obecnie dostatecznie efektywne metody zmniejszania emisji amoniaku podczas składowania obornika. Nawóz ten po usunięciu z budynku inwentarskiego powinien być przechowywany w gnojowni ze ściankami bocznymi, kanałami odprowadzającymi odcieki i zbiornikiem do ich gromadzenia. Emisję amoniaku podczas składowania obornika ogranicza:

- etapowe układanie (niejednoczesne na całej powierzchni) i ugniatanie na pryzmie;
- przykrywanie pryzmy po ukończeniu układania (można także stosować podczas układania etapowego);
- minimalizowanie powierzchni przechowywania przez zwiększenie wysokości pryzmy (najczęściej zaleca się układanie pryzmy obornika na płycie na wysokość ok. 2 m, jeżeli środki techniczne na to pozwalają wysokość pryzmy można zwiększyć);
- utrzymywanie temperatury w pryzmie poniżej 50°C lub utrzymanie w niej stosunku C:N w granicach 20–30:1.

Gnojowica jest zwykle magazynowana w betonowych lub metalowych zbiornikach, rzadziej w lagunach. W przypadku tego ostatniego sposobu powierzchnia przypadająca na jednostkę objętości gnojowicy jest względnie duża, co sprzyja większym stratom amoniaku. Zmniejszenie emisji amoniaku podczas przechowywania gnojowicy uzyskuje się przez odcięcie jej kontaktu z otwartą przestrzenią. Wykorzystuje się w tym celu:

- zadaszenia zbiorników lub sztywne wieka do ich zamykania (skutecznie zmniejszają emisję amoniaku, lecz koszt ich budowy jest znaczny);
- ruchome pokrywy wykonane zazwyczaj z plastikowych powłok, umieszczone na powierzchni gnojowicy (mniej efektywne niż zadaszenia, lecz tańsze);

- naturalne warstwy izolacyjne (kozuch), wytwarzające się samoistnie na powierzchni gnojowicy z materiału organicznego, jeśli zawartość suchej masy w gnojowicy jest wystarczająco duża (>7%) i jej mieszanie jest zminimalizowane;
- sztuczne warstwy ochronne naniesienie na powierzchnię gnojowicy w zbiorniku, np. słoma, keramzyt, torf, olej lub inne naturalne pływające materiały (słomę zaleca się stosować w formie sieczki o długości ok. 4 cm, w ilości ok. $4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

Emisja amoniaku ze zbiorników gnojowicy wyposażonych w zadaszenia, stałe pokrywy (dekle, klapy) bądź też w pływające folie jest o ponad 80% mniejsza niż ze zbiorników otwartych [SOMMER, HUTCHINGS, 1995].

4.4. OGRANICZENIE EMISJI AMONIAKU PODCZAS STOSOWANIA NAWOZÓW NATURALNYCH

Straty amoniaku z płynnych nawozów naturalnych po ich aplikacji na użytki rolne są o wiele większe niż z obornika. Najskuteczniejszym sposobem ograniczania jego strat z gnojówki i gnojowicy na etapie stosowania jest używanie nowoczesnych wozów asenizacyjnych:

- z przystawkami do dogłębowego wprowadzania gnojowicy i gnojówki:
 - z zastosowaniem aplikatorów do płytkiego wtryskiwania, polegającego na wycinaniu w glebie wąskich szczelin (zazwyczaj głębokości 4–6 cm, w odstępach 25–30 cm) i wypełnianiu ich gnojowicą lub gnojówką; zalecane do stosowania na użytkach zielonych (fot. 1);
 - z zastosowaniem aplikatorów do głębokiego wtryskiwania, polegającego na wprowadzaniu gnojowicy lub gnojówki na głębokość 12–30 cm za pomocą specjalnych radełek, umieszczonych w rzędzie co 50 cm (radełka są często wyposażone w skrzydełka boczne, które wspomagają rozprzestrzenianie się gnojowicy w glebie, co umożliwia wprowadzanie dużych dawek); wykorzystywane przede wszystkim na gruntach ornych (fot. 2);
- z przystawkami do pasmowego rozlewania gnojowicy i gnojówki wleczonymi wężami, polegającego na rozlewaniu nawozów na powierzchni gruntów rolnych (grunty orne lub użytki zielone) przez zespół giętkich przewodów; można je wprowadzać między rzędy rosnących roślin (fot. 3).

Na podstawie danych przytoczonych przez ROTZA [2004] można stwierdzić, że straty amoniaku podczas aplikacji gnojowicy za pomocą aplikatorów dogłębowych do głębokiego wtryskiwania są przeciętnie o 90% mniejsze od strat podczas tradycyjnego rozprowadzania tego nawozu rozlewaczami z płytkami rozbryzgowymi. Według tego źródła, zastosowanie aplikatorów dogłębowych do płytkiego wtryskiwania oraz przystawek z wleczonymi wężami zmniejsza te straty odpowiednio o 60 i 10%.



