



**INSTYTUT ZOOTECHNIKI  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

**Opracowanie monograficzne**

**Katalog metod redukcji emisji gazów  
cieplarnianych z chowu bydła i świń -  
mitygacja i sekwestracja**

***Grupa Operacyjna: „GHG w produkcji  
mięsnej”***

***Projekt pt. „Przyjazna dla klimatu polska  
wołowina i wieprzowina wysokiej jakości”***

ISBN 978-83-7607-318-7

**Balice, 30 grudnia 2021 r.**

INSTYTUT ZOOTECHNIKI  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

ul. J. Sarego 2, 31-047 Kraków  
tel. 12 357 27 00

e-mail: sekretariat@iz.edu.pl www.iz.edu.pl

---

**DYREKTOR INSTYTUTU ZOOTECHNIKI PIB**

dr Krzysztof Duda

**Monografia wykonana pod redakcją:**

dr hab. Jacka Walczaka

**Autorzy monografii:**

dr hab. Jacek Walczak, dr Wojciech Krawczyk,  
dr inż. Elżbieta Sowuła-Skrzyńska, dr inż. Anna Borecka

*Institut Zootechniki PIB w Krakowie*

dr hab. Monika Skowrońska, prof. uczelni

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

dr Jakub Jasiński

*Institut Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN w Warszawie*

**Druk:**

*„Drukmar” Poligraficzny Zakład Usługowy Marta Kumorek  
w Zabierzowie*



## SPIS TREŚCI:

Kierunek	Produkcja roślinna .....	7
1. Obszar I	Uprawa roślin .....	7
Praktyka nr 1	Dobór odmian gatunków roślin uprawnych o większym potencjale wiązania węgla i azotu .....	7
Praktyka nr 2	Zwiększenie udziału roślin bobowatych w uprawach polowych i użytkach zielonych dla zredukowania emisji N <sub>2</sub> O.....	9
Praktyka nr 3	Zagospodarowanie resztek poźniwnych.....	13
Praktyka nr 4	Optymalizacja odczynu gleby - wapnowanie .....	14
Praktyka nr 5	Kontrola zasobności gleby .....	17
Praktyka nr 7	Przeciwdziałanie zmianie użytkowania łąkowego/pastwiskowego na orne oraz zmiana sposobu użytkowania z ornego na łąkowe .....	21
Praktyka nr 8	Zmniejszenie intensywności użytkowania TUZ .....	23
Praktyka nr 9	Zwiększenie uwilgotnienia i podniesienie zwierciadła wód .....	25
2. Obszar II	Nawożenie .....	26
Praktyka nr 10	Precyzyjne nawożenie zmniejszenie zużycia mineralnych nawozów azotowych .....	26
Praktyka nr 11	Nawozowe stosowanie inhibitorów nitryfikacji .....	32
Praktyka nr 12	Doglebowa aplikacja nawozów naturalnych.....	35
2. Kierunek	Produkcja zwierzęca .....	38
2.1. Obszar I	Hodowla zwierząt.....	38
Praktyka nr 13	Postęp hodowlany/wydajność/ populacja krów .....	38
Praktyka nr 14	Skrócenie długości opasu bydła mięsnego .....	40
Praktyka nr 15	Selekcja na wykorzystanie/strawność paszy przez zwierzęta monogastryczne.....	42
Praktyka nr 16	Dobór ras bydła.....	44
Praktyka nr 17	Organizacja/remont stada/długowieczność .....	46
2.2. Obszar II	Żywnienie Zwierząt .....	48
Praktyka nr 18	Zwiększenie udziału pastwiskowego żywienia krów.....	48
Praktyka nr 19	Wprowadzenie udziału roślin strączkowych/bobowatych w dawkach pokarmowych bydła i zwierząt monogastrycznych .....	50

Praktyka nr 20	Dodatek organicznych kwasów tłuszczowych lub ich soli w dawce pokarmowej krów.....	53
Praktyka nr 21	Wzrost udziału w dawce pokarmowej bydła pasz treściwych.....	55
Praktyka nr 22	Żywienie krów z udziałem 3NOOP.....	57
Praktyka nr 23	Suplementacja dawek pokarmowych węglowodanami niestrukturalnymi.....	58
Praktyka nr 24	Suplementacja dawek pokarmowych tłuszczami roślinnymi o wysokiej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych.....	60
Praktyka nr 25	Suplementacja dawek pokarmowych krów fitobiotykami i ekstraktami roślinnymi.....	62
Praktyka nr 26	Suplementacja dawek pokarmowych krów probiotykami lub eubiotykami.....	63
2.3. Obszar III	Przechowywanie nawozów naturalnych.....	65
Praktyka nr 27	Separacja gnojowicy.....	65
Praktyka nr 28	Zakwaszanie gnojowicy.....	67
Praktyka nr 29	Piroliza/spalanie odchodów zwierząt.....	70
Praktyka nr 30	Przykrywanie miejsc przechowywania obornika.....	72
Praktyka nr 31	Przykrywanie miejsc przechowywania gnojowicy.....	73
Praktyka nr 32	Zmiana ściółowego na bezściółowy systemu utrzymania krów i świń.....	75
Praktyka nr 33	Szybkie usuwanie gnojowicy z budynków inwentarskich.....	77
Praktyka nr 34	Zwiększenie zużycia ściółki.....	79
2.4. Obszar IV	Systemy rolnoleśne.....	80
Praktyka nr 35	Systemy rolnoleśne.....	80
Praktyka nr 36	Systemy leśnopastwiskowe.....	81
2.5. Obszar V	Rolnictwo ekologiczne.....	82
Praktyka nr 37	Ekologiczna uprawa roślin i gleby.....	82
Praktyka nr 38	Ekologiczny chów zwierząt.....	83
Praktyka nr 39	Biogazownie rolnicze.....	84
Redukcja emisji GHG i inne praktyki prośrodowiskowe w produkcji wysokojakościowego mięsa w Polsce, a koncept zrównoważonych systemówżywnościowych UE.....		86



## **KIERUNEK**

## **PRODUKCJA ROŚLINNA**

### **1. OBSZAR I**

### **UPRAWA ROŚLIN**

#### **PRAKTYKA NR 1**

#### **DOBÓR ODMIAN GATUNKÓW ROŚLIN UPRAWNYCH O WIĘKSZYM POTENCJALE WIĄZANIA WĘGLA I AZOTU**

Zasadniczym problemem polskiej hodowli roślin uprawnych w kontekście realizacji nowo zdefiniowanego celu jakim jest adaptacja roślin do zmian klimatu i mitygacja emisji GHG jest to, że ani w przeszłości, ani aktualnie nie są prowadzone u nas prace polegające na selekcji roślin pod tym kątem. Odmiany bardziej plenne, o większej zawartości białka asymilują większe ilości CO<sub>2</sub>, a pobierając w większych ilościach azot przyczyniają się do zmniejszenia emisji N<sub>2</sub>O z gleby do atmosfery. Charakteryzują się one w pewnym sensie lepszą zdolnością do jego intensywnego pobierania i wykorzystywania z gleby. Zmniejszy to pulę niewykorzystanego przez rośliny N mineralnego - prekursora przemian prowadzących do uwalniania N<sub>2</sub>O. Przewiduje się, że w optymalnych warunkach glebowo-agrotechnicznych realny przyrost wykorzystania azotu przez rośliny wynikający z postępu biologicznego może wynosić 5-10%. Wzrost wykorzystania azotu przez rośliny uprawne o 5-10% przy dawkach 100-200 kg N·ha<sup>-1</sup> i emisji N<sub>2</sub>O na poziomie ok. 1% zastosowanej dawki azotu pozwala na zmniejszenie emisji tego gazu z gleby o 0,08 - 0,31 kg N<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>, tj. o ok. 5-20%.

#### **Potencjał redukcyjny GHG:**

Przewiduje się, że wdrożenie praktyki może powodować redukcję emisji N<sub>2</sub>O maksymalnie o 20%, emisję CO<sub>2</sub> o 10%.

#### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

10%.

#### **Koszty wdrożenia:**

Koszty wdrożenia trudne do oszacowania ze względu na brak kierunku hodowli roślin pod kątem adaptacji do zmian klimatu i mitygacji emisji GHG

#### **Możliwość aplikacji:**

Aktualnie (praktyka niemożliwa do wprowadzenia) - w opisie odmian krajowych brak charakterystyki ich sprawności do wykorzystania azotu z gleby, w przyszłości praktyka trudna (2) ze względu na czasochłonność wyselekcjonowania optymalnej ilości odmian różnych gatunków roślin.

### **Docelowy typ gospodarstw:**

Docelowo, w przyszłości (perspektywa kilkunastu - kilkudziesięciu lat) ok. 30% gospodarstw może wdrożyć proponowaną praktykę. Będą to głównie gospodarstwa towarowe.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Pozytywne konsekwencje wdrożenia praktyki powinny wynikać z faktu produkcji płodów rolnych o większej wartości żywieniowej i paszowej (o większej zawartości białka) przez co zwiększeniu powinny ulec możliwości zbytu i przetwarzania produktów roślinnych. W efekcie tego wzrosnąć powinna opłacalność produkcji opartej na wykorzystaniu odmian roślin wyselekcjonowanych pod kątem adaptacji do zmian klimatu i mityzacji emisji GHG, a tym samym wzrosnąć konkurencyjność producentów decydujących się na uprawę tych gatunków i odmian. Należy pamiętać, że zmniejszenie zużycia nawozów azotowych w rolnictwie polskim może nieść ze sobą negatywne konsekwencje lub wyzwania dla polskiego przemysłu azotowego, zmuszonego dostosować wielkość produkcji do wielkości krajowego zużycia nawozów lub identyfikować i pozyskiwać nowe rynki zbytu.

### **Możliwość szacowania:**

Ocenę potencjału redukcji emisji w wyniku uprawy odmian roślin uprawnych wyselekcjonowanych pod kątem adaptacji do zmian klimatu i mityzacji emisji GHG powinny prowadzić instytuty branżowe IB COBORU i IB IHAR na podstawie wyników monitoringu emisji GHG z gleb pod zasiewami tradycyjnych i nowych odmian roślin. Efekt redukcyjny praktyki (Erp) powinien być wyznaczony jako funkcja wartości współczynnika redukcyjnego dla określonego gatunku/odmiany (Wr) i powierzchni uprawy (Pu).

