

## OCENA STRAT AMONIAKU Z UŻYTKÓW ZIELONYCH W ZALEŻNOŚCI OD DAWKI I RODZAJU STOSOWANYCH NAWOZÓW NATURALNYCH I MINERALNYCH

*Tadeusz Marcinkowski*

Żuławski Ośrodek Badawczy w Elblągu,  
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

### Wstęp

Źródła oraz procesy, których skutkiem jest emisja azotu na różnych etapach produkcji rolniczej, są na ogół dostatecznie poznane, ale w wielu przypadkach trudne do przedstawienia w sposób ilościowy [SAPEK 1999]. Wśród podstawowych źródeł i przyczyn strat azotu w zagrodzie wiejskiej wymienia się najczęściej produkcję zwierzęcą, a wraz z nią gazowe straty azotu amoniakalnego z odchodów zwierzęcych. Ze współczesnych badań [CLAESSON, STEINECK 1996; PIETRZAK 2000; MARCINKOWSKI 2002], często opartych na pomiarach ilościowych wynika, że straty amoniaku z nawozów naturalnych, na etapach ich przechowywania i stosowania, mogą przekraczać 80% pierwotnej zawartości azotu amonowego i są przez wielu autorów postrzegane jako jedno z najważniejszych, rolniczych źródeł rozpraszania azotu i zanieczyszczenia środowiska. W krajach UE od dawna prowadzone są szerokie działania zmierzające do ograniczenia skali tego zjawiska i poprawy bezpieczeństwa ekologicznego w tym zakresie. Celem pracy była identyfikacja ilościowa strat amoniaku na wybranych etapach gospodarowania nawozami naturalnymi i mineralnymi w gospodarstwie rolnym.

### Material i metodyka badań

Prace dotyczące szacowania strat amoniaku w warunkach konkretnej produkcji rolniczej prowadzone są w kilku wybranych żuławskich gospodarstwach rolnych, zajmujących się produkcją mleka i żywca wołowego. Eksperymentalne pomiary masy ulatniającego się amoniaku podczas nawożenia wykonywane są od roku 2002 w trakcie tzw. kampanii polowych, organizowanych corocznie w dwóch gospodarstwach demonstracyjnych, oznaczonych umownie jako I J1 i II K1. W pierwszym roku badań, w gospodarstwie I J1 wytyczono poletko doświadczalne o powierzchni 546 m<sup>2</sup>, położone na łące trwałej. Na ruń łąkową o wysokości 10 cm zastosowano gnojówkę bydlęcą (w 2002 r. – na początku czerwca, w 2004 r. – w lipcu) w granicznej dawce 50 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (189 kg N·ha<sup>-1</sup>). Zabieg nawożenia wykonano tzw. rozbrygową techniką aplikacji przy pomocy tradycyjnego wozu

## OCENA STRAT AMONIAKU Z UŻYTKÓW ZIELONYCH W ZALEŻNOŚCI OD DAWKI I RODZAJU STOSOWANYCH NAWOZÓW NATURALNYCH I MINERALNYCH

*Tadeusz Marcinkowski*

Żuławski Ośrodek Badawczy w Elblągu,  
Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

### Wstęp

Źródła oraz procesy, których skutkiem jest emisja azotu na różnych etapach produkcji rolniczej, są na ogół dostatecznie poznane, ale w wielu przypadkach trudne do przedstawienia w sposób ilościowy [SAPEK 1999]. Wśród podstawowych źródeł i przyczyn strat azotu w zagrodzie wiejskiej wymienia się najczęściej produkcję zwierzęcą, a wraz z nią gazowe straty azotu amoniakalnego z odchodów zwierzęcych. Ze współczesnych badań [CLAESSON, STEINECK 1996; PIETRZAK 2000; MARCINKOWSKI 2002], często opartych na pomiarach ilościowych wynika, że straty amoniaku z nawozów naturalnych, na etapach ich przechowywania i stosowania, mogą przekraczać 80% pierwotnej zawartości azotu amonowego i są przez wielu autorów postrzegane jako jedno z najważniejszych, rolniczych źródeł rozpraszania azotu i zanieczyszczenia środowiska. W krajach UE od dawna prowadzone są szerokie działania zmierzające do ograniczenia skali tego zjawiska i poprawy bezpieczeństwa ekologicznego w tym zakresie. Celem pracy była identyfikacja ilościowa strat amoniaku na wybranych etapach gospodarowania nawozami naturalnymi i mineralnymi w gospodarstwie rolnym.