Fot. 1. Wóz asenizacyjny z aplikatorem do płytkiego wtryskiwania płynnych nawozów naturalnych (system firmy Joskin) (fot. P. Nawalany)



Fot. 2. Wóz asenizacyjny z aplikatorem do głębokiego wtryskiwania płynnych nawozów naturalnych (system firmy Joskin) [Materiały...]

W przypadku stosowania obornika skutecznym sposobem ograniczania emisji NH_3 jest jak najszybsze przyoranie go po wywiezieniu na pole.

Poza omówionymi sposobami, straty amoniaku z nawozów naturalnych podczas ich aplikacji można ograniczać przez:

- wybór odpowiedniego terminu aplikacji – emisja amoniaku jest największa w dni upalne, suche i wietrzne, dlatego stosowanie nawozów w okresie chłodnym, bezwietrznym i wilgotnym sprzyja jej zmniejszeniu;



Fot. 3. Rozlewanie gnojowicy za pomocą wozu asenizacyjnego z przystawką z węzami wleczonymi (system firmy Zunhammer) [ZBYTEK, ŁOWIŃSKI, 2008]

- rozcieńczanie gnojowicy – rozcieńczona gnojowica łatwiej infiltrowuje do gleby niż naturalna (z powodu mniejszej lepkości) – mankamentem tego rozwiązania jest znaczne zwiększenie objętości rozprowadzanej cieczy;
- mechaniczne frakcjonowanie gnojowicy – stosowanie odseparowanej frakcji płynnej gnojowicy przyczynia się do zmniejszenia emisji amoniaku podczas aplikacji, ze względu na łatwiejsze jej przenikanie do gleby (podobnie jak w przypadku gnojowicy rozcieńczonej).

4.5. OGRANICZENIE EMISJI AMONIAKU PODCZAS STOSOWANIA MOCZNIKA

W celu zmniejszenia emisji NH_3 z mocznika zaleca się jak najszybsze wymieszanie tego nawozu z glebą po jego aplikacji, stosowanie bezpośrednio przed obfitymi opadami deszczu (co sprzyja jego wymyciu do gleby) i ewentualne stosowanie inhibitorów procesu amonifikacji. Nie należy rozsiewać mocznika niedługo po przeprowadzeniu zabiegu wapnowania oraz po zastosowaniu gnojowicy i obornika, a także na resztki roślinne pozostałe na polu po uprawach (utrudnia to szybką absorpcję jonów amonowych przez glebę). Podczas wysokich temperatur oraz w przypadku, gdy gleba jest sucha, mocznik powinien być stosowany jedynie, jeżeli można niezwłocznie wymieszać go z glebą. Nie powinien być stosowany w czasie występowania najwyższych temperatur powietrza w ciągu dnia. Na glebach alkalicznych ($\text{pH} > 7,5$) mocznik powinien zostać wymieszany z glebą natychmiast po rozsianiu.

5. LITERATURA

- BUSSINK D.W., 1996. Ammonia volatilization from intensively managed dairy pastures. Wageningen: Agricult. Univ. PhD Thesis ss. 177.
- HUTCHINGS N.J., SOMMER S.G., ANDERSEN J.M., ASMAN W.A.H., 2001. A detailed ammonia emission inventory for Denmark. *Atm. Env.* 35 s. 1959–1968.
- MARCINKOWSKI T., 2002. Identyfikacja strat azotu w towarowych gospodarstwach rolnych Żuław Wiślanych. *Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. nauk. monogr.* nr 1 ss. 79
- Materiały informacyjne firmy Joskin <http://www.joskin.com/quadra.php>
- PIETRZAK S., 2005. Optymalizacja wykorzystania azotu i fosforu w gospodarstwach prowadzących chów bydła mlecznego na Podlasiu. *Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. nauk. monogr.* ss. 129.
- POTKAŃSKI A., 1997. Możliwości ograniczenia emisji azotu i fosforu w produkcji zwierzęcej i ich rozproszenia do środowiska przyrodniczego. *Zesz. Eukac. 2. Falenty: Wydaw. IMUZ* s. 67–74.
- ROTZ C.A., 2004. Management to reduce losses in animal production. *J. Anim. Sci.* 82 Suppl. E s. E119–E137.
- SOMMER S.G., HUTCHINGS N., 1995. Techniques and strategies for the reduction of ammonia emission from agriculture. *Water Air Soil Pollut.* 85 s. 237–248.
- ZBYTEK Z., ŁOWIŃSKI Ł., 2008. Techniki aplikacji gnojowicy. *Cz. 2. Tech. Roln. Ogrodn. Leśna* nr 6: http://www.pimr.poznan.pl/trol6_2008/zz6_2008.pdf



INSTYTUT MELIORACJI I UŻYTKÓW ZIELONYCH

ISSN
0860-0813

*M
a
t
e
r
i
a
ł
y*

*I
n
s
t
r
u
k
t
a
ż
o
w
e*

Stefan Pietrzak

**DOBRE PRAKTYKI
W ZAKRESIE OGRANICZANIA
EMISJI AMONIAKU Z NAWOZÓW**

133/17

PROCEDURY

Falenty, 2009
WYDAWNICTWO IMUZ

Procedura rekomendowana przez:

Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie



ISBN 978-83-61875-07-9