$Erp = Wr \cdot Pu$ .

### **Możliwość uwzględnienia w metodologii KOBiZE:**

Aktualnie nie istnieje.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrożenie proponowanej praktyki w pierwszym etapie jej realizowania powinno wiązać się z działaniami zmierzającymi do stworzenia systemu selekcji odmian pod kątem adaptacji do zmian klimatu i mityzacji emisji GHG poprzez promocję prac badawczych i hodowlanych prowadzonych w instytutach branżowych IHAR i COBORU. W drugim etapie wdrażania, w procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć ARiMR, ODR, Izby Rolnicze, Samorządy Regionalne, Zrzeszenia Branżowe i Grupy Producentkie poprzez:

- upowszechnianie informacji o nowych odmianach,
- wprowadzanie nowych odmian do praktyki w gospodarstwach rolnych.



## **Praktyka 2 ZWIĘKSZENIE UDZIAŁU ROŚLIN BOBOWATYCH W UPRAWACH POLOWYCH I UŻYTKACH ZIELONYCH DLA ZREDUKOWANIA EMISJI N<sub>2</sub>O**

Znaczenie roślin bobowatych dla emisji podtlenku azotu z gleb uprawnych ilustruje hierarchiczny diagram proponowany przez Kleina i in. (2001). Pośrednia emisja podtlenku azotu jest wynikiem wprowadzenia do gleby dodatkowej ilości biologicznie wiązanego azotu do gleby. W modelu IPCC uwzględnia się jedynie emisję podtlenku azotu spod roślin bobowatych w uprawie polowej. W wyniku mineralizacji organicznych związków azotowych roślin bobowatych deponowanych w glebie m.in. wraz z wydzielinami korzeniowymi oraz w postaci resztek poźniwnych zwiększają pulę azotu mineralnego w glebie (który podobnie jak azot z nawozów mineralnych) może ulegać procesowi nitrifikacji i denitrifikacji. Produktami pośrednimi lub głównymi tych procesów jest m.in. podtlenek azotu. Wg Steele i in. (1984) rośliny bobowate zdolne są również do emisji bezpośredniej podtlenku azotu w wyniku denitrifikacji azotanów prowadzonej przez bakterie symbiotyczne (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium* ssp) w brodawkach korzeniowych. Emisja bezpośrednia podtlenku azotu ma charakter marginalny w stosunku do emisji pośredniej, jednak zastępowanie gatunków bobowatych odpowiedzialnych za emisję bezpośrednią gatunkami niezdolnymi do denitrifikacji (koniczyny) może mitygować emisję podtlenku azotu w produkcji roślinnej.

Wg Beuchampa (1997) i Bouwmana (1996) emisja N<sub>2</sub>O z gleby pod roślinami bobowatymi waha się w przedziale 0.07 - 4.8 kg N-N<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>·rocznie (dla uprawy lucerny, soi i koniczyny). Kaiser i in. (1998) i Velthof i in. (1998) sugerują, że w stosunku do gleb nawożonych nawozami azotowymi, uprawa roślin bobowatych powinna mitygować emisję podtlenku azotu z gleby.

Azot biologicznie wiązany jest poza nawozowym źródłem azotu na gruntach ornych i użytkach zielonych. Dlatego ich uprawa przyczynia się do zmniejszenia zużycia mineralnych nawozów azotowych. Można zatem przewidywać, że możliwość mitygacji emisji podtlenku azotu związanej ze wzrostem udziału roślin bobowatych w uprawach polowych i użytkach zielonych powinna pośrednio wynikać z ograniczenia zużycia nawozów azotowych pod roślinę następczą lub na TUZ. Mitygacja emisji podtlenku azotu powinna być proporcjonalna do zmniejszenia wielkości dawki azotu w nawozach mineralnych. Ograniczenie dawki azotu wynikające z obecności w glebie azotu resztek roślin bobowatych powinno zmniejszyć zużycie paliw pędnych na zabieg, a tym samym emisję NO<sub>x</sub> (w tym N<sub>2</sub>O). Proponuje się praktykę redukcji GHG polegającą na wzroście udziału roślin bobowatych ze względu na możliwość zastąpienia części dawek mineralnych nawozów azotowych azotem wiązany symbiotycznie.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

Trudny do oszacowania.

## **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

10%.

### **Koszty wdrożenia:**

Brak danych.

### **Możliwość aplikacji:**

Praktyka łatwa w aplikacji.

Aktualnie na Liście odmian roślin rolniczych wpisanej do krajowego rejestru w Polsce prowadzonego przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych figuruje 16 gatunków roślin bobowatych [bobik (9), esparceta siewna (1), groch siewny (22), komonica zwyczajna (1), koniczyna biała (7), koniczyna inkarnatka (1), koniczyna łąkowa (11), koniczyna perska (1), lucerna mieszańcowa (2), lucerna siewna (18), łubin biały (2), łubin wąskolistny (20), łubin żółty (8), rutwica (1), wyka kosmata (1), wyka siewna (4)]; (w nawiasach podano liczbę odmian). Liczba odmian różnych gatunków roślin bobowatych pozwala na uprawę tych roślin w różnych warunkach glebowo-klimatyczno-agrotechnicznych Polski we wszystkich typach gospodarstw. Upowszechnienie praktyki jest dodatkowo wspierane dotychczasowymi rozwiązaniami PROW, Greening w zakresie dywersyfikacji upraw, SAPS.

### **Docelowy typ gospodarstw:**

Docelowo, ok. 40% gospodarstw może wdrożyć proponowaną praktykę. Ocenia się, że praktyka może być wdrożona równolegle w różnych typach gospodarstw: tradycyjnych z mieszanych typem produkcji, w towarowych wyspecjalizowanych w produkcji zwierzęcej i towarowych wyspecjalizowanych w produkcji roślinnej (przeznaczonej na paszę).

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Pozytywną konsekwencją wdrożenia praktyki powinien być wzrost konkurencyjności gospodarstw wynikający z:

produkcji pasz wysokobiałkowych

pozyskania bezkosztowego źródła azotu (azot wiązany biologicznie)

wzbogacenia oferty handlowej o produkty roślinne wysokobiałkowej z przeznaczeniem konsumpcyjnym lub paszowym.

Dodatkowo, wzrost arealu uprawy roślin bobowatych pozwala na zmniejszenie zużycia mineralnych nawozów azotowych, co powinno przyczynić się do ograniczenia wymywania mineralnych form azotu z gleb uprawnych do wód gruntowych i powierzchniowych. Wdrożenie praktyki powinno korzystnie oddziaływać na jakość wód. Zmniejszenie zużycia mineralnych nawozów azotowych powinno zmniejszyć bezpośrednią i pośrednią (odbywającą się na każdym etapie migracji  $\text{NO}_3^-$  z gleby do hydrosfery) emisję  $\text{N}_2\text{O}$  z gleb

uprawnych. W ten sposób praktyka przyczyni do poprawy jakości powietrza. Należy pamiętać, że zmniejszenie zużycia nawozów azotowych w rolnictwie polskim może nieść ze sobą negatywne konsekwencje lub wyzwania dla polskiego przemysłu azotowego, zmuszonego dostosować wielkość produkcji do wielkości krajowego zużycia nawozów lub identyfikować i pozyskiwać nowe rynki zbytu

#### **Możliwość szacowania:**

Ocenę potencjału redukcji emisji w wyniku uprawy gatunków roślin bobowatych powinny prowadzić instytuty branżowe IB COBORU i IB IHAR na podstawie wyników monitoringu emisji GHG z gleb pod zasiewami. Potencjał redukcyjny powinien być wyznaczony w postaci wskaźnika CO<sub>2</sub> eq przypadający na jednostkę powierzchni uprawy lub jednostkę plonu roślin (przy różnym sposobie użytkowania).

#### **Możliwość uwzględnienia w metodologii KASHUE:**

Istnieje, na etapie kalkulacji emisji N<sub>2</sub>O z nawozów mineralnych

#### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrożenie proponowanej praktyki powinno wiązać się z działaniami zmierzającymi do określenia poziomu potencjału redukcji emisji GHG (Wr) dla różnych gatunków roślin. Po sprecyzowaniu faktycznych możliwości redukcji emisji GHG w wyniku uprawy roślin bobowatych w pracach badawczych, wdrażanie praktyki może odbywać się w ramach WPR. W procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć ARiMR, ODR, Izby Rolnicze, Samorządy Regionalne, Zrzeszenia Branżowe i Grupy Producentckie.

#### **Odniesienie do PROW:**

Praktyka znajduje odniesienie w dotychczasowych rozwiązaniach PROW, Greening w zakresie dywersyfikacji upraw, SAPS.

Literatura:

Beuchamp E.G. (1997): Nitrous oxide emission from agricultural soils. Canadian Journal of Science, 77, 2: 113-123.

Bouwman A.F. (1996): Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. Nutrient Cycling in Agrosystems, 46, 53-70.

Czarnocki S., Starczewski J. (2008): Porównanie zużycia paliwa i czasu pracy przy kilku alternatywnych technologiach przygotowania roli do siewu. Inżynieria Rolnicza 4 (102): 209-215

Czarnocki S. (2013): Ocena energetyczna alternatywnych technologii przygotowania roli do siewu jęczmienia ozimego. Inżynieria Rolnicza 3 (146) t. 2: 69-75

Daniel R.M., Limmer A.W., Steele K., Smith I.M. (1982): Anaerobic growth, nitrate reduction and denitrification in 46 Rhizobium strains. *Journal of general Microbiology* 128: 1811-1815

Eichner M.J., (1990): Nitrous oxide emissions from fertilized soils: Summary of available data. *Journal of Environmental Quality*, 19: 272-280.

Farquharson R., Baldock J. (2008): Concepts in modeling N<sub>2</sub>O emissions from land use. *Plant and Soil*, 309: 147-167.

Gomes J., Bayer C., de Souza Costa F., de Cássia Piccolo M., Acordi Zanatta J., Costa B., Hofstra N., Bouwman A.F. (2005): Denitrification in agricultural soils: summarizing published data and estimating global annual rates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 72: 267-278.

