

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Żuławski Ośrodek Badawczy w Elblągu

Raport z badań wykonanych w ramach realizacji umowy zawartej w dniu 23
maja 2011 roku pomiędzy Keytrade Polska Sp. z o. o. a ITP Żuławski Ośrodek
Badawczy w Elblągu

Przedmiot umowy: *Wykonanie pomiarów porównawczych oraz dokonanie ilościowej oceny emisji amoniaku z następujących nawozów mineralnych: moNolith46®, mocznik, saletra amonowa, zastosowanych na użytki zielone.*

Opracował: dr hab. prof. nadzw. Tadeusz Marcinkowski

Elbląg lipiec 2011

Tło zagadnienia

Amoniak, z uwagi na jego szkodliwe działanie w troposferze, jak również negatywny wpływ na ekosystemy lądowe i wodne jest zaliczany do głównych antropogenicznych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. Emisja gazu, a ściślej jego mokra i sucha depozycja, są jedną z przyczyn zakwaszania gleby, eutrofizacji zbiorników wodnych, tworzenia materii zawieszanej czy też nieprzyjemnego zapachu w pobliżu licznych źródeł emisji [Abram, Forster 2005; Isherwood 2000; FAO 2001]. Procesy, których skutkiem jest uwalnianie amoniaku, są na ogół dostatecznie poznane, jednak nie zawsze łatwe do ilościowej identyfikacji. Wśród podstawowych źródeł i przyczyn rozpraszania tej formy azotu wymienia się najczęściej produkcję zwierzęcą, a wraz z nią ulatnianie się amoniaku z odchodów zwierzęcych utylizowanych w postaci tzw. Nawozów naturalnych co stanowi około 80 % całkowitej emisji amoniaku z rolnictwa [Pietrzak 2006]. Jednak pozostałe 20 % ulatniającego się amoniaku pochodzi z innych źródeł rolniczych, w tym głównie z mineralnych nawozów azotowych [Bouwman i wsp. 1997; Harrison, Webb 2001, Marcinkowski 2010]. Według Sommera i wsp. [2004] straty azotu z tego tytułu mogą zawierać się w szerokim przedziale od 0 do nawet 50% w stosunku do zastosowanej dawki azotu ogółem i zależą głównie od rodzaju zastosowanego nawozu, w mniejszym stopniu od rodzaju uprawy i stosowanej techniki aplikacji. Ponadto do czynników, które mogą mieć wpływ na ulatnianie się amoniaku zaliczamy warunki klimatyczne (temperaturę, szybkość wiatru, opady) oraz właściwości fizyko-chemiczne gleby, w tym zawartość wapnia, pojemność sorpcyjną gleby wobec kationów i jej kwasowość. Wśród wielu syntetycznych, stałych nawozów azotowych charakteryzujących się wysokim potencjałem uwalniania się amoniaku i powszechnie stosowanych w mineralnym żywieniu roślin uprawnych [Misselbrook i wsp. 2000, FAO 2001] najczęściej wymienia się wodorowęglan amonowy (aktualnie w krajach UE wycofywany z nawożenia roślin), mocznik i saletrę amonową. W przypadku mocznika, należy liczyć się ze stosunkowo dużymi stratami azotu w formie amoniaku, które w zależności od czynników opisanych wyżej mogą kształtować się w przedziale od 20 do nawet 60%, przy czym największe straty występują w przypadku braku możliwości wymieszania nawozu z gleba np. na użytkach zielonych. Straty amoniaku z saletry amonowej są nieco mniejsze i na ogół zamykają się w przedziale od 2 do 10 %. W warunkach polskiego rolnictwa, zdaniem Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami [Ochrona Środowiska 2008] roczna emisja amoniaku do atmosfery w roku 2006 wynosiła 73,3 Gg N-NH₃. Zatem zanieczyszczanie powietrza amoniakiem to problemem nie tylko ekologiczny ale

również ekonomiczny ponieważ nadmierne straty amoniaku istotnie ograniczają efektywność produkcji rolniczej a zatem i zysk rolnika. W przypadku mocznika, nawozu będącego liderem na światowym rynku nawozów azotowych, główną jego wadą to hydroliza nawozu do amoniaku z udziałem urazy, przebiegająca już w temperaturze poniżej 5°C a zatem praktycznie w każdym przypadku po jego zastosowaniu. Spowolnienie uwalniania się amoniaku z nawozu, przynajmniej na okres pierwszych kilku dni od daty jego aplikacji, możliwe jest poprzez zastosowanie łącznie z nawozem odpowiednich inhibitorów ograniczających aktywność urazy np. NBPT. Produktem spełniającym te wymagania jest nawóz azotowy zawierający 46% czystego składnika o nazwie handlowej moNolith46®.

Celem pracy było wykonanie pomiarów porównawczych oraz dokonanie ilościowej oceny emisji amoniaku z następujących nawozów mineralnych: moNolith46®, mocznik, saletra amonowa stosowanych na użytki zielone. Badania wykonano w warunkach produkcyjnych trzech żuławskich gospodarstw rolnych, specjalizujących się w produkcji mleka.

Materiał i metodyka pomiarów

W dniu 30 maja 2011 roku w gospodarstwie demonstracyjnym A na łące trwałej, położonej na madzie próchnicznej, wytyczono dwa poletka doświadczalne oddalone od siebie o około 200m, każde o powierzchni 100 m². Na świeżo skoszoną ruń o wysokości 2-5 cm rozsiano ręcznie na pierwszym poletku saletrę amonową zaś na drugim moNolith46® w dawce 60 kg N· ha⁻¹. Pomiary emisji amoniaku oraz niezbędne obserwacje prowadzono na wyznaczonych obiektach doświadczalnych przez cztery kolejne doby tj do dnia 3 czerwca 2011 roku. W kolejnym gospodarstwie demonstracyjnym B również wyznaczono dwa poletka doświadczalne o powierzchni 100 m² położone na madzie średniej pylastej i ruń łąkową przeznaczoną pod drugi odrost traw nawieziono w dniu 6 czerwca 2011 roku mocznikiem – pierwsze poletko i moNolith46® drugie poletko. Na obydwu poletkach zastosowano dawkę 60 kg N· ha⁻¹ a pomiary emisji amoniaku i niezbędne obserwacje agrotechniczne prowadzono na nich do dnia 10 czerwca 2011 roku. W trzecim gospodarstwie demonstracyjnym C w dniu 13 czerwca 2011 roku na dwóch poletkach doświadczalnych o powierzchni 100 m² każde, położonych na madzie próchnicznej, na ruń łąkową przeznaczoną pod drugi odrost traw zastosowano następujący schemat nawożenia: pierwsze poletko-saletra amonowa, drugie poletko- moNolith46®. Zastosowana dawka azotu wynosiła również 60 kg N· ha⁻¹ a pomiary emisji amoniaku i niezbędne obserwacje prowadzono do dnia 18 czerwca 2011 roku. Monitoring emisji amoniaku prowadzono techniką mikrometeorologiczną



Fot. 1. Pomiar emisji amoniaku z łąki nawiezionej saletrą amonową – gospodarstwo A, poletko pierwsze.



Fot. 2. Pomiar emisji amoniaku z łąki nawiezionej moNolith46® – gospodarstwo A, poletko drugie.



Fot. 3. Pomiar emisji amoniaku z łąki nawiezionej mocznikiem – gospodarstwo B, poletko pierwsze



Fot. 4. Pomiar emisji amoniaku z łąki nawiezionej moNolith46® – gospodarstwo B, poletko drugie



Fot. 5. Pomiar emisji amoniaku z łąki nawiezionej saletrą amonową – gospodarstwo C, poletko pierwsze



Fot. 6. Pomiar emisji amoniaku z łąki nawiezionej moNolith46® – gospodarstwo C, poletko drugie



Fot. 7. Maszt z zestawem próbników strumieniowych przygotowany do pomiaru.