### Materiał i metodyka badań

Prace dotyczące szacowania strat amoniaku w warunkach konkretnej produkcji rolniczej prowadzone są w kilku wybranych żuławskich gospodarstwach rolnych, zajmujących się produkcją mleka i żywca wołowego. Eksperymentalne pomiary masy ulatniającego się amoniaku podczas nawożenia wykonywane są od roku 2002 w trakcie tzw. kampanii połowych, organizowanych corocznie w dwóch gospodarstwach demonstracyjnych, oznaczonych umownie jako I J1 i II K1. W pierwszym roku badań, w gospodarstwie I J1 wytyczono poletko doświadczalne o powierzchni 546 m<sup>2</sup>, położone na łące trwałej. Na ruń łąkową o wysokości 10 cm zastosowano gnojówkę bydłącą (w 2002 r. – na początku czerwca, w 2004 r. – w lipcu) w granicznej dawce 50 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (189 kg N·ha<sup>-1</sup>). Zabieg nawożenia wykonano tzw. rozbryzgową techniką aplikacji przy pomocy tradycyjnego wozu

Tabela 1; Table 1

Przeciętna, procentowa zawartość składników pokarmowych  
w gospodarskich nawozach naturalnych  
Average content of nutrients in liquid and solid manure (%)

Składniki, % świeżej masy Elements, % fresh matter	Gnojówka Liquid manure	Obornik Solid manure
Wilgotność; Moisture content	98,43	73,96
Sucha masa; Dry matter	1,57	26,04
N ogółem; Total N	0,379	0,501
N-NH <sub>4</sub>	0,130	0,149
N-NO <sub>3</sub>	0,0048	0,058
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,003	0,226
K <sub>2</sub> O	0,410	1,160

asenizacyjnego. Monitoring emisji amoniaku prowadzono metodą mikrometeorologicznej dozimetrii pasywnej [FERM 1995; MARCINKOWSKI 2000] przez trzy kolejne doby, tj. łącznie przez okres 72 godzin. Warunkiem stosowania wspomnianej techniki pomiarowej są między innymi: płaska powierzchnia terenu (pola) i stała dyfuzyjność amoniaku w powietrzu podczas pomiaru, determinowana głównie przez warunki atmosferyczne. Ewentualne załamanie pogody, w tym zwiększenie szybkości wiatru i występowanie deszczy nawalnych podczas trwania eksperymentu powoduje istotne zakłócenia i błędy pomiarowe. W porównywalnych warunkach klimatycznych i technicznych eksperyment powtórzono w roku następnym, zmniejszając jednak dawkę zastosowanej gnojówki bydlęcej do 25 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (95 kg N·ha<sup>-1</sup>). Jesienią roku 2004 w gospodarstwie II K1 dokonano także oceny strat azotu amoniakalnego po zastosowaniu obornika na ściernisko po zbożu w dawce 25 t·ha<sup>-1</sup> i wymieszaniu z glebą po upływie trzeciej doby od zastosowania. Także w roku 2004, w gospodarstwie I J1 stosując wyżej opisaną metodykę pomiaru, dokonano doświadczalnej oceny strat azotu amoniakalnego z użytków zielonych nawożonych pogłównie saletrą amonową w dawce 60 kg N·ha<sup>-1</sup> i mocznikiem w dawce również 60 kg N·ha<sup>-1</sup>. W trakcie prowadzonych badań w każdym z gospodarstw pobierano próbki stosowanych nawozów naturalnych, celem oznaczenia w nich podstawowych składników pokarmowych (tab. 1), a zwłaszcza azotu całkowitego i amonowego. Próbek nawozów mineralnych nie analizowano.