Kaiser E., Kohrs K., Kucke M., Schung E., Heinemeyer O., Munch J.C. (1998): Nitrous oxide release from arable soil importance of N-fertilization, crops and temporal variation. *Soil Biology and Biochemistry* 30: 1553-1563

Klein C.A.M., Sherlock R.R., Cameron KC., van der Weerden T.J. (2001): Nitrous oxide emissions from agricultural soils in New Zealand - a review of current knowledge and directions for future research. *Journal of The Royal Society of New Zealand*, 31: 543-574.

Luciński R., Polcyn W., Ratajczak L., (2002): Nitrate reduction and nitrogen fixation in symbiotic association Rhizobium - legumes. *Acta Biochimica Polonica*. 49: 537-546.

Nevison C. (2000): Review of the IPCC methodology for estimating nitrous oxide emissions associated with agricultural leaching and runoff. *Chemosphere - Global Change Science*, 2: 493-500.

Steele K.W., Bonish P.M., Sarathchandra S.U. (1984): Denitrification potentials and microbiological characteristic of some northern North Island soils. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 27: 525-530.

Sosulski T., Szara E., Stępień W., Rutkowska B., The influence of mineral fertilization and legumes cultivation on the N<sub>2</sub>O soil emissions (w druku).

Wojewódzki Fundusz ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Poznaniu, Zestawienie wzorów i wskaźników emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza: 1-11.

Dopływ resztek poźniwnych do gleby zwiększa sekwestrację węgla w glebie, a tym samym zmniejsza emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery w produkcji roślinnej. Ocenia się, że w zależności od typu gleby sekwestracja węgla wynikająca z przyorania resztek roślinnych może być odpowiedzialna za zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> z gleby o 400-600 kg CO<sub>2</sub>·ha<sup>-1</sup> (3,3 - 6,7%) w systemie uprawy płuźnej. W praktyce efekt mitygacji emisji GHG może być mniejszy od oczekiwanego ze względu na możliwy wzrost emisji N<sub>2</sub>O w wyniku wzrostu zawartości łatwo mineralizującej się substancji organicznej indukującej procesy redukcji utlenionych form azotu. Z drugiej strony w przypadku zagospodarowania resztek poźniwnych ubogich w azot (słoma zbóż) mineralne formy azotu w glebie (prekursor procesów nityfikacji i denityfikacji) ulegają intensywnie procesowi sorpcji biologicznej istotnie ograniczającemu mobilność i aktywność związków azotu w glebie. Dlatego wpływ wdrożenia praktyki na wielkość emisji N<sub>2</sub>O z gleby jest trudny do oszacowania.

Proponuje się praktykę redukcji GHG polegającą na promocji lub zobligowaniu praktyki rolniczej do przyorwania resztek roślinnych.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

Przewiduje się, że wdrożenie praktyki pozwoli na zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> w produkcji roślinnej o maksymalnie o 7% tj. 600 kg CO<sub>2</sub>·ha<sup>-1</sup> rocznie.

**Ocena potencjału redukcji:**

30-50%.

**Koszty wdrożenia:**

Brak danych.

**Możliwość aplikacji:**

Aktualnie i w przyszłości praktyka łatwa do wdrożenia.

**Docelowy typ gospodarstw:**

Wszystkie typy gospodarstw, 70-80% gospodarstw mogących wdrożyć praktykę.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Praktyka powinna przede wszystkim korzystnie wpływać na jakość środowiska przyrodniczego poprzez zwiększenie zawartości materii organicznej w glebie dzięki sekwestracji węgla (poprawa warunków glebowych powinna sprzyjać wzrostowi plonów roślin). Dopływ składników pokarmowych w resztkach

roślinnych powinien spowodować zmniejszenie zużycia mineralnych nawozów NPK. Może to poprawiać konkurencyjność gospodarstw poprzez pomniejszenie nakładów na podstawowe środki produkcji. Praktyka, w związku z tym będzie też sprzyjać ograniczeniu strat składników pokarmowych roślin w tym azotu do hydrosfery i atmosfery poprawiając jakość wód gruntowych i powierzchniowych i powietrza. Praktyka może sprzyjać zwiększeniu emisji N<sub>2</sub>O z gleby ze względu na wprowadzenie do niej związków azotu i węgla - prekursorów denitryfikacji.

#### **Możliwość szacowania:**

IB IUNG (monitoring zawartości próchnicy glebowej), IB IOŚ (monitoring emisji CO<sub>2</sub> z gleb prawnych), wprowadzenie obowiązku kontroli zawartości próchnicy w glebach uprawnych (laboratoria uczelni rolniczych, instytutów, Stacja Chemiczno-Rolnicza), rejestracja stanu wdrożenia praktyki - ODR.

#### **Możliwość uwzględnienia w metodologii KOBiZE:**

Nie istnieje.

#### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Dotychczasowe działania w obrębie Programu rolno-środowiskowego oraz promocja praktyki z zaangażowaniem ARiMR, ODR, Izby Rolniczych, Samorządów Regionalnych, Zrzeszeń Branżowych i Grup Producentkich.

#### **Odniesienie do PROW:**

Praktyka znajduje odniesienie w dotychczasowych rozwiązaniach Program rolno-środowiskowy pakiet 1 Rolnictwo zrównoważone.

## **PRAKTYKA NR 4**

## **OPTIMALIZACJA ODCZYNU GLEBY - WAPNOWANIE**

Odczyn jest podstawową właściwością gleby kształtującą warunki wzrostu i rozwoju roślin oraz kierunek i intensywność procesów biotycznych decydujących o nagromadzeniu w glebie materii organicznej. Charakterystyczne dla obszaru Polski zakwaszenie gleby jest przyczyną zmniejszenia plonów roślin (a tym samym poziomu asymilacji CO<sub>2</sub> przez rośliny) o 20-50%. Poziom redukcji plonów roślin jest w tym wypadku uzależniony od stopnia wrażliwości gatunków i odmian roślin uprawnych na zakwaszenie i stopnia zakwaszenia gleby. Zakwaszenie gleby wpływa na poziom nagromadzenia materii organicznej w glebie (węgla organicznego). Ocena wpływu zakwaszenia na emisję N<sub>2</sub>O z gleby jest skomplikowana ponieważ produkcja N<sub>2</sub>O w glebie jest efektem dwóch biologicznych procesów: denitryfikacji i nityfikacji (Bateman & Baggs 2005 Skiba et al. 1993), a prowadzące je mikroorganizmy wykazują dużą tolerancję w

stosunku do zakwaszenia (De Boer & Kowalchuk 2001). Na glebach zakwaszonych stwierdzono mniejsze nagromadzenie związków azotu. Oznacza to, że przy takich samych dawkach azotu na obiektach wapnowanych i niewapnowanych, zakwaszeniu gleby towarzyszyło większe rozproszenie azotu z gleby do środowiska (przy mniejszym wykorzystaniu tego składnika przez rośliny). Odczyn gleby reguluje także procesy mikrobiologiczne wpływające na ilość wytwarzanych  $N_2O$  i  $N_2$ . Optymalny zakres pH dla wzrostu większości bakterii denitryfikacyjnych waha się pomiędzy 6 - 8; ale denitryfikację wykrywano również przy pH 3,5. Stosowanie wapna nawozowego, obniżając kwasowość gleby, przyczynia się do zwiększenia liczebności denitryfikatorów i/lub ich aktywności. Nie zawsze prowadzi to jednak do wzrostu emisji  $N_2O$ . Przy pH < 5 - 6 wśród produktów denitryfikacji dominuje tlenek diazotu, a azotany(III) mogą ulegać rozkładowi do tlenków azotu. Wapnowanie sprzyja przekształcaniu  $N_2O$  do  $N_2$  i wpływa na zmniejszenie wartości stosunku  $N_2O : N_2$  w składzie powstających podczas denitryfikacji gazów [Filipek i in. 2015, Saggar i in. 2013].

Proponuje się praktykę polegającą na obowiązku kontroli odczynu gleby (jednorazowo w jednej rotacji zmianowania lub jednorazowo w okresie 4-5 lat) regularnego wapnowania gleb uprawnych oraz (ze względu na wzrost emisji  $N_2O$  z gleby) zaniechania wapnowania silnie zakwaszonych gleb najsłabszych.

#### **Potencjał reducyjny GHG:**

Przewiduje się, że proponowana praktyka pozwala na redukcję emisji  $CO_2$  o 6% ( $641 \text{ kgCO}_2 \cdot \text{ha}^{-1}$  rocznie) i  $N_2O$  o 5%  $0,08 \text{ kg N}_2O \cdot \text{ha}^{-1}$ , tj. o ok.  $25 \text{ kg eq CO}_2 \cdot \text{ha}^{-1}$  rocznie. Ze względu na dużą zmienność emisji  $N_2O$  z gleby (wsp. zmienności > 40%) efekt praktyki ocenia się jako niemierzalny. (W przypadku gospodarowania na gruntach najsłabszych zaniechanie wapnowania gleb silnie zakwaszonych pozwala na kilkukrotne zmniejszenie emisji  $N_2O$ ).

#### **Ocena potencjału reducyjnego GHG:**

30%.

#### **Koszty wdrożenia:**

Brak danych.

#### **Możliwość aplikacji:**

Praktyka łatwa (1). Docelowo ok. 60% gospodarstw może wdrożyć proponowaną praktykę. Wszystkie typy gospodarstw.

#### **Konsekwencje wdrożenia:**

Praktyka powinna przede wszystkim korzystnie wpływać na jakość środowiska glebowego poprzez doprowadzenie odczynu do poziomu optymalnego dla wzrostu i rozwoju roślin. Wdrożenie praktyki poprawi konkurencyjność gospodarstw ze względu na przewidywany 20-50% przyrost plonów roślin w wyniku wapnowania oraz uzyskiwania produktów roślinnych o większej wartości żywieniowej i paszowej. Pośrednio praktyka przyczyni się do zmniejszenia emisji

GHG z gleby ze względu na większą produkcję resztek poźniowych i sekwestrację węgla w glebie, lepsze wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych (przede wszystkim ograniczenie emisji N<sub>2</sub>O z gleby).

#### **Możliwość szacowania:**

Wprowadzenie obowiązku kontroli zawartości próchnicy w glebach uprawnych (laboratoria uczelni rolniczych, instytutów, Stacja Chemiczno-Rolnicza), rejestracja stanu wdrożenia praktyki - ODR.

#### **Możliwość uwzględnienia w metodologii KOBiZE:**

Nie istnieje.

#### **Odniesienie do PROW:**

Praktyka znajduje odniesienie w dotychczasowych rozwiązaniach PROW, Program rolno-środowiskowy, pakiet 1 Rolnictwo zrównoważone, pakiet 6 Ochrona gleb i wód.

#### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrażanie praktyki może odbywać się w ramach WPR i polegać na promocji regularnego monitoringu odczynu gleby oraz wapnowania. W procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć ARiMR, ODR, Izby Rolnicze, Samorządy Regionalne, Zrzeszenia Branżowe i Grupy Producentckie.

Literatura:

Baggs E.M., Smales C.L., Bateman E.J. 2010 Changing pH shifts the microbial source as well as the magnitude of N<sub>2</sub>O emission from soil. *Biology and Fertility of Soils* 46: 793-805.

Bateman E.J., Baggs E.M. (2005): Contribution of nitrification and denitrification to N<sub>2</sub>O emission from soils at different water-filled pore space. *Biology and Fertility of Soils*, 41: 379-388.

Beuchamp E.G. 1997 Nitrous oxide emission from agricultural soils. *Canadian Journal of Science* 77 (2): 113-123.

Bouwman A.F., 1996 Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 46: 53-70

De Boer W., Kowalchuk G.A. 2001 Nitrification in acid soils: microorganisms and mechanisms. *Soil Biol. Biochem* 33:853-866.

Farquharson R., Baldock J. (2008): Concepts in modeling N<sub>2</sub>O emissions from land use. *Plant and Soil*, 309: 147-167.

Raport z projektu badawczego nr NN305 060640 Ocena emisji N<sub>2</sub>O z gleby oraz potencjalnych właściwości denitryfikacyjnych gleby w różnych systemach nawożenia i uprawy roślin. Sosulski T., SGGW Warszawa 2014.



Skiba U., Smith K.A., Fowler D. 1993 Nitrification and denitrification as source of nitric oxide and nitrous oxide in a sandy loam soil. *Soil Biology and Biochemistry* 25 (11): 1527-1536.

## **PRAKTYKA NR 5**

## **KONTROLA ZASOBNOŚCI GLEBY**

Zdolność do zaspokajania potrzeb pokarmowych roślin jest jedną z najistotniejszych funkcji produkcyjnych gleby definiującą pojęcie jej żyzności. W większości gleb uprawnych w Polsce występuje deficyt składników pokarmowych, którego następstwem jest niedostateczne ujawnienie się potencjału produkcyjnego gleby i niedostateczne wykorzystanie składników nawozowych w rozumieniu prawa minimum. Konsekwencją tego jest niższa (od możliwej) produkcja biomasy (niższa asymilacja CO<sub>2</sub> z powietrza przez rośliny) i większe rozproszenie składników nawozowych z gleby do atmosfery (w tym emisja N<sub>2</sub>O). Ocenia się, że zastosowanie praktyki polegającej na kontroli i optymalizacji zasobności gleby powinno zwiększyć stopień wykorzystania azotu przez rośliny i w rezultacie zmniejszyć emisję N<sub>2</sub>O z gleby o ok. 0,08 kg N<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup> rocznie (25, tj. kg eq CO<sub>2</sub>·ha<sup>-1</sup>) o ok. 5%. Dodatkowo można oczekiwać, że wdrożona praktyka spowoduje wzrost plonów roślin przekładający się na wzrost asymilacji CO<sub>2</sub> z atmosfery, a tym samym zmniejszenie emisji tego gazu z produkcji roślinnej o ok. 10-30%, średnio 20%, tj. o 1850 kg CO<sub>2</sub>·ha<sup>-1</sup> rocznie. Proponuje się praktykę redukcji GHG polegającą na obowiązku kontroli zasobności gleby (jednorazowo w jednej rotacji zmianowania, lub jednorazowo w okresie 4-5 letnim) wraz z uwzględnieniem jej wyników w realizowanym planie nawozowym (budowa zasobności gleby).

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

Przewiduje się, że wdrożenie praktyki może powodować redukcję emisji N<sub>2</sub>O maksymalnie o 5%, emisję CO<sub>2</sub> o 20%.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

30%.

### **Koszty wdrożenia:**

Brak danych.

### **Możliwość aplikacji:**

Aktualnie i w przyszłości praktyka trudna do wdrożenia (2) ze względu na cenę nawozów mineralnych.

### **Docelowy typ gospodarstw:**

Docelowo, w przyszłości ok. 30% gospodarstw może wdrożyć proponowaną praktykę. Będą to głównie gospodarstwa towarowe.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Praktyka powinna korzystnie wpływać na jakość środowiska glebowego poprzez doprowadzenie zasobności gleby w składniki pokarmowe pozwalającej realizację podstawowego założenia rolnictwa zrównoważonego opartego na prawie zwrotu. Wdrożenie praktyki poprawi konkurencyjność gospodarstw ze względu na przewidywany przyrost plonów roślin oraz produkcję płodów o większej wartości żywieniowej i paszowej. Kontrola stanu i poprawa zasobności gleby powinna przyczynić się do wzrostu wykorzystania przez rośliny składników pokarmowych wprowadzanych do gleby w nawozach. Pośrednio, wdrożenie praktyki powinno ograniczać emisję składników (w tym azotu) do hydrosfery przyczyniając się do poprawy jakości wód powierzchniowych i gruntowych. Większe wykorzystanie azotu przez rośliny powinno ograniczać bezpośrednią i pośrednią (zachodzącą na wszystkich etapach migracji  $\text{NO}_3^-$  z gleby do hydrosfery) emisję  $\text{N}_2\text{O}$  z gleby.

### **Możliwość szacowania:**

Aktualnie możliwość szacowania efektu redukcyjnego praktyki jest ograniczone ze względu na brak wystarczającej ilości danych literaturowych dotyczących wpływu zróżnicowanej zasobności gleby na wielkość emisji GHG spod upraw w różnych warunkach glebowych, agrotechnicznych i klimatycznych Polski. Zasadniczym działaniem powinno być promowanie działań związanych z rozpoznaniem tego zagadnienia na drodze eksperymentów i badań prowadzonych na polach doświadczalnych instytutów i uczelni rolniczych na terenie kraju. Wyniki tych prac powinny pozwolić na wyznaczenie wskaźników redukcji emisji GHG wyrażone np. w jednostkach redukcji  $\text{CO}_2$  eq przypisanej określonej zasobności gleby w składniki (PKMg) oraz powiązane z zawartością  $\text{NH}_4$  i  $\text{NO}_3$  w glebie wyznaczone metodą testu N min.

### **Możliwość uwzględnienia w metodologii KASHUE:**

Nie istnieje.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrażanie praktyki może odbywać się w ramach WPR i polegać na promocji regularnego monitoringu i zwiększeniu zasobności gleby. W procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć ARiMR, IB IUNG, Stację Chemiczną-Rolniczą, ODR, Izby Rolnicze, Samorządy Regionalne, Zrzeszenia Branżowe i Grupy Producentów.

## **Odniesienie do PROW:**

Praktyka znajduje odniesienie w dotychczasowych rozwiązaniach PROW, Program rolno-środowiskowy, pakiet 1 Rolnictwo zrównoważone, pakiet 6 Ochrona gleb i wód

### **Praktyka nr 6**

### **OGRANICZENIE PŁUŻNEJ W ROLNICZEJ UPRAWY PRAKTYCE**

Uproszczenie uprawy prowadzi do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> (West & Marland 2002), które w naszych warunkach glebowo-agrotechnicznych można ocenić na ok. 15% , tj. 1350 kg CO<sub>2</sub>·ha<sup>-1</sup> rocznie. Emisja N<sub>2</sub>O z gleby w tradycyjnym systemie uprawy i bezorkowym utrzymywała się na podobnym poziomie. Wskazuje to na ograniczony wpływ zagęszczenia gleby (w systemie uprawy bezorkowej) na emisję N<sub>2</sub>O. Jest to o tyle zrozumiałe, że przy charakterystyce wilgotności gleb mineralnych w Polsce można uznać że dominującym procesem produkcji N<sub>2</sub>O w glebie jest proces nityfikacji, a nie denityfikacji. Dodatkowo wprowadzenie uprawy bezorkowej zmniejsza o 60,5% zużycie paliw pędnych i tym samym emisję CO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>O (Czarnecki 2013, Pawlak 2012, Czarnecki & Starczewski 2008). Uwzględniając wyniki badań Niemieckiego Instytutu Badania Gospodarki szacując emisję CO<sub>2</sub> ze spalania 1 l oleju napędowego na 2,64 kg CO<sub>2</sub> można obliczyć, że w tradycyjnym systemie uprawy zbóż ozimych emisja gazu wynosi ok. 110,88 kg CO<sub>2</sub>·ha<sup>-1</sup>, a w systemie bezorkowym zaledwie 43,8 kg CO<sub>2</sub>·ha<sup>-1</sup>. Proponuje się wdrożenie praktyki polegającej na uprawie bezorkowej gleb.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

Ocenia się, że wdrożenie praktyki może zmniejszyć emisję CO<sub>2</sub> z gleby o 36% oraz emisję CO<sub>2</sub> związaną ze zużyciem paliw pędnych o 60%

### **Ocena potencjału redukcji:**

10-30%.

### **Koszty wdrożenia:**

Brak danych.

### **Możliwość aplikacji:**

Aktualnie praktyka trudna do wdrożenia - mogą istnieć określone problemy z wdrożeniem rozwiązania ze względu na brak wyposażenia gospodarstw w siewniki i agregaty do siewu w technologii bezorkowej.

W przyszłości łatwa do wdrożenia - po doposażeniu gospodarstw w siewniki do siewu bezpośredniego z możliwością równoczesnego zlokalizowanego wysiewu nawozów NPK.

#### **Docelowy typ gospodarstw:**

Gospodarstwa wielkoobszarowe, ok. 40% gospodarstw, globalnie do 10% gospodarstw.

#### **Pozytywne konsekwencje wdrożenia:**

1. Ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> w produkcji przede wszystkim zbóż i kukurydzy.
2. Zwiększenie zawartości próchnicy glebowej w konsekwencji sekwestracji węgla w glebie- poprawa żyzności gleby.
3. Zmniejszenie zużycia nawozów mineralnych w precyzyjnym siewie zlokalizowanym łącznie z zasiewem roślin zbożowych.
4. Zmniejszenie nakładów i robocizny na uprawę roli.
5. Zwiększenie konkurencyjności rodzimych producentów rolnych.
6. Rozwój rodzimej branży producentów maszyn rolniczych.
7. Rozwój rodzimego przemysłu chemicznego - producentów nawozów mineralnych NPK dostosowanych do wymogów siewu zlokalizowanego (typu supergranule).
8. Rozwój sektora doradztwa rolniczego i obsługi rolnictwa.

#### **Negatywne konsekwencje wdrożenia:**

1. Zmniejszenie plonu roślin - (od nieznacznego do 30%).
2. Zagęszczenie gleby (zwłaszcza gleb zwięzłych) ograniczające rozwój i funkcjonowanie systemu korzeniowego może być powodem zmniejszenia plonów roślin (zwłaszcza w latach ekstremalnie suchych i/lub wilgotnych).
3. Możliwy wzrost emisji N<sub>2</sub>O w wyniku zagęszczenia gleby.
4. Możliwość postępującego uproszczenia płodozmianu lub uprawy roślin w monokulturze (np. kukurydzy) oraz wzrost liczebności i stopnia porażenia patogenami oraz zmęczenia gleby.
5. Zmniejszenie produkcji i obrotu standardowych mineralnych nawozów NPK przez rodzimych producentów i handlowców.

#### **Możliwość szacowania:**

IB IUNG (monitoring zawartości próchnicy glebowej), IB IOŚ (monitoring emisji CO<sub>2</sub> z gleb prawnych), wprowadzenie obowiązku kontroli zawartości próchnicy

w glebach uprawnych (laboratoria uczelni rolniczych, instytutów, Stacja Chemiczno-Rolnicza), rejestracja stanu wdrożenia praktyki - ODR.

### **Możliwość uwzględnienia w metodologii KASHUE:**

Aktualnie nie istnieje.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrożenie proponowanej praktyki może odbywać się w ramach funkcjonującego Systemu Wzajemnej Zgodności (cross-compliance) zobowiązującego rolników do przestrzegania tzw. wymogów podstawowych w zakresie zarządzania oraz zasad dobrej kultury rolnej zgodnej z ochroną środowiska, jak również z wykorzystaniem środków II filara WPR. W procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć ARiMR, IB IUNG, Stację Chemiczno-Rolniczą, ODR, Izby Rolnicze, Samorządy Regionalne, Zrzeszenia Branżowe i Grupy Producentckie.

Literatura:

Raport roczny projektu badawczego PBS/1/B8/4/2012

Czarnocki S., Starczewski J. (2008): Porównanie zużycia paliwa i czasu pracy przy kilku alternatywnych technologiach przygotowania roli do siewu. *Inżynieria Rolnicza 4 (102): 209-215*

Czarnocki S. (2013): Ocena energetyczna alternatywnych technologii przygotowania roli do siewu jęczmienia ozimego. *Inżynieria Rolnicza 3 (146) t. 2: 69-75*

Pawlak J. 2012 Zużycie oleju napędowego w rolnictwie polskim. *Problemy inżynierii rolniczej 3 (77):57-64*

West T. & Marland G. (2002) A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States. *Agriculture Ecosystems and Environment 91: 217-232.*

### **PRAKTYKA NR 7**

### **PRZECIWDZIAŁANIE UŻYTKOWANIA PASTWISKOWEGO NA ORNE ORAZ ZMIANA SPOSOBU UŻYTKOWANIA Z ORNEGO NA ŁĄKOWE**

Działanie polegające na ograniczeniu lub całkowitym zaprzestaniu przekształceń TUZ w grunty orne powinno w największym stopniu przyczynić się do znaczącego zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> z gleby do atmosfery. Zastosowanie tej

praktyki w określonych przypadkach powinny zmniejszyć emisję CO<sub>2</sub> nawet ponad dwukrotnie (9-20 t CO<sub>2</sub>·ha rocznie). Aeracja gleby w wyniku uprawy płużnej przekształcanych TUZ intensyfikuje proces rozkładu węgla organicznego nagromadzonego w glebie w trakcie wieloletniego użytkowania pastwiskowego lub łąkowego gruntów.

Proponuje się wdrożenie praktyki polegającej na przeciwdziałaniu zmianie użytkowania łąkowego/pastwiskowego na orne oraz zmiana sposobu użytkowania z ornego na łąkowe.

#### **Potencjał redukcyjny GHG:**

Przewiduje się, że zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> z gleb w wyniku wdrożenia praktyki może sięgać 200%.

#### **Ocena potencjału redukcji:**

50-60%.

#### **Koszt wdrożenia:**

Praktyka bezkosztowa.

#### **Możliwość aplikacji:**

Aktualnie i w przyszłości praktyka łatwa.

#### **Docelowy typ gospodarstw:**

Praktykę mogą wdrożyć gospodarstwa inwentarzowe, 10-15% gospodarstw mogących wdrożyć praktykę.

#### **Konsekwencje wdrożenia:**

Praktyka powinna przede wszystkim korzystnie wpływać na jakość środowiska przyrodniczego poprzez zachowanie naturalnej zawartości materii organicznej w glebie przeciwdziałając jej mineralizacji i w ten sposób korzystnie zmniejszać emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery oraz zwiększać zawartości materii organicznej w glebie dzięki przywróceniu warunków sprzyjających sekwestracji węgla w glebie. Wdrożenie praktyki powinno ograniczać emisję składników (w tym azotu) do hydrosfery przyczyniając się do poprawy jakości wód powierzchniowych i gruntowych. Większe wykorzystanie azotu przez rośliny powinno ograniczać bezpośrednią i pośrednią (zachodzącą na wszystkich etapach migracji NO<sub>3</sub><sup>-</sup> z gleby do hydrosfery) emisję N<sub>2</sub>O z gleby. Praktyka może ponadto przyczynić się do wzrostu bioróżnorodności i rozwoju dziko żyjących oraz pożytecznych zwierząt. Ponadto wdrożenie praktyki przyczyni się do retencji wody w gruncie.

Wdrożenie praktyki umożliwi lub wesprze działania związane z realizacją założeń systemu zrównoważonego rolnictwa. Nie dostrzega się wpływu praktyki na inne podmioty i branże.

**Możliwość szacowania:**

IB IUNG (monitoring zawartości próchnicy glebowej), IB IOŚ (monitoring emisji CO<sub>2</sub> z gleb prawnych), wprowadzenie obowiązku kontroli zawartości próchnicy w glebach uprawnych (laboratoria uczelni rolniczych, instytutów, Stacja Chemiczno-Rolnicza), rejestracja stanu wdrożenia praktyki - ODR.

**Możliwość uwzględnienia w metodologii KASHUE:**

Istnieje w odniesieniu do kategorii zmiany użytkowania gruntów w przypadku restytucji TUZ

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrażanie praktyki może odbywać się w ramach WPR oraz mogą polegać na promocji przekształcania lub przywracania trwałych użytków zielonych jako sposobu użytkowania gruntów. W procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć ARiMR, ODR, Izby Rolnicze, Samorządy Regionalne, Zrzeszenia Branżowe i Grupy Producentckie.

**Odniesienie do PROW:**

Praktyka znajduje odniesienie w dotychczasowych rozwiązaniach PROW, Greening (Utrzymanie trwałych użytków zielonych).

**PRAKTYKA NR 8****ZMNIEJSZENIE INTENSYWNOŚCI  
UŻYTKOWANIA TUZ****Potencjał redukcyjny GHG:**

Zmniejszenie intensywności użytkowania TUZ (częstości koszenia/spasania i nawożenia, zamiany użytkowania z pastwiskowego na łąkowe) powinno przyczynić się do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> z gleby o ok. 5-10% (450 -2000 kg CO<sub>2</sub>·ha<sup>-1</sup>)w zależności od warunków glebowych i dotychczasowej intensywności użytkowania. Praktyka zalecana zwłaszcza na terenach podmokłych i zalewowych. Proponuje się wdrożenie praktyki polegającej na zmniejszeniu intensywności użytkowania trwałych użytków zielonych (częstości koszenia/spasania i nawożenia, zamiany użytkowania z pastwiskowego na łąkowe).

**Ocena potencjału redukcji:**

10%.

**Koszty wdrożenia:**

Praktyka bezkosztowa

**Możliwość aplikacji:**

Aktualnie i w przeszłości praktyka łatwa.

**Docelowy typ gospodarstw:**

Przewiduje się, że praktykę mogą wdrożyć gospodarstwa ekologiczne, 5% gospodarstw mogących wdrożyć praktykę.

**Pozytywne konsekwencje wdrożenia:**

Praktyka powinna przede wszystkim korzystnie wpływać na jakość środowiska przyrodniczego poprzez zachowanie lub zwiększenie naturalnej zawartości materii organicznej w glebie przeciwdziałając jej nadmiernej mineralizacji i w ten sposób pozwala zmniejszyć emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery. Wdrożenie praktyki powinno ograniczać emisję składników (w tym azotu) do hydrosfery dzięki zmniejszeniu zużycia poziomu zużycia NPK przyczyniając się do poprawy jakości wód powierzchniowych i gruntowych. Większe wykorzystanie azotu przez rośliny powinno ograniczać bezpośrednią i pośrednią (zachodzącą na wszystkich etapach migracji NO<sub>3</sub><sup>-</sup> z gleby do hydrosfery) emisję N<sub>2</sub>O z gleby. Praktyka może ponadto przyczynić się do wzrostu bioróżnorodności i rozwoju dziko żyjących oraz pożytecznych zwierząt. Ponadto wdrożenie praktyki przyczyni się do retencji wody w gruncie. Wdrożenie praktyki umożliwi lub wesprze działania związane z realizacją założeń systemu zrównoważonego rolnictwa. Nie dostrzega się wpływu praktyki na inne podmioty i branże.

**Możliwość szacowania:**

ITP (monitoring zawartości próchnicy glebowej), IB IOŚ (monitoring emisji CO<sub>2</sub> N<sub>2</sub>O z gleb prawnych), organizacje ekologiczne, rejestracja stanu wdrożenia praktyki - ODR.

**Możliwość uwzględnienia w metodologii KASHUE:**

Nie istnieje.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrażanie praktyki może odbywać się w ramach WPR oraz mogą polegać na promocji przekształcania trwałych użytków zielonych jako sposobu użytkowania gruntów. W procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć ARiMR, ODR, Izby Rolnicze, Samorządy Regionalne, Zrzeszenia Branżowe i Grupy Producentkie.

**Odniesienie do PROW**

Praktyka znajduje odniesienie w dotychczasowych rozwiązaniach PROW, Greening (Utrzymanie proekologicznych łąk), Program rolno-środowiskowo-klimatyczny pakiet 3 Ochrona cennych siedlisk.





### **Konsekwencje wdrożenia:**

Konsekwencje wdrożenia praktyki polegają na odtworzeniu naturalnego lub zbliżonego do naturalnego stanu środowiska przyrodniczego. Praktyka może przyczynić się do wzrostu bioróżnorodności i rozwoju dziko żyjących zwierząt i roślin. Ponadto wdrożenie praktyki przyczyni się do retencji wody oraz będzie indukowała naturalne procesy oczyszczania się wód z nadmiaru biogenów. Wdrożenie praktyki może sprzyjać rozwojowi turystyki oraz promocji aktywnego wypoczynku ludności.

Negatywną konsekwencją wdrożenia praktyki będzie wzrost emisji GHG ( $\text{CH}_4$  i  $\text{N}_2\text{O}$ ) z gruntów.

Ponadto wdrożenie praktyki będzie wiązało się z poniesieniem trudnych do oszacowania nakładów związanych z relokacją siedlisk i gospodarstw rolnych, budową systemów nawadniających i innych prac inżynierskich.

### **Możliwość szacowania:**

ITP (monitoring zawartości próchnicy glebowej), IB IOŚ (monitoring emisji  $\text{CO}_2$   $\text{N}_2\text{O}$  z gleb prawnych), organizacje ekologiczne, rejestracja stanu wdrożenia praktyki - ODR.

### **Możliwość uwzględnienia w metodologii KOBiZE:**

Aktualnie nie istnieje.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrażanie praktyki może odbywać się w ramach WPR Greening (Utrzymanie proekologicznych łąk), Program rolno-środowiskowo-klimatyczny pakiet 3 Ochrona cennych siedlisk. W procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć ARiMR, organizacje ekologiczne, Samorządy Regionalne.

## **2. OBSZAR II**

## **NAWOŻENIE**

### **PRAKTYKA NR 10**

### **PRECYZYJNE NAWOŻENIE ZMNIJSZENIE ZUŻYCIA MINERALNYCH NAWOZÓW AZOTOWYCH**

#### **Opis praktyki:**

W wyniku stosowania nawozów azotowych w produkcji roślinnej do atmosfery przedostają się tlenki azotu ( $\text{NO}_x$  -  $\text{NO}$  +  $\text{NO}_2$ ), amoniak ( $\text{NH}_3$ ) oraz tlenek diazotu

(N<sub>2</sub>O). Zmniejszenie rozprzestrzeniania się w środowisku związków azotu, zwłaszcza ich gazowych form oraz azotanów w głąb gleby, do wód gruntowych i powierzchniowych, może być skuteczne w warunkach dostosowania dawek nawozów azotowych do możliwości włączenia N w związki organiczne przez rośliny uprawne w agroekosystemach.

Najważniejszymi działaniami w zakresie ograniczania dyspersji azotu ze źródeł rolniczych są:

- Dostosowanie dawek mineralnych nawozów azotowych do możliwości produkcyjnych agroekosystemów i roślin uprawnych,
- Określenie warunków i okresów, kiedy stosowanie nawozów azotowych jest zabronione,
- Uzależnienie pojemności zbiorników od masy i objętości przechowywanych nawozów naturalnych.

Odbywa się to między innymi poprzez stosowanie zasad DOBREJ PRAKTYKI ROLNICZEJ w zakresie gospodarki i zarządzania mineralnymi składnikami pokarmowymi roślin (Nutrient Management), zwłaszcza azotem [Dickie i in. 2014, Domingo i in. 2014, Duer i in. 2004].

Działania powyższe powinny uwzględniać nie tylko migrację związków azotu z rolnictwa do wód, ale także ochronę użytków rolniczych, powietrza, krajobrazu, zachowania bioróżnorodności, utrzymania należytej infrastruktury na obszarach wiejskich oraz generalnie rzecz ujmując środowiskowe zarządzanie gospodarstwem rolnym zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. W praktyce nowoczesnego, wysoce efektywnego rolnictwa zasadniczym zadaniem dla produkcji roślinnej staje się dostosowanie zużycia m. in. nawozów naturalnych i mineralnych azotowych do potrzeb pokarmowych roślin i produkcyjnych agroekosystemów poprzez ich efektywniejsze wykorzystanie [Cameron i in. 2013].

### **Ograniczenia rolniczego wykorzystania nawozów azotowych:**

Restrykcje wykorzystywania nawozów azotowych w rolnictwie dotyczą w szczególności stosowania na terenach o dużym nachyleniu (powyżej 10%), gdzie proponuje się:

- Dzielić dawki nawozów azotowych tak, aby jednorazowo nie przekraczały 100 kg N ha<sup>-1</sup>,
- Stosować nawozy azotowe dogłębowo lub wymieszać z glebą w ciągu 4 godz. od zastosowania, najpóźniej następnego dnia,
- Pogłównie nawożenie roślin stosować w okresie największej dynamiki pobierania azotu przez rośliny.

Poza tym zabrania się stosowania nawozów azotowych i zawierających azot na glebach nasyconych wodą, zalanych, zamrzniętych lub pokrytych śniegiem z

uwagi na zwiększone prawdopodobieństwo bezpośredniego przenikania N do wód powierzchniowych, lub zmycia powierzchniowego, nawet przy nachyleniu znacznie mniejszym niż 10%.

Stosowanie nawozów azotowych i zawierających azot na użytkach rolniczych w pobliżu wód powierzchniowych jak: jeziora i zbiorniki wodne, ciek i rowy odprowadzające nadmiary wody, ujęć wody, obszarów morskich i pasa nadbrzeżnego powinno być traktowane ze szczególną ostrożnością przy zachowaniu odpowiednich odległości: od 5 m od brzegu w przypadku nawozów naturalnych stałych (obornika) poprzez 10 m w przypadku gnojowicy i gnojówki, do 20 m pozostałych nawozów zawierających azot mineralny. Strefy ochronne wokół ujęć wody pitnej precyzyjnie określają sposób wykorzystania gruntów, a zwłaszcza stosowanie nawozów i środków ochrony roślin.

### **Określanie maksymalnych dawek mineralnych nawozów azotowych:**

W gospodarstwach towarowych o powierzchni przeznaczonej na produkcję roślinną powyżej: 100 ha upraw rolniczych, 50 ha upraw warzywniczych lub prowadzących produkcję zwierzęcą w skali roku powyżej 60 DJP (Duża Jednostka Przeliczeniowa) należy opracować plan nawożenia azotem. Plan taki powinien być przygotowany corocznie i dotyczyć każdego pola. Ilość azotu wprowadzona z nawozami naturalnymi (obornik, gnojowica, gnojówka) nie może przekroczyć dawki 170 kg N ha<sup>-1</sup> rocznie. W przypadku nadwyżki azotu z nawozów naturalnych wynikającej z tego ograniczenia, co może się zdarzyć w fermach bazujących głównie na paszach zakupionych w innych gospodarstwach lub przemysłowych, nadmiar nawozów naturalnych należy zbyć i posiadać potwierdzenie tego faktu odpowiednią umową kupna-sprzedaży.

W gospodarstwach o mniejszej skali produkcji, gdzie nie ma obowiązku opracowania planu nawożenia, dawki nawozów azotowych powinny wynikać z zasad racjonalnego nawożenia uwzględniającego: wielkość spodziewanego plonu w danym agroekosystemie, pobranie azotu przez plon wyniesiony z powierzchni pola oraz inne źródła azotu w glebie.

Zarówno w gospodarstwach prowadzących planową gospodarkę nawozową, jak i nieposiadających obowiązku sporządzania planu nawożenia, istnieje konieczność prowadzenia dokumentacji nawożenia obejmującej:

- terminy stosowania nawozów azotowych,
- rodzaj stosowanych nawozów,
- wielkość dawki [kg N ha<sup>-1</sup>],
- termin wprowadzenia nawozu naturalnego do gleby,
- wielkość plonu rośliny uprawnej wyniesionego z pola.

Dawki azotu zbliżone dla danej rośliny do maksymalnych powinny być stosowane w warunkach przestrzegania wysokiej kultury rolniczej oraz prowadzenia plantacji według nowoczesnych technologii uprawy na

kompleksach przydatności rolniczej dobrych i średnich (kompleksy – 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11), na których możliwe jest uzyskiwanie wysokich plonów (tab. 2).

Niekiedy w warunkach pozwalających na uzyskanie średnich plonów podstawowych roślin uprawnych, w polskich gospodarstwach prowadzonych przez profesjonalistów można osiągać blisko dwukrotne ich podwyższenie. W takich gospodarstwach najczęściej stosuje się również zdecydowanie wyższe nawożenie, zwłaszcza azotowe, i w takich przypadkach ograniczenia nawożenia mineralnego, w tym szczególnie zmniejszenie zużycia mineralnych nawozów azotowych przez ich efektywniejsze wykorzystanie, jest szczególnie uzasadnione. Dolne wartości dawek azotu zalecane są na glebach słabszych, na których możliwy do uzyskania plon jest zdecydowanie niższy. Odejście od tych zasad albo nie pozwoli na uzyskanie optymalnych ilościowo i jakościowo plonów (słaba efektywność wykorzystania naturalnych zasobów środowiska), albo może skutkować zagrożeniem dla środowiska (eutrofizacja) i emisją do atmosfery zwiększonej ilości gazów cieplarnianych (GHG).

### **Potencjał redukcyjny:**

Zmniejszenia zużycia mineralnych nawozów azotowych może sięgać 20 – 30% stosowanych dawek. Daje to efekt zmniejszenia kosztów nawożenia o około 180 – 230 zł na hektar. Ograniczenie dyspersji azotu z agroekosystemu w postaci  $N_2O$  w wyniku zmniejszenia dawek nawozów azotowych może sięgać 0,75 kg z hektara.

### **Ocena potencjału redukcji:**

Mitygacja emisji  $N_2O$  z hektara może osiągnąć poziom 30% stanu sprzed ograniczenia nawożenia azotem (tab. 11).

### **Koszty wdrożenia:**

Zmniejszenie zużycia mineralnych nawozów azotowych przez ich efektywniejsze wykorzystanie może dać efekt zmniejszenia kosztów tylko nawożenia o około 180 – 230 zł na hektar. Dodać do tego należy kosztową ocenę efektów środowiskowych, która jest trudna do precyzyjnego określenia.

### **Możliwość aplikacji:**

Wdrożenie działań mających na celu ograniczenie nawożenia azotowego ma największe możliwości w gospodarstwach z prowadzoną na dużą skalę produkcją zwierzęcą, gdzie nawozy naturalne stosowane w dużych ilościach pokrywają niejednokrotnie w całości potrzeby pokarmowe roślin, a mimo to stosowane są jeszcze w znacznych ilościach nawozy azotowe mineralne. W takich przypadkach możliwość aplikacji należy ocenić jako łatwą. Należy jeszcze dodać fakt, że wykorzystanie azotu z nawozów naturalnych, zwłaszcza obornika trwa przez około 3 lata, a w planowaniu nawożenia uwzględnia się tylko działanie przez jeden rok.

## **Konsekwencje wdrożenia:**

Zmniejszenie zużycia mineralnych nawozów azotowych przez ich efektywniejsze wykorzystanie i określenie maksymalnych dawek azotu [ $\text{kg N ha}^{-1}$ ] ze wszystkich źródeł proponowane dla upraw w plonie głównym, uwzględniające produktywność agroekosystemów oraz kompleksy przydatności rolniczej przyniosą pozytywne efekty środowiskowe i ekonomiczne. Zostanie przede wszystkim ograniczona dyspersja związków azotu z rolnictwa do:

- atmosfery, gdzie amoniak ( $\text{NH}_3$ ), tlenek diazotu ( $\text{N}_2\text{O}$ ) i tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ ) mogą wpływać m.in. na globalne ocieplenie, zubożenie warstwy ozonowej czy powstawanie opadów zakwaszających,
- hydrosfery, w której stymulują eutrofizację, pogarszają jakość wód, a podczas przemieszczania się mogą stanowić źródło  $\text{N}_2\text{O}$ ,
- ekosystemów lądowych, gdzie mogą zwiększać ich trofię i zakwaszenie oraz nasilać mineralizację glebowej substancji organicznej.

Ograniczone i ukierunkowane stosowania nawozów zmniejszy ich negatywny wpływ na dziko żyjące gatunki, co korzystnie wpłynie na bioróżnorodność. „Zrównoważona intensyfikacja” pozwoli na zwiększenie wydajności gruntów rolnych z zachowaniem jak największej ilości usług ekosystemowych. Mniejsze zapotrzebowanie na nawozy wpłynie także na redukcję stałych, ciekłych i gazowych zanieczyszczeń emitowanych przez zakłady produkujące nawozy mineralne. Korzystne oddziaływanie tej praktyki na jakość środowiska poprawi warunki zdrowotne i zmniejszy koszty ochrony zdrowia.

Należy przy tym pamiętać, że efektywniejsze wykorzystanie nawozów mineralnych może przyczynić się do poprawy stanu środowiska i zmniejszenia kosztów produkcji roślinnej, wymaga jednak akceptacji społecznej, odpowiedniej wiedzy („more knowledge per hectare”) i środków pomocnych w zarządzaniu nutrientami na poziomie pola i gospodarstwa. Nadmierne (niedostosowane do potrzeb nawozowych agroekosystemów) obniżenie dawek nawozów azotowych może skutkować spadkiem wielkości i/lub jakości plonów roślin uprawnych.

## **Możliwość szacowania:**

Badania monitoringowe emisji gazów cieplarnianych ze źródeł rolniczych w Polsce powinny dokonywać posiadające akredytację laboratoria Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych, Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska oraz uniwersytetów przyrodniczych i instytutów badawczych z zakresu nauk rolniczych i ochrony środowiska.

**Sposób wdrożenia i promocji:** Wdrożenie praktycznych rozwiązań mających na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie poprzez ograniczenie dawek nawozów może odbywać się w ramach WPR (filary I i II). W

procesie tym powinny aktywnie uczestniczyć Wojewódzkie Ośrodki Doradztwa Rolniczego poprzez:

- współpracę z nauką i techniką w tworzeniu innowacji postępu rolniczego,
- upowszechnianie informacji o innowacjach postępu,
- upowszechnianie wiedzy o innowacjach rolniczych,
- wprowadzenie innowacji do praktyki w gospodarstwach rolnych i domowych.

Proponowana praktyka pozytywnie wpłynie na wdrożenie między innymi Dyrektywy azotanowej, Dyrektywy w sprawie krajowych poziomów emisji dla niektórych rodzajów zanieczyszczenia powietrza, Ramowej dyrektywy wodnej i Dyrektywy siedliskowej.

Literatura:

Borzęcka-Walker M., Faber A., Jarosz Z., Syp A., Pudełko R., 2013a: Greenhouse gas emissions from rape seed cultivation for FAME production in Poland. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1): 1064-1068.

Borzęcka-Walker M., Faber A., Pudełko R., Jarosz Z., Syp A., Kozyra J., 2013b: Optimisation and risk analysis of greenhouse gas emissions depending on yield and nitrogen rates in rapeseed cultivation. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11 (3&4): 1002-1004.

Buckingham S. Anthony S., Bellamy P.H., Cardenas L.M., Higgins S., McGeough K., Topp C.F.E., 2014: Review and analysis of global agricultural N<sub>2</sub>O emissions relevant to the UK. *Science of the Total Environment* 487, 164-172.

Cameron K.C., Di H.J., Moir J.L., 2013: Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Ann Appl Biol* 162, 145-173.

Dickie A., Streck C., Roe S., Zurek M., Haupt F., Dolginow A., 2014: Strategies for mitigating climate change in agriculture: Abridged Report. Climate Focus and California Environmental Associates, prepared with the support of the Climate and Land Use Alliance, 87 ss.

Domingo J., De Miguel E., Solagro B.H, Métayer N., Bochu J.-L., Pointereau P., 2014: Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from EU agriculture. Directorate-General for Internal Policies Policy Department B: Structural and Cohesion Policies, Agriculture and Rural Development. European Parliament, IP/B/AGRI/IC/2013154, ss. 29.

Duer I., Fotyma M., Madej A., 2004: Kodeks dobrej praktyki rolniczej. MRiRW, MŚ, ss. 96.

Faber A., Jarosz Z., 2006: Emisja gazów cieplarnianych na poziomie gospodarstwa. *Fragm. Agron.*, 4.

Faber A., 2001: Emisja gazów cieplarnianych oraz retencjonowanie węgla przez rolnictwo. *Frag. Agron.*, 4 (72).

Krasuska E., Pudełko R., Faber A., Jarosz Z., Borzęcka-Walker M., Syp A., Kozyra J., 2013: Optimization and risk analysis of greenhouse gas emissions depending on yield and nitrogen rates in winter wheat cultivation. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11 ( 3,4), 2217-2219.

## **PRAKTYKA NR 11**

## **NAWOZOWE STOSOWANIE INHIBITORÓW NITRYFIKACJI**

### **Opis praktyki:**

Wprowadzony do gleby azot w postaci nawozów naturalnych i mineralnych ulega skomplikowanym przemianom: ze związków organicznych do azotu amonowego i dalej w wyniku nitrifikacji do azotanów lub podczas denitryfikacji do tlenku diazotu lub azotu cząsteczkowego. Tlenki azotu ( $\text{NO}_x$  –  $\text{NO}$  i  $\text{NO}_2$ ) oraz tlenek diazotu  $\text{N}_2\text{O}$  powstają w glebach przede wszystkim podczas nitrifikacji /denitryfikacji. O ile procesy utleniania (nitrifikacji) są najczęściej głównym źródłem tlenków azotu  $\text{NO}_x$ , to w czasie procesów redukcji powstaje przede wszystkim tlenek diazotu  $\text{N}_2\text{O}$  [Farquharson i Baldock 2008, Mørkved i in. 2007, Szarlip i in. 2010].

W praktyce proponuje się stosowanie nawozów zawierających dodatek inhibitorów nitrifikacji [Mørkved i in.2007, Olesen i in. 2010]. Związki te blokują czasowo aktywność bakterii *Nitrosomonas*, czego efektem jest znaczne ograniczenie wymywania azotu oraz wydłużona w czasie dostępność tego składnika. Rośliny nawożone z inhibitorami nitrifikacji otrzymują głównie azot w formie amonowej, co ogranicza zawartość azotanów w glebie i ich wymywanie w głąb gleby oraz zmniejsza stężenie  $\text{N-NO}_3$  w roślinach i wpływa pozytywnie na większość parametrów jakościowych plonu. Inhibitory nitrifikacji zawarte w nawozach azotowych np. (3,4-dimetylopyrazolfosfat, w skrócie DMPP) stabilizują w środowisku glebowym formę  $\text{NH}_4^+$ , poprzez blokowanie działania bakterii z rodzaju *Nitrosomonas*, biorących udział w procesie nitrifikacji. Równocześnie DMPP nie wpływa na funkcjonowanie bakterii *Nitrobacter* spp., powodujących utlenienie formy azotanowej(III) ( $\text{N-NO}_2$ ) do azotanowej(V) ( $\text{N-NO}_3$ ). W związku z dużą odpornością azotu amonowego na wymywanie, nawozy te szczególnie polecane są na stanowiska słabe o lekkiej i przepuszczalnej glebie.

Oprócz sterowania, zarządzania procesami nitrifikacji/denitryfikacji szuka się innych sposobów regulacji procesów nitrifikacji poprzez dodawanie do mocznika lub innych nawozów azotowych zawierających azot w formie amidowej inhibitorów urolizy. Inhibitor to związek chemiczny powodujący zahamowanie bądź spowolnienie reakcji chemicznej, a w tym konkretnym przypadku chodzi o



ureazę, enzym odpowiedzialny za hydrolizę mocznika i ewentualne straty azotu z gleby. Badania Winiarskiego [1990] nad ograniczeniem strat azotu  $\text{NH}_3$  z mocznika poprzez stosowanie inhibitorów urolizy dowiodły, że ulatnianie się amoniaku w przypadku mocznika są na poziomie 40-50%, a w przypadku saletry amonowej wynoszą 8-10%. Zastosowanie inhibitorów urolizy zmniejsza hydrolizę mocznika i tempo powstawania amoniaku oraz jego wolatylizację a także może ograniczać nityfikację w wyniku mniejszej ilości substratu do tego procesu w glebie [Watson 2000].

### **Potencjał redukcyjny:**

Ograniczenie emisji tlenu diazotu ( $\text{N}_2\text{O}$ ) w wyniku stosowania inhibitorów nityfikacji są znaczące.

### **Ocena potencjału redukcji:**

Zastosowanie inhibitorów nityfikacji może przyczynić się do ograniczenia emisji tlenu diazotu  $\text{N}_2\text{O}$  o około 80%, jednak w praktyce rolniczej w Polsce technologia ta dotychczas jest stosowana w małym stopniu.

### **Koszty wdrożenia:**

Wdrożenie praktyki nawozowego stosowania inhibitorów nityfikacji pociągnie za sobą znaczący wzrost kosztów nawożenia z uwagi na małe upowszechnienie technologii produkcji i stosowania takich nawozów.

### **Możliwość aplikacji:**

Możliwość aplikacji tej praktyki jest co prawda możliwa, ale trudna do realizacji, zwłaszcza w krótkim przedziale czasowym.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Stosowanie inhibitorów nityfikacji stanowi jeden z czynników wpływających na efektywniejsze wykorzystanie nawozów. Należy jednak zaznaczyć, że w przypadku stosowania nawozów azotowych zawierających amonową lub amidową formę azotu z dodatkiem inhibitorów nityfikacji może niekiedy dochodzić do ograniczenia mobilności azotu w glebie, jego słabszego wykorzystania przez rośliny i nasilenia strat tego składnika (gazowych i poprzez wymywanie). Dotyczy to zwłaszcza nawożenia pogłównego i obecnie coraz częściej występujących warunków związanych z ekstremalnymi zjawiskami atmosferycznymi – na przemian pojawiających się okresów suszy i obfitych opadów prowadzących do podtopień i powodzi. Wprowadzenie tej praktyki może spowodować wzrost kosztów nawożenia.

### **Możliwość szacowania:**

1. Badania monitoringowe emisji gazów cieplarnianych.

2. Ocena potencjału redukcji w wyniku zmniejszenia zużycia mineralnych nawozów, w tym zwłaszcza azotowych oraz racjonalnego stosowania nawozów naturalnych profesjonalistów zajmujących się chemią rolną i środowiskową oraz nawożeniem roślin.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrożenie nawozowego stosowania inhibitorów nityfikacji może odbywać się w ramach WPR (filar I i II). Promocją tej praktyki powinni zająć się producenci nawozów azotowych oraz Wojewódzkie Ośrodki Doradztwa Rolniczego. Proponowana praktyka pozytywnie wpłynie na wdrożenie między innymi Dyrektywy azotanowej, Dyrektywy w sprawie krajowych poziomów emisji dla niektórych rodzajów zanieczyszczenia powietrza, Ramowej dyrektywy wodnej i Dyrektywy siedliskowej.

### **Literatura:**

Cameron K.C., Di H.J., Moir J.L., 2013: Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Ann Appl Biol* 162, 145-173.

Farquharson R., Baldock J., 2008: Concepts in modelling N<sub>2</sub>O emissions from land use. *Plant Soil* 309, 147-167.

Krasuska E., Pudełko R., Faber A., Jarosz Z., Borzęcka-Walker M., Syp A., Kozyra J., 2013: Optimization and risk analysis of greenhouse gas emissions depending on yield and nitrogen rates in winter wheat cultivation. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11 ( 3,4), 2217-2219.

Mazur. T., Mazur Z., Górlach E., Kalembasa S., Łoginow W., 1991: Azot w glebach uprawnych. PWN, Warszawa, 55-121.

Mørkved P.T., Dörsch P., Bakken L.R., 2007: The N<sub>2</sub>O product ratio of nitrification and its dependence on long-term changes in soil pH. *Soil Biology & Biochemistry* 39, 2048–2057.

Olesen J.E., Trnka M., Kersebaum K.C., Skjelvag A.O., Seguin B., Peltonen-Sainio P., Rossi F., Kozyra J., Micale F., 2010: Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34, 96-112.

Page K.L., Allen D.E., Dalal R.C., Slattery W., 2009: Processes and magnitude of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O fluxes from liming of Australian acidic soils: a review. *Australian Journal of Soil Research* 47, 747-762.

Sapek A., 2008: Emisja tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) z gleb uprawnych i ekosystemów naturalnych do atmosfery. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 8,1, 283-304.

Snyder C.S., Davidson E.A., Smith P., Venterea R.T., 2014: Agriculture: sustainable crop and animal production to help mitigate nitrous oxide emissions. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 9-10, 46-54.

Szarlip P., Włodarczyk T., Brzezińska M., Gliński J., 2010: Production and Uptake of Nitrous Oxide as Affected by Soil Conditions. Acta Agroph., Rozprawy i Monografie, ss. 66.

Watson, C.J., 2000: Urease activity and inhibition – principles and practice. Proceedings 454, International Fertiliser Society, York, UK. pp 40.

Winiarski A. 1990: Badania nad ograniczeniem strat azotu z mocznika poprzez stosowanie inhibitorów urolizy wyd. IUNG Puławy, ss. 123.

## **PRAKTYKA NR 12**

## **DOGLEBOWA APLIKACJA NAWOZÓW NATURALNYCH**

### **Opis praktyki:**

Nawozy naturalne stanowią cenne źródło substancji organicznej oraz składników pokarmowych, jednak szczególnie w przypadku intensywnej produkcji zwierzęcej mogą także stwarzać problemy środowiskowe. Równoczesne wprowadzenie do gleby łatwo dostępnego azotu i węgla wzmacnia m.in. procesy denitryfikacji, a tym samym emisję  $N_2O$ , nasila również wymywanie azotanów oraz ulatnianie  $NH_3$ , tj. powstawanie emisji pośrednich  $N_2O$ .

Za najbardziej efektywną strategię ograniczenia gazowych emisji azotu w postaci amoniaku, w trakcie lub po zastosowaniu nawozu naturalnego, uważa się skrócenie czasu jego przebywania na powierzchni pola, co jest osiągnięte głównie poprzez:

- bezpośrednie wprowadzenie płynnego nawozu pod powierzchnię gleby, dzięki wykorzystywaniu aplikatorów ograniczających emisję amoniaku, co zmniejsza jego powierzchnię narażoną na działanie powietrza,
- rozlewanie gnojowicy jak najbliżej powierzchni gleby, bezpośrednio w łan roślin z zastosowaniem ciągniętych węży i ciągniętych płóc lub redlic (następuje wówczas absorpcja  $NH_3$  przez liście roślin i korzenie, zmiana mikroklimatu wewnątrz łanu, obserwuje się także mniejszą powierzchnię ekspozycji gnojowicy),
- natychmiastowe wymieszanie nawozu z glebą po nawożeniu, a w przypadku obornika przykrycie większej części nawozu z wykorzystaniem orki, bronowania lub kultywatorowania (wraz ze zwiększeniem głębokości umieszczenia nawozu w glebie straty maleją) (tab. 2) [Domingo i in. 2014, Pietrzak 2012].

Nawozy naturalne należy rozprowadzać wyłącznie przy użyciu sprawnego technicznie sprzętu, dostosowanego do danego typu nawozów, w okresie chłodnym, bezwietrznym i wilgotnym. Podczas użytkowania maszyn należy stale

monitorować precyzję i równomierność aplikacji oraz zgodność z planowanymi dawkami (maksymalnie 170 kg N ha<sup>-1</sup>). Niestety działania, które prowadzą do ograniczenia wolatylizacji amoniaku niejednokrotnie wzmagają bezpośrednią emisję N<sub>2</sub>O. W związku z tym niektórzy badacze proponują utrzymywanie optymalnego pH gleb, unikanie aplikacji nawozów naturalnych przed deszczem (wilgoć sprzyja tworzeniu się N<sub>2</sub>O), stosowanie ich w terminie wiosennym, rozcieńczanie gnojowicy, mechaniczne jej frakcjonowanie, a nawet całkowitą rezygnację z nawożenia organicznego na rzecz nawozów mineralnych (ograniczenie emisji N<sub>2</sub>O o 40%).

### **Potencjał redukcyjny:**

Poprawa technik aplikacji nawozów naturalnych pozwala na znaczne ograniczenie emisji amoniaku. W przypadku aplikacji pasmowej zmniejszenie emisji wynosi od 10 do 70% (tab. 2); dogłębowe wtryskiwanie obniża emisję NH<sub>3</sub> o 70-90%. Szybkie wymieszanie nawozów naturalnych z glebą umożliwia zmniejszenie strat amoniaku nawet o 60-90%. Jednocześnie większe ilości azotu dostające się do gleby nasilają straty tego składnika poprzez emisję bezpośrednią N<sub>2</sub>O (o 0,0125 kg N-N<sub>2</sub>O na każdy dodatkowy kilogram N-NH<sub>3</sub> pojawiający się w glebie). Stąd potencjalna redukcja GHG wynika przede wszystkim z faktu, że niższe emisje amoniaku, przyczyniające się do lepszego wykorzystania N z nawozów naturalnych, redