

STUDIA I RAPORTY IUNG-PIB

ZESZYT 56(10):45-55

2018

Antoni Faber, Zuzanna Jarosz

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

PRAKTYKI ROLNICZE UMOŻLIWIAJĄCE OGRANICZENIE EMISJI AMONIAKU – ANALIZA STANU BADAŃ*

Słowa kluczowe: rolnictwo, amoniak, emisje, praktyki, ograniczenie emisji

Wstęp

Literatura na temat emisji amoniaku (NH_3) z rolnictwa jest obszerna. Mniej liczne są natomiast prace charakteryzujące ilościowo emisje oraz ograniczenia emisji dla poszczególnych praktyk rolniczych. Istnieje pilna potrzeba szerszego prowadzenia badań w tym kierunku, jeśli po 2020 r. chcemy wywiązać się z limitów ograniczenia emisji nałożonych przez dyrektywę unijną NEC (2).

Celem opracowania jest omówienie stanu badań krajowych i międzynarodowych dotyczących możliwości ograniczenia emisji amoniaku i stanowiących przesłanki do przygotowania w przyszłości Krajowego Kodeksu Dobrych Praktyk Ograniczających Emisje Amoniak z Rolnictwa. Selekcjonowano przy tym takie praktyki, które mogłyby potencjalnie być efektywne zarówno technicznie, jak również ekonomicznie. Autorzy mieli świadomość faktu, że pewne aspekty ograniczenia emisji amoniaku były uwzględnione w obowiązującym w Polsce od 2004 r. Kodeksie Dobrych Praktyk Rolniczych (12), a z drugiej zaś strony przeświadczenie, że uregulowania te będą niewystarczające po 2020 r., kiedy trzeba będzie corocznie wykazywać ilościowo procentowe ograniczenia emisji NH_3 z rolnictwa (2).

Meta-dane literaturowe na temat praktyk ograniczających emisje amoniaku

Przegląd światowej literatury na temat praktyk ograniczających ilościowo emisje NH_3 przedstawiono w 2016 r. na konferencji naukowej „Rozwiązania zwiększające efektywność wykorzystania azotu dla świata” (13). Jak nieliczne są, póki co,

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.6 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

ilościowe opracowania w tym zakresie pokazuje fakt, że cytowani autorzy powołali się tylko na 19 pozycji literaturowych. Intencją autorów nie jest nawiązywanie tu do przedstawionej w tym opracowaniu literatury, można ją znaleźć w oryginale (13), lecz jedynie zwrócenie uwagi na najważniejsze uogólnienia i konkluzje.

Praca nawiązuje, zgodnie z wymaganiami (6), do całościowego ujęcia przemian azotu poprzez odniesienie do efektywności wykorzystywania azotu (NUE). Już we wstępie stwierdzono, że emisje w postaci amoniaku należy zaliczyć do głównych szlaków strat azotu (N) z agroekosystemów. Według szacunków IPCC 10-20% stosowanego w rolnictwie, N tracone jest na drodze emisji gazowych. Choć badania na temat ograniczania tych strat są prowadzone od lat, to zgodzić się trzeba z wnioskiem, że wyjątkowo trudno wyprowadzić z nich jasne konkluzje, dlatego brak jest systematycznej syntezy tych badań (13). To, co autorzy cytowanej pracy mogli uczynić, to próbować wypełnić luki w wiedzy na temat ilościowego ograniczania emisji NH_3 , co ma kluczowe znaczenie dla zwiększenia efektywności wykorzystania azotu, jakości środowiska oraz przeciwdziałania zmianom klimatu (ok. 1% emitowanego NH_3 przekształca się N_2O , który w największym stopniu przyczynia się do zmian klimatu).

Stosowanie w rolnictwie nawozów innych niż mocznik oraz nawozów z dodatkiem mocznika istotnie zmniejszało emisje NH_3 , odpowiednio o 75 i 31%. Emisje rosły wraz ze wzrostem dawek N. Generalizując, większe dawki powodowały wzrost emisji nawet o 186%. Z drugiej strony, podział dawek mineralnych nawozów azotowych nie wpływał na wielkość strat gazowych NH_3 . Głęboka aplikacja nawozów obniżała emisje amoniaku o 65% w porównaniu z ich stosowaniem na powierzchnię gleby.