### Wyniki i dyskusja

W doświadczeniu polowym przeprowadzonym w gospodarstwie I J1 emisja amoniaku z łąki trwałej po zastosowaniu wiosną gnojówki bydlęcej w dawce 50 m<sup>3</sup> (198 kg N·ha<sup>-1</sup>) wynosiła po upływie pierwszej doby 19,3 kg N·ha<sup>-1</sup> (tab. 2). Podczas następnej doby spadła do poziomu 15,5 kg N·ha<sup>-1</sup>, zaś po upływie kolejnej trzeciej doby kształtowała się jeszcze na stosunkowo wysokim poziomie 10,8 kg N·ha<sup>-1</sup>. Należy dodać, że zabieg nawożenia wykonywano we wczesnych godzinach rannych i przy średniej temperaturze powietrza 8°C (pierwsza doba), co wg SOMMERA [2000] winno redukować straty amoniaku co najmniej o kilkanaście procent. Po przeanalizowaniu uzyskanych wyników emisji amoniaku ustalono, że

Tabela 2; Table 2

Straty azotu amoniakalnego z zastosowanych nawozów naturalnych i mineralnych po ich aplikacji  
Ammonia nitrogen losses from liquid and solid manure and mineral fertilizers after application

Kod gospodarstwa Farm code	Rodzaj nawozu Manure type	Ilość N ogółem w nawozie (kg·ha <sup>-1</sup> ) Total N in applied manure (kg·ha <sup>-1</sup> )	Ilość N-NH <sub>4</sub> w nawozie (kg·ha <sup>-1</sup> ) N-NH <sub>4</sub> in applied manure (kg·ha <sup>-1</sup> )	Straty azotu w kolejnych dobach po aplikacji nawozów Losses of nitrogen in the days following manure application							
				(kg N·ha <sup>-1</sup> )				% N ogółem (% N-NH <sub>4</sub> ) % total N (% N-NH <sub>4</sub> )			
				1	2	3	razem total	1	2	3	razem total
I J1	gnojówka <sup>1)</sup> liquid manure <sup>1)</sup>	189	65	19,3	15,5	10,8	45,6	10,0(30)	8,0(24)	6,0(17)	24,0(71)
I J1	gnojówka <sup>2)</sup> liquid manure <sup>2)</sup>	95	33	15,4	2,2	0,4	18,0	16,0(46)	2,0(7)	0,5(1)	18,5(54)
II K1	obornik <sup>3)</sup> solid manure <sup>3)</sup>	120	36	21,6	2,3	1,0	25,0	18,0(72)	1,9(6,3)	0,9(2,7)	21,0(81)
I J1	saletra am. ammonium n.	60	10,5	3,9	0,32	0,04	4,26	6,5(37)	0,53(3,0)	0,07(0,7)	7,1(41)
I J1	mocznik carbamide	60	60 <sup>4)</sup>	7,0	3,9	2,0	12,9	11,7	6,5	3,3	21,5

<sup>1)</sup> zastosowana dawka gnojówki 50 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; rate of liquid manure 50 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>

<sup>2)</sup> zastosowana dawka gnojówki 25 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; rate of liquid manure 50 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>

<sup>3)</sup> zastosowana dawka obornika na ściernisko po zbożu 24 t·ha<sup>-1</sup>; rate of solid manure 24 t·ha<sup>-1</sup> applied on cereal stubble field

<sup>4)</sup> dotyczy amidowej formy azotu; concerning amid form of nitrogen

łącznie gazowe straty azotu kształtowały się na poziomie 45,6 kg N·ha<sup>-1</sup>, co w stosunku do zastosowanej dawki azotu ogółem odpowiadało wartości 24%, zaś w odniesieniu do jego formy amonowej sięgało wartości 71%.