dozymetrii pasywnej [Ferm i wsp. 2005; Marcinkowski 2000] przez cztery kolejne doby, tj. łącznie przez okres 96 godzin (wyjątkowo w gospodarstwie C pomiary prowadzono przez okres 5 dób tj. 120 godzin). Minimalną wysokość położenia dozymetrów pasywnych, instalowanych na masztach pomiarowych [Kierończyk, Marcinkowski 2004] ustalono na wysokości 20 cm, zaś maksymalną na wysokości 200 cm od powierzchni gruntu (Fot. 7). Każdorazowo, przed nawożeniem, z wyznaczonych poletek doświadczalnych, pobierano z warstwy 0-10 cm próbki gleby celem oznaczenia w nich pH (w 1 M KCl) i suchej masy (wilgotność gleby w temp. 105°C). Informacje dotyczące warunków meteorologicznych panujących podczas pomiarów, w tym zachmurzenie, opady atmosferyczne, temperaturę powietrza oraz jego wilgotność pozyskiwano na podstawie własnych badań i obserwacji.

Wyniki pomiarów emisji amoniaku

Gospodarstwo A

Poletko pierwsze (Fot. 1)

Rodzaj zastosowanego nawozu: saletra amonowa; dawka $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$,

Parametry gleby dla warstwy 0-10 cm: pH - 5,22; wilgotność – 27,8%,

Warunki meteorologiczne: t_{max} – od 28 do 33°C ; prędkość wiatru V – od 0,8 do $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;
duże nasłonecznienie; bez opadów; wilgotność pow. – od 44 do 75 %,

Emisja amoniaku w $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (% N)

I doba - 7,83 (13,8)

II doba - 5,42 (9,0)

III doba – 2,64 (4,4)

IV doba – 1,51 (2,5)

Łącznie straty azotu w postaci amoniaku – 17,4 (**29,0**)

Uwagi: zabiegu nawożenia dokonano na świeżo skoszoną ruń łąkową (wynikało to z technologiczno-organizacyjnych warunków prowadzenia doświadczenia w gospodarstwie A) co niewątpliwie wiązało się z tzw. stresem mechanicznym, w tym chwilowo ograniczoną kinetyką procesów fizjologicznych a zatem i pobierania składników odżywczych przez rośliny. Przy powierzchniowym zastosowaniu nawozu mogło to skutkować wzmożoną emisją amoniaku, która w skrajnych przypadkach w odniesieniu do saletry amonowej może powodować straty nawet do 60 % zastosowanego N (wg danych FAO 2001).

Poletko drugie (Fot. 2)

Rodzaj zastosowanego nawozu: moNolith46®; dawka $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$,

Parametry gleby dla warstwy 0-10 cm: pH - 5,54; wilgotność – 29,9%,

Warunki meteorologiczne: t_{max} – od 26 do 29°C ; prędkość wiatru V – od 0,8 do $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;
duże nasłonecznienie; bez opadów, wilgotność pow. od 52 do 75 %,

Emisja amoniaku w $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (% N)

I doba – 4,14 (6,89)

II doba - 4,58 (7,63)

III doba – 1,91 (3,18)

IV doba – 0,00 (0,00)

Łącznie straty azotu w postaci amoniaku – 10,6 (**17,7**)

Uwagi: jak wyżej.

Gospodarstwo B

Poletko pierwsze (Fot. 3)

Rodzaj zastosowanego nawozu: mocznik; dawka 60 kg N·ha⁻¹,

Parametry gleby dla warstwy 0-10 cm: pH – 4,73; wilgotność – 10,33 %,

Warunki meteorologiczne: t_{max} – od 25 do 33°C; prędkość wiatru V – od 0,3 do 2,5 m·s⁻¹;

niewielki opad w okresie 4 doby, wilgotność pow. od 51 do 75 %,

Emisja amoniaku w kg N·ha⁻¹ (% N)

I doba – 5,10 (8,5)

II doba - 4,40 (7,3)

III doba – 0,14 (0,2)

IV doba – 0,00 (0,0)

Łącznie straty azotu w postaci amoniaku – 9,6 (**16,1**)

Uwagi: brak

Poletko drugie (Fot. 4)

Rodzaj zastosowanego nawozu: moNolith46®; dawka 60 kg N·ha⁻¹,

Parametry gleby dla warstwy 0-10 cm: pH - 5,01; wilgotność – 15,50 %,

Warunki meteorologiczne: t_{max} – od 25 do 31°C; prędkość wiatru V – od 0,3 do 4,0 m·s⁻¹;

niewielki opad w okresie 4 doby, wilgotność pow. od 52 do 79 %,

Emisja amoniaku w kg N·ha⁻¹ (% N)

I doba – 0,38 (0,64)

II doba - 1,87 (3,13)

III doba – 0,30 (0,50)

IV doba – 0,00 (0,00)

Łącznie straty azotu w postaci amoniaku – 2,6 (**4,3**)

Uwagi: brak

Gospodarstwo C

Doświadczenie z saletra amonową i moNolith46® powtórzono w gospodarstwie C. Powód – ekstremalne warunki prowadzenia eksperymentu w gospodarstwie A.

Poletko pierwsze (Fot. 5)

Rodzaj zastosowanego nawozu: saletra amonowa; dawka 60 kg N·ha⁻¹,

Parametry gleby dla warstwy 0-10 cm: pH – 5,34; wilgotność – 32,97 %,

Warunki meteorologiczne: t_{max} – od 22 do 27°C; prędkość wiatru V – od 0,3 do 2,2 m·s⁻¹; niewielki opad w okresie 3 doby, wilgotność pow. od 52 do 89 %,

Emisja amoniaku w kg N·ha⁻¹ (% N)

I doba – 1,08 (1,82)

II doba - 2,51 (4,19)

III doba – 0,82 (1,37)

IV doba – 0,54 (0,90)

V doba – 0,00 (0,00)

Łącznie straty azotu w postaci amoniaku – 4,95 (**8,3**)

Uwagi: pomiary zakończono z upływem 5 doby.

Poletko drugie (Fot. 6)

Rodzaj zastosowanego nawozu: moNolith46®; dawka 60 kg N·ha⁻¹,

Parametry gleby: pH – 6,60; wilgotność – 26,41 %,

Warunki meteorologiczne: t_{max} – od 22 do 28°C; prędkość wiatru V – od 0,4 do 2,2 m·s⁻¹; niewielki opad w okresie 3 doby, wilgotność pow. od 44 do 92 %,

Emisja amoniaku w kg N·ha⁻¹ (% N)

I doba – 0,51 (0,85)

II doba - 1,76 (2,94)

III doba – 0,57 (0,96)

IV doba – 0,11 (0,19)

V doba – 0,00 (0,00)

Łącznie straty azotu w postaci amoniaku – 2,44 (**4,1**)

Uwagi: pomiary zakończono z upływem 5 doby.

Podsumowanie

Emisji amoniaku w przeliczeniu na azot z badanych nawozów azotowych zastosowanych w dawce $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (pod drugi odrost) na użytki zielone opisanych wyżej gospodarstw B i C, w okresie 4-5 dni po aplikacji kształtowała się w sposób następujący:

- mocznik – $9,6 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, saletra amonowa – $4,95 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, moNolith46® – 2,6 i $2,44 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (pomiar wykonano dwukrotnie),
- powodowało to następujące straty azotu (w %) w stosunku do zastosowanej dawki czystego składnika: mocznik – 16,1%, saletra amonowa – 8,3% , moNolith46® – 4,3 i 4,1%,
- zatem z dużą dozą prawdopodobieństwa można przyjąć, że w warunkach produkcyjnych gospodarstwa B stosowanie moNolith46® w stosunku do mocznika powodowało redukcję strat azotu w formie amoniaku o około 73% zaś w gospodarstwie C stosowanie moNolith46® w stosunku do saletry amonowej powodowało redukcję strat tej samej formy azotu o około 51%.

Również w dość ekstremalnych warunkach doświadczenia prowadzonego w gospodarstwie A zastosowanie moNolith46® na ruń łąkową bezpośrednio po defoliacji traw powodowało redukcję strat azotu w stosunku do saletry amonowej o około 39%.

Dr hab. prof. nadzw. Tadeusz Marcinkowski