Nawadnianie deszczowniane obniżało emisje o 35% w porównaniu do pól korzystających jedynie z opadów atmosferycznych, czy nawet minimalnych nawodnień deszczownianych. Pozostawianie na polu resztek poźniwnych istotnie zwiększało emisje NH_3 , nawet o 26%. Dodawanie do nawozów azotowych różnych substancji zmniejszało emisje o 32% (zeolity – 44%, piryty – 21%, kwasy organiczne – 16%). Stosowanie mocznika i nawozów mocznikowych o kontrolowanym działaniu zmniejszało emisje odpowiednio o 54 i 68%.

Zdaniem autorów cytowanego opracowania potencjał ograniczenia emisji NH_3 jest szeroki i mieści się w zakresie od 16 do 88% (13). Zwraca uwagę fakt, że w opracowaniu nie przedstawiono żadnej praktyki dotyczącej produkcji zwierzęcej (karmienia, utrzymania zwierząt, gospodarowania nawozami naturalnymi, itp.). To nie dziwi, ponieważ ograniczenia emisji są w tym przypadku jeszcze trudniejsze do uzyskania i wykazania ilościowego, ponieważ zależą od sytuacji w gospodarstwie i warunków lokalnych. Jednak produkcja zwierzęca jest odpowiedzialna za 79% ogólnej wielkości emisji amoniaku, a więc poszukiwanie rozwiązań i wdrażanie praktyk ograniczających straty azotu w produkcji zwierzęcej nabiera coraz większego znaczenia (tab. 1).

Tabela 1

Względne wielkości emisji amoniaku z poszczególnych źródeł w całkowitej emisji tego gazu w Europie

Źródła emisji	Wielkość emisji (%)
Mineralne nawozy azotowe	21
Gospodarowanie obornikiem krowim	17
Gospodarowanie pozostałym obornikiem bydłowym	16
Gospodarowanie obornikiem świńskim	13
Aplikacja obornika do gleb	9
Gospodarowanie pomiotem kur niosek	4
Odchody zwierząt pozostawiane na pastwiskach	3
Inne źródła	17

Źródło: NUECD proposal..., 2015(4)

Innym źródłem literatury opisującym możliwości ograniczenia emisji amoniaku jest przewodnik grupy zadaniowej UNECE do spraw reaktywnego azotu (1). Zawiera on 10 rozdziałów, w których omówiono problemy związane ze wzrostem zawartości reaktywnego azotu w środowisku. Scharakteryzowano w nich:

- aktualny stan wiedzy na temat emisji i ograniczania emisji amoniaku w rolnictwie,
- naukowe i techniczne podstawy strategii i praktyk ograniczania emisji,
- ekonomiczne koszty praktyk ograniczania emisji w €/kg NH_3 ,
- ograniczenia w stosowaniu praktyk.

W opracowaniu uwzględniono praktyki z następujących obszarów:

- gospodarowanie azotem obejmujące cały cykl przemian N,
- strategię żywienia zwierząt,
- sposoby magazynowania nawozów naturalnych,
- sposoby aplikacji nawozów naturalnych,
- inne praktyki ograniczania emisji,
- praktyki ograniczające emisje ze źródeł nierolniczych.

W publikacji wyróżniono trzy kategorie strategii i praktyk ograniczających emisje NH_3 i straty azotu (1):

- Kategoria 1: praktyki dobrze zbadane, uważane za potencjalnie przydatne w praktyce rolniczej, takie, dla których istnieją ilościowe dane na temat efektywności ograniczania emisji, przynajmniej w skali eksperymentalnej;
- Kategoria 2: praktyki obiecujące, ale ich badania są niewystarczające, lub takie, dla których trudno będzie ilościowo scharakteryzować ograniczenie emisji;
- Kategoria 3: takie których efektywności nie wykazano lub takie, których zastosowania rolnicy będą unikać.

W zakresie gospodarowania azotem w całym cyklu jego przemian do kategorii 1. zaliczono analizy: zapotrzebowania na azot roślin i zwierząt, dostępnych źródeł azotu, warunków przechowywania nawozów zawierających azot oraz praktyk, metod i procedur efektywnego wykorzystywania N. Na podstawie wyników tych analiz powinny być podejmowane decyzje w zakresie: rozwijania praktyk, ocen konsekwencji stosowania praktyk, wybór najlepszych praktyk ze względu na cele agronomiczne oraz środowiskowe. Następnie powinno być przeprowadzone

planowanie z uwzględnieniem działań, które mają być wykonane, co ma być zmierzone (gdzie, kiedy, jak i za ile); opracowania aktualnego planu rozdysponowania nawozów w sposób maksymalizujący ekonomiczne korzyści przy jednoczesnym minimalizowaniu oddziaływania na środowisko. Zastosowanie planu(-ów) powinno polegać na: wdrożeniu planu do praktyki; uwzględnieniu aktualnych warunków środowiskowych i uwzględnieniu najlepszych zaleceń. Działanie praktyk powinno być monitorowane poprzez: gromadzenie danych o plonach i zawartości w nich N oraz sporządzenie bilansu azotu w układzie przychód/rozhód. Wyniki monitoringu powinny być poddane ocenie z uwzględnieniem: wyspecyfikowania nadmiaru azotu oraz efektywności wykorzystywania azotu (NUE).

W zakresie żywienia zwierząt do praktyk kategorii 1. zaliczono: ograniczenie dawki białka surowego u przeżuwaczy i trzody oraz fazowe żywienie krów mlecznych, opasów i trzody (1). W przypadku drobiu redukcja białka surowego w celu zmniejszenia wydalania N będzie mniej efektywna niż w przypadku trzody, ale ciągle interesująca jako praktyka (1).

W zakresie pomieszczeń inwentarskich do kategorii 1 zaliczono: podłogi zapewniające szybki odciek moczu i czyszczenie stanowisk z ekskrementów, ograniczenie powierzchni obornika, częste czyszczenie pomieszczeń, właściwą wentylację oraz wydłużenie okresu przebywania bydła na pastwiskach (1).

W zakresie przechowywania nawozów naturalnych do praktyk kategorii 1. zaliczono: szczelne przykrywanie zbiorników lub przyz, pływające przykrycia na gnojowicy, zachowywanie naturalnego kożucha (1).

Spośród praktyk aplikacji nawozów naturalnych do kategorii 1. zaliczono: pasmowe stosowanie gnojowicy, iniekcje gnojowicy w otwarte lub zamknięte rowki, przykrycie glebą gnojowicy lub obornika stosowanych na powierzchnię gruntu oraz rozcieńczenie gnojowicy przynajmniej o 50%, jeśli ma być stosowana w niskociśnieniowym nawadnianiu (1).

Praktyki stosowania mineralnych nawozów N zaliczone do kategorii 1. obejmowały w przypadku mocznika: stosowanie inhibitorów ureazy, otoczkowanie w celu uzyskania nawozów wolnodziałających, iniekcję do gleby, szybkie przykrycie glebą oraz deszczowanie bezpośrednio po nawożeniu. Praktyki, z wyjątkiem dwóch pierwszych, mogą być przydatne również w przypadku nawożenia gleb wapiennych przy użyciu siarczanu i fosforanu amonu.

Przykład praktyk rolniczych ograniczających emisje amoniaku z rolnictwa – Niemcy

Do tej pory kodeksami dobrych praktyk rolniczych ograniczających, wprost lub pośrednio, emisje amoniaku dysponują takie kraje jak: Belgia, Czechy, Dania, Niemcy, Węgry, Polska, Rumunia, Słowenia, Szwecja, Szwajcaria oraz Wielka Brytania. Krótki opis tych kodeksów można znaleźć w opracowaniu TFRN – LRTAP (14), zaś pełne opisy są dostępne w Internecie. W tym artykule przytoczone więc zostaną wybrane tezy i konkluzje z kodeksu obowiązującego w Niemczech (3).

Niemcy ratyfikowały Protokół UN/ECE o przeciwdziałaniu zakwaszaniu i eutrofizacji środowiska oraz oddziaływaniu na powstawanie dziury ozonowej, w związku z czym zobowiązały się do zmniejszenia emisji NH_3 do $550 \text{ kt} \cdot \text{r}^{-1}$ w 2010 r. Osiągnięcie wyznaczonego celu redukcji wymagało ograniczenia emisji o określonej, wyrażonej w % wartości, uzyskaną z takich źródeł, jak: stosowanie obornika – 30, pomieszczenia inwentarskie – 20, przechowywanie obornika – 40%. Ograniczenia emisji z pomieszczeń inwentarskich dotyczyły nowych pomieszczeń na dużych farmach trzody (> 2000 tuczników, >750 macior) lub farm drobiowych (>40 000 drobiu). Natomiast ograniczenia dotyczące nawozów naturalnych dotyczyły całej ich ilości i wszystkich rodzajów gospodarstw. W odniesieniu do mineralnych nawozów azotowych, kodeks dotyczył nawozów na bazie mocznika. Ponieważ Niemcy miały obowiązek opracować i upowszechnić kodeks dobrych praktyk ograniczających emisje amoniaku, dlatego grupa ekspertów opracowała stosowny dokument odnoszący się do żywienia zwierząt, pomieszczeń inwentarskich, jak również przechowywania i stosowania obornika. Przyjęto, że praktyki zawarte w kodeksie muszą spełniać następujące wymagania (3):

- mieć dobre podstawy naukowe,
- mieć cechy niezbędności, stosowalności i adekwatności,
- odpowiadać oficjalnym zaleceniom służb doradztwa rolniczego,
- być znanymi i zrozumiałymi dla kompetentnych farmerów.

W sensie formalnym kodeks nie stanowił oficjalnej regulacji prawnej, lecz był jedynie dokumentem, którego celem było rozróżnienie odpowiednich od nieodpowiednich praktyk z punktu widzenia ograniczania emisji NH_3 .

Kodeks miał unaocnić rolnikom, doradcom, władzom lokalnym, politykom oraz konsumentom, jakie praktyki i środki strukturalne są odpowiednie do zmniejszenia emisji amoniaku. Miał on obowiązywać we wszystkich gospodarstwach, niezależnie od typu i wielkości. Wdrożenie kodeksu uzależnione zostało jednak od lokalnych warunków każdego indywidualnego gospodarstwa.

Zaproponowane w kodeksie praktyki dla bydła, trzody i drobiu dotyczyły żywienia zwierząt, pomieszczeń inwentarskich, jak również przechowywania i stosowania obornika. W celu wykazania efektywności praktyk opracowano specjalny model ograniczania emisji NH_3 dla pojedynczego gospodarstwa: gospodarstwo trzodowe z 1000 tuczników, gospodarstwo mleczarskie z 70 krowami. Niżej przedstawiono zaproponowane praktyki.

Żywienie zwierząt

Produkcja pasz i ich konserwacja

Przewidziano w tym zakresie następujące praktyki:

- profesjonalna produkcja pasz (dobór odmian, nawożenie, poprawne wykorzystanie zbiorów),
- maksymalizacja wykorzystywania pastwisk przez bydło,
- produkcja wysokiej jakości pasz, unikanie ich strat w produkcji, konserwacji i żywieniu.

Żywnienie zwierząt

Zaproponowane praktyki obejmowały:

- właściwe planowanie racji żywieniowych oraz ich kontrolę,
- stosowanie analizy pasz przy użyciu przetestowanych procedur,
- dostosowanie kompozycji pasz do potrzeb żywieniowych oraz kondycji zwierząt.

Krowy mleczne

Zalecane praktyki dotyczyły:

- różnych racji żywieniowych dla fazy zasuszenia i laktacji,
- stosowanie białka surowego w ilościach zapewniających właściwą równowagę azotową.

Trzoda

Wybrane praktyki uwzględniały:

- różne racje żywieniowe dla macior ciężarnych i macior karmiących,
- zróżnicowane diety w różnych stadiach wzrostu tuczników (fazy żywieniowe),
- dodatki czystych aminokwasów do pasz, jeśli koszty na to pozwolą.

Drób

Praktyki polegały na:

- fazowym żywieniu w okresie tuczu,
- dodatku do pasz czystych aminokwasów, jeśli ich ceny będą korzystne.

Pomieszczenia inwentarskie

Ogólnie rzecz biorąc:

- utrzymywanie w czystości i stanie suchym pomieszczeń i wybiegów,
- krótkotrwałe przechowywanie gnojowicy w pomieszczeniach, przechowywanie gnojowicy w zbiornikach na zewnątrz budynku, pod przykryciem lub z naturalnym kożuchem,
- utrzymywanie możliwie niskich temperatur powietrza wlotowego, niskich temperatur w budynku oraz niskiej wentylacji – pod warunkiem spełnienia wymogów klimatycznych zwierząt i ich dobrostanu.

Pomieszczenia naturalnie wentylowane:

- usytuowanie budynków w poprzek głównego kierunku wiatru, z wykluczeniem barier zewnętrznych, w celu zapewnienia odpowiedniego przepływu powietrza i optymalnych warunków wewnątrz pomieszczeń,

Pomieszczenia ściółkowane:

- ściółka powinna być świeża i stosowana w odpowiedniej ilości, bez substancji szkodliwych, mocz powinien być odprowadzany przez nachylone rynny,
- należy stosować częste usuwanie odchodów i częste dościelanie,
- zapewnić niezawodność poidel.

Krowy:

- wydłużenie okresu pastwiskowego,
- usuwanie odchodów z obór bezściółowych parę razy dziennie.

Drób:

- kury nioski – czyszczenie wolier i podłóg raz w tygodniu (systemy wentylowane i niewentylowane),
- kury nioski w klatkach – czyszczenie dwa razy w tygodniu (pomieszczenia niewentylowane), raz w tygodniu (pomieszczenia wentylowane),
- kury nioski, brojlery i indyki – stosowanie odpowiednich i sprawnych poidel; w przypadku brojlerów poidła powinny mieć regulację wysokości.

Przechowywanie nawozów naturalnych

Gnojowica bydłęca i trzody:

- zbiorniki powinny mieć dostateczną pojemność, aby gnojowicę stosować w czasie, kiedy rośliny mają największe zapotrzebowanie pokarmowe na N,
- zbiorniki powinny być przykryte naturalnymi lub sztucznymi przykryciami,
- napełnianie zbiornika powinno być poniżej przykrycia,
- nowo budowane zbiorniki powinny mieć małą powierzchnię emisji (stosunek wysokości do średnicy 1:3 do 1:4),
- unikanie zbędnego mieszania gnojowicy.

Obornik (bydłęcy, trzody, pomiot drobiu)

- utrzymywanie powierzchni przyzmy tak małej jak to jest tylko możliwe,
- zbieranie odcieków, deszczówki, przesączy w zamkniętych zbiornikach.

Wysuszony pomiot kur niosek

- utrzymywanie pomiotu w stanie suchym, np. pod zadaszeniem na nieprzepuszczalnym podłożu.

Stosowanie nawozów naturalnych

- wystarczające wymieszanie (homoginizacja) gnojowicy przed zastosowaniem,
- stosowanie wszystkich rodzajów nawozów naturalnych w chłodny i wilgotny dzień; alternatywnie stosowanie nawozów przed wieczorem; alternatywnie stosowanie płynnych nawozów za pomocą odpowiednich rozlewaczy (najlepiej z płóściami redlicami),
- płynne nawozy przykryć w 1 godzinę po zastosowaniu,
- obornik od wszystkich zwierząt przykryć co najmniej 24 godziny po aplikacji.

Badania prowadzone w IUNG-PIB w celu uszczegółowienia kodeksu dobrych praktyk ograniczających emisję amoniaku

Dotychczasowe badania i prace idą w dwóch kierunkach: analizy efektywności wykorzystywania azotu (NUE) oraz szerokiej współpracy z Grupą Azoty Zakłady Azotowe Puławy S.A. nad zmniejszeniem emisyjności mocznika.

Wątek prac nad NUE został skoordynowany z pracami Europejskiego Panelu ds. Efektywności Azotu (EU NEP). W badaniach wykorzystano metodykę opracowaną przez Panel w celu scharakteryzowania NUE: dla produkcji roślinnej ogółem, upraw intensywnych (na lepszych gruntach) oraz upraw ekstensywnych na gorszych gruntach, w gospodarstwach produkujących pszenicę oraz NUE i efektywność wykorzystywania wody (WUE) w doświadczeniach polowych. Zostały opublikowane prace na te tematy (9, 10, 11). Stanowią one wstęp do całościowego charakteryzowania przemian azotu (pobranie azotu przez rośliny, straty azotu ogółem) zgodnie z Ramowym Kodeksem UNECE (6). Zgodnie z zapowiedziami EU NEP w dalszej działalności zajmować się będzie emisjami azotu, w tym też kierunku podążać będą dalsze prace w IUNG-PIB.

Według badań EU NEP Polska należy do krajów o niskiej efektywności wykorzystywania azotu NUE: w produkcji roślinnej – 55%, w całym rolnictwie 25% (5). Badania własne odnoszące się do produkcji roślinnej wykazały, że średni ważony NUE dla upraw intensywniejszych i mniej intensywnych wynosi 60% (9). Oznacza to, że tracimy w kraju bezproduktywnie 40% zastosowanego azotu w nawozach naturalnych i mineralnych stosowanych w produkcji roślinnej. Stan ten wynika z działania czynników ograniczających plon (niedobory wody, niedobory składników pokarmowych innych niż azot, zakwaszenie gleb) oraz działania czynników redukujących plony (patogeny). Przedstawiona ogólna diagnoza sugerowałaby, że dążenie do większej produktywności roślin jest nierozzerwalnie związane z poprawą efektywności wykorzystania azotu, co w konsekwencji prowadzić powinno do zmniejszenia strat N w wymywaniu i emisjach gazowych. Przede wszystkim należałoby dążyć do poprawy efektywności wykorzystywania azotu na użytkach zielonych (NUE = 42%) oraz w uprawach intensywnych zlokalizowanych na lepszych glebach (pszenica, rzepak, kukurydza na ziarno, pszenżyto, burak cukrowy); (9).

Ograniczenia emisji trzeba poszukiwać w sposób, który nie tylko nie zmniejszy produktywności, lecz wpłynie na jej poprawę. W badaniach 1182 gospodarstw produkujących pszenicę stwierdzono, że średni NUE wynosił 89% i leżał w zakresie pożądanego według EU NEP (50-90%); (10). Głębsza analiza wykazała jednak, że aż 49% gospodarstw stosowało zbyt niskie nawożenie i osiągało średnie plony $5,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, zaś w gospodarstwach (38% ogółu) uzyskujących pożądaną NUE (50-90), pobranie azotu ($> 80 \text{ kgN}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ r}^{-1}$) i straty azotu ($< 80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ r}^{-1}$) plony wynosiły średnio również $5,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Oznacza to, że w tym drugim typie gospodarstw plony ograniczone były przez czynniki inne niż nawożenie azotem. Przedstawione wyniki wskazują, że zwiększenie plonów i zmniejszenie strat azotu wymaga eliminacji czynników ograniczających i redukujących plony. W następnej pracy próbowano ustalić w jakim stopniu dwa podstawowe czynniki plonotwórcze, woda i azot, ograniczają plony pszenicy ozimej. Badania prowadzono w wieloletnich doświadczeniach polowych, w których nawożenia makroelementami oraz pH były w granicach optymalnych.

Wyniki doświadczeń polowych wykazały, że plon pszenicy był ograniczony przy opadach w sezonie wegetacji do 400mm oraz dawce N do $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (11). Przy takich wartościach plon ziarna wynosił średnio maksymalnie $7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (z

wahaniami $1,34 - 9,66 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Stabilizowanie się plonu na poziomie średnim $7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ najprawdopodobniej związane było ze zbyt gęstym siewem roślin. Jeśli w praktyce zapewnimy eliminację czynników ograniczających i redukujących plony oraz rozrzedzimy siewy, to prowadzić to będzie do dalszego wzrostu średnich plonów. Jeśli tego nie uczynimy różnica w plonach pomiędzy obiektami o zbyt wysokim NUE (116 ± 17 ; niebezpieczeństwo pogarszania się żyzności gleby), a pożądanym NUE może wynosić jedynie $0,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Tak więc straty azotu mają odzwierciedlenie nie tylko w postaci szkód środowiskowych, ale również w kosztach zakupu niewykorzystanych nawozów oraz w utraconych plonach.

IUNG-PIB blisko współpracuje z Grupą Azoty Zakładami Azotowymi Puławy S.A. W ostatnim czasie opracowano i przekazano partnerowi dwa rozległe przeglądy literatury dotyczące potencjału ograniczenia emisji z mocznika:

- „Przegląd ważniejszych zagadnień dotyczących potencjalnych możliwości formułacji nowych nawozów na bazie mocznika” (7).
- „Materiały i metody wykorzystywane do otoczkowania nawozów ze szczególnym uwzględnieniem mocznika” (8).

W badaniach polowych IUNG-PIB testowane są moczniki z najnowocześniejszym na rynku inhibitorem urolizy. Oczekuje się, że wyniki tych badań będą na tyle pozytywne, że przynajmniej odsuną w czasie zastępowanie mocznika przez saletrę amonową

Badania, które powinny być pilnie podjęte

Przywołany wcześniej przegląd literatury światowej na temat procentowego ograniczenia emisji NH_3 przez niektóre praktyki rolnicze został oparty na 19 artykułach naukowych (13). Wskazuje to na to, że brak jest wystarczającej ilości pomiarów emisji. Nie chodzi tu o regularnie działające monitoringi emisji powierzchniowych. Takie państwowe monitoringi działają w wielu krajach. Osiągnięcie wymaganych ograniczeń emisji z rolnictwa możliwe będzie po zainicjowaniu monitoringów emisji punktowych, zwłaszcza w większych gospodarstwach z produkcją zwierzęcą. W UE uważa się, że znaczący udział w wielkości emisji rolniczych NH_3 ma zaledwie 5% gospodarstw. Zainicjowanie monitoringów w zakresie zbliżonym do Ramowego Kodeksu (6), czy bardziej szczegółowego przykładowego kodeksu dla Niemiec (3), jest pilnym zadaniem, które winno być niezwłocznie podjęte przez stosowne instytucje podlegające MRiRW. Przystąpienie do takiego działania nie jest ze strony nauki ograniczone brakiem kompetencji, ale raczej brakiem środków. Wysiłki czynione w tym zakresie, w tym również w programach wieloletnich, są zbyt fragmentaryczne, co powoduje, że posiadane materiały i wyniki badań są zbyt przyczynkowe, aby mogły się złożyć na dobrze napisany i wykonawczo realistyczny kodeks dobrych praktyk ograniczających emisję amoniaku. Sytuacja taka, jeśli będzie trwać, może spowodować, że KOBiZE nie będzie w stanie wykazać osiągniętych w rolnictwie ograniczeń emisji tego gazu.

Koszty ograniczania emisji amoniaku w rolnictwie

Koszty ograniczania emisji w rolnictwie nie są wystarczająco dobrze rozpoznane. Wiadomym jest jednak, że dla gospodarstw najbardziej kosztowo efektywną praktyką będzie zastąpienie mocznika przez saletrę amonową (15). Będzie to jednak generowało znaczne koszty w przemyśle. Średnio efektywne kosztowo będzie natychmiastowe przykrycie glebą obornika i gnojowicy przy użyciu brony talerzowej, odpowiednie przechowywanie obornika i pomiotu przed rozrzuceniem oraz zastosowanie gnojowicy na użytkach zielonych przy użyciu płózającej redlicy. Według innego źródła literatury koszty ograniczenia emisji amoniaku są największe w przypadku niskoemisyjnych budynków inwentarskich i manipulowania dawkami żywieniowymi (1)

Tabela 1

Koszty związane z ograniczeniem emisji amoniaku z poszczególnych źródeł emisji

Kategoria praktyk rolniczych	Koszty ograniczenia emisji
Żywienie zwierząt	-2,0-2,0 €·kg ⁻¹ NH ₃ -N niewyemitowanego
Pomieszczenia niskoemisyjne	0,0-20 €·kg ⁻¹ NH ₃ -N niewyemitowanego
Przechowywanie nawozów naturalnych	0,3-5 €·kg ⁻¹ NH ₃ -N niewyemitowanego
Niskoemisyjne stosowanie nawozów naturalnych	-0,5-2,0 €·kg ⁻¹ NH ₃ -N niewyemitowanego
Niskoemisyjne stosowanie mineralnych nawozów azotowych	-0,5-4 €·kg ⁻¹ NH ₃ -N niewyemitowanego

Źródło: Bittman i in., 2014 (1)

Podane koszty zależą od wielu czynników, dlatego należy je traktować jako wartości przybliżone i wymagające weryfikacji.

Podsumowanie

Redukcja emisji amoniaku pozostaje kluczowym wyzwaniem na przyszłość. Biorąc pod uwagę zarówno miejscowe, jak i transgraniczne skutki emisji amoniaku dla zdrowia i ekosystemów należy zintensyfikować wysiłki mające na celu opracowanie kodeksów krajowych. Jest to nie tylko wyzwanie dla dobra środowiska, ale też szansa dla rolników na odniesienie korzyści z redukcji amoniaku.