Po rozlaniu gnojówki w lipcu 2004 roku w dawce zmniejszonej o połowę, emisja amoniaku w ciągu pierwszej doby kształtowała się na poziomie 15,4 kg N·ha<sup>-1</sup>, zaś po upływie drugiej i trzeciej doby straty azotu amoniakalnego istotnie zmniejszyły się i wynosiły odpowiednio 2,2 oraz 0,4 kg N·ha<sup>-1</sup>. Należy dodać, że badania prowadzono w warunkach dużego nasłonecznienia, przy prędkości wiatru rzędu 4 m·s<sup>-1</sup> oraz przy stosunkowo wysokiej średniej temperaturze powietrza: 21°C pierwsza doba, 25°C druga doba i 23°C trzecia doba. Wspomniane parametry meteorologiczne należy zatem zaliczyć do czynników niekorzystnych, zasadniczo przyspieszających uwalnianie się amoniaku [ASMAN i in. 1998; WARNECK 2000]. Jednak łączne straty azotu w tym przypadku wynosiły 18 kg N·ha<sup>-1</sup> i były istotnie niższe niż w warunkach poprzedniego eksperymentu. Należy dodać, że procentowy udział strat azotu amoniakalnego w stosunku do zastosowanej dawki azotu ogółem kształtował się na poziomie 18,5%, zaś w stosunku do pierwotnej zawartości azotu amonowego w nawozie na poziomie 54%.

Największe straty azotu po zastosowaniu obornika (rzędu 21,6 kg N·ha<sup>-1</sup>) zanotowano podczas pierwszej doby po aplikacji (tab. 2). W kolejnych dobach były one zdecydowanie niższe i kształtowały się na poziomie odpowiednio: 2,3 oraz 1,0 kg N·ha<sup>-1</sup>. Potwierdza to podstawową zasadę dobrych praktyk rolniczych, że przykrycie bądź wymieszanie obornika z glebą natychmiast po zastosowaniu jest nie tylko uzasadnione ekologicznie, ale i ekonomicznie.

Straty amoniaku, po aplikacji wymienionych nawozów mineralnych w jednorazowej dawce 60 kg N·ha<sup>-1</sup>, zależały przede wszystkim od rodzaju i formy użytego nawozu. W okresie intensywnego wzrostu runi (okres wiosenno-letni) i po upływie trzeciej doby od zastosowania kształtowały się one następująco: dla saletry amonowej 4,26 kg N·ha<sup>-1</sup>, dla mocznika 12,9 kg N·ha<sup>-1</sup>. Powodowało to stosunkowo niewielkie straty azotu rzędu 7,1% w stosunku do zastosowanej dawki, w przypadku saletry amonowej i trzykrotnie większe straty rzędu 21,5%, w przypadku zastosowania mocznika. Zatem uzyskane wyniki badań sugerują, że wykorzystywanie mocznika do nawożenia użytków zielonych nie powinno być zalecane chociażby z powodu zagrożeń ekologicznych. Zagrożenia te wynikają przede wszystkim z potencjalnie dużych możliwości ulatniania się amoniaku z tego rodzaju mineralnych nawozów azotowych, szczególnie w przypadku braku możliwości wymieszania ich z glebą.

## Wnioski

1. Przy zastosowaniu rozbryzgowej techniki aplikacji gnojówki bydlęcej straty amoniaku z użytków zielonych oraz dynamika procesu jego uwalniania się zależą głównie od dawki azotu ogółem w zastosowanym nawozie.
2. W warunkach przeprowadzonego doświadczenia, najwyższe straty amoniaku rzędu 46,6 kg N·ha<sup>-1</sup> zanotowano po zastosowaniu gnojówki 50 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> zawierającej 189 kg azotu ogółem.
3. Również duże straty amoniaku obserwowano podczas nawożenia użytków zielonych mocznikiem. Przy jednorazowej dawce azotu rzędu 60 kg·ha<sup>-1</sup> kształtowały się one na poziomie 12,9 kg N·ha<sup>-1</sup>.

## Literatura

- ASMAN W.A.H., CELLIER P., GENERMONT S., SOMMER S.G. 1998. *Ammonia emission research: from emission factors to process descriptions*. Eurotrac Newsletters 20: 2–10.
- CLAESSON S., STEINECK S. 1996. *Plant nutrient management and the environment*. Swedish University of Agricultural Sciences. Special Report 41, Uppsala: 69 ss.
- FERM M. 1995. *The horizontal ammonia flux technique. Instructions for sampling and analysis*. IVL Gothenburg, Sweden: 9 ss.
- MARCINKOWSKI T. 2000. *Emisja amoniaku z gospodarskich składowisk obornika w świetle pomiarów ilościowych*. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie 84: 269–274.
- MARCINKOWSKI T. 2002. *Identyfikacja strat azotu w towarowych gospodarstwach rolnych Żuław Wiślanych*. Wydaw. IMUZ, Falenty: 80 ss.
- PIETRZAK S. 2000. *Gospodarowanie nawozami organicznymi pochodzenia zwierzęcego w aspekcie ochrony jakości wody*, w: *Dobre praktyki w rolnictwie*. RCDRRiOW, Przysiek: 38–51.
- SAPEK A. 1999. *Nitrogen balance and cycling in Polish agriculture*. Conf. „Nitrogen cycle and balance in Polish agriculture”. IMUZ, Falenty, 1–2 XII 1998: 7–24.
- SOMMER S.G. 2000. *Modelling ammonia volatilization from animal slurry with trial hoses to cereals*. Atmospheric Environment 34: 2361–2372.
- WARNECK P. 2000. *Chemistry of the natural atmosphere*. Academic Press Inc. NY: 511–517.

**Słowa kluczowe:** nawozy naturalne i mineralne, emisja amoniaku

## Streszczenie

W Żuławskim Ośrodku Badawczym w Elblągu Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych prace dotyczące oceny emisji amoniaku z produkcji rolniczej prowadzone są od roku 1996. Ich podstawowym celem jest identyfikacja ilościowa oraz ograniczanie strat amoniaku na wszystkich kolejnych etapach gospodarowania nawozami naturalnymi i mineralnymi w gospodarstwie rolnym. W pracy przedstawiono wyniki oceny strat amoniaku, które występują w żuławskich gospodarstwach mlecznych podczas nawożenia użytków zielonych. Pomiarów wykonano mikrometeorologiczną metodą dozimetrii pasywnej wskazując, że po zastosowaniu gnojówki bydłowej w dawce  $50 \text{ m}^3$  ( $189 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na ruń łąkową o wysokości 10 cm, straty amoniaku monitorowane przez trzy doby wynosiły  $45,6 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . W podobnych warunkach jednak przy dawce gnojówki  $25 \text{ m}^3$  ( $95 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) straty amoniaku były istotnie mniejsze i wynosiły  $18,0 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Natomiast stosowanie na łące trwałej saletry amonowej lub mocznika w dawce  $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  wiązało się z emisją amoniaku w ilości  $4,26 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  dla saletry amonowej i  $12,9 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  dla mocznika.

ESTIMATION OF AMMONIA LOSSES FROM GRASSLAND  
DEPENDING ON THE RATE AND KIND OF ORGANIC  
AND MINERAL FERTILIZATION

*Tadeusz Marcinkowski*

Regional Division in Elbląg,

Institute of Land Reclamation and Grassland Farming, Falenty

Key words: organic and mineral fertilizers, ammonia emission

Summary

Studies concerning ammonia emission from agricultural production were conducted since 1996 in the Institute for Land Reclamation and Grassland Farming-Żuławy Research Division. The research aimed at quantitative identification and reduction of the ammonia losses at all succeeding stages of natural and mineral fertilizer management on the farm. Results of quantitative valuation of the N-NH<sub>3</sub> losses from some natural and mineral fertilizers applied on grasslands in Żuławy dairy farms were presented in the paper. The measurements were based on micrometeorological method of passive dosimetry. The results showed that after liquid cattle manure application in rate of 50 m<sup>3</sup> (189 kg N·ha<sup>-1</sup>) on the grassland (height of meadow herbage 10 cm) the ammonia losses over three days were 45.6 kg N·ha<sup>-1</sup>. Under similar conditions at liquid manure rate 25 m<sup>3</sup> (i.e. 95 kg N·ha<sup>-1</sup>) the ammonia losses were significantly lower reaching over 3 days 18.0 kg N·ha<sup>-1</sup>. While the ammonium nitrate or carbamide at rate of 60 kg N·ha<sup>-1</sup> were applied the ammonia emission was 4.26 kg N·ha<sup>-1</sup> for ammonium nitrate and 12.9 kg N·ha<sup>-1</sup> for carbamide.

Doc. dr hab. Tadeusz **Marcinkowski**  
Instytut Melioracji i Ożytków Zielonych  
Żuławski Ośrodek Badawczy  
ul. Giermków 5  
82-300 ELBLĄG  
e-mail: tamar@neostrada.pl