Pomimo faktu, iż badania nad emisjami amoniaku z rolnictwa prowadzi się od wielu lat, to dostępność informacji o wielkości ograniczeń emisji dla różnych praktyk rolniczych jest ciągle bardzo ograniczona. W dodatku podawane w literaturze wielkości ograniczeń emisji nie mogą być wprost odnoszone do innych obszarów, ze względu na specyfikę rolnictwa oraz warunków środowiskowych. Oznacza to, że w trybie pilnym należałoby w Polsce badać punktowe emisje dla różnych praktyk w celu sporządzenia własnego kodeksu praktyk ograniczających emisję amoniaku. Wydaje się to być warunkiem niezbędnym wywiązania się z limitów emisji amoniaku po 2020 r.

Literatura

1. Bittman S., Dedina M., Howard C.M., Oenema O., Sutton M.A.: Options for Ammonia Mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, Centre for Ecology and Hydrology, 2014, Edinburgh, UK.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2001/81/WE. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 344/1, 17.12.2016, PL.
3. Eurich-Menden B., Döhler H., Hartung E.: Good Agricultural Practice on Reducing Ammonia Emissions in Agriculture. Landtechnik, 2004, 2: 104-105.
4. European Union. NECD proposal Facts and figures on agriculture reductions as proposed under the Commission's. 2015. (<http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/review/Facts%20and%20figures%20agriculture%20under%20the%20NEC.pdf>).
5. EU NEP: Nitrogen Use Efficiency (NUE) – an indicator for the utilization of nitrogen in food systems. Draft proposal – version 4, September, 2014, EU Nitrogen Expert Panel – Fertilizers Europe.
6. Faber A., Jarosz Z.: Praktyki rolnicze umożliwiające ograniczenie emisji amoniaku. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2018, **56(10)**: 35-44
7. Faber A.: Przegląd ważniejszych zagadnień dotyczących potencjalnych możliwości formułacji nowych nawozów na bazie mocznika. Maszynopis (opracowano na zlecenie Grupy Azoty Zakłady Azotowe Puławy S. A.). 2017.
8. Faber A.: Materiały i metody wykorzystywane do otoczkowania nawozów ze szczególnym uwzględnieniem mocznika. Maszynopis (opracowano na zlecenie Grupy Azoty Zakłady Azotowe Puławy S. A.). 2017.
9. Faber A., Jarosz Z., Kopiński J., Matyka M.: The relationships between nitrogen use efficiency and nitrogen input in crop production in Poland. Pol. J. Agron., 2016, **26**: 15-20.
10. Faber A., Jarosz Z., Jadczyż T.: Nitrogen use efficiency of winter wheat on farms in Poland. Pol. J. Agron., 2016, **26**: 21-25.
11. Faber A., Jarosz Z., Rutkowska A.: Analysis of water and nitrogen use efficiency in winter wheat grown under mildly dry conditions. P. J. Agron., 2016, **26**: 26-33.
12. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. 2004.
13. Pan A., Lam S.K., Mosier A., Luo Y., Chen D.: Strategies for mitigating ammonia emissions from agroecosystems. Proceedings of the 2016 International Nitrogen Initiative Conference, "Solutions to improve nitrogen use efficiency for the world", 4-8 December 2016, Melbourne, Australia (www.ini2016.com).
14. TFRN LRTAP: National advisory code of good agricultural practice to control ammonia emissions. Working Group on Strategies and Review, Fifty-fifth session, 31 May-2 June 2017, Informal document No. 5. (https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2017/AIR/WGSR/01062017Responses_questionnaire_NAC_v4_final_final.pdf).
15. Webba J., Ryan B.M., Anthony S.G., Brewer A., Law S.L., Allera M.F., Misselbrook T.H.: Cost-effective means of reducing ammonia emissions from UK agriculture using the NARSES model. Atmospheric Environment, 2006, **40**: 7222-7233.

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Antoni Faber
Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych
IUNG-PIB
ul. Czarторыskich 8, 24-100 Puławy
tel. 81 47 86 767
e-mail: faber@iung.pulawy.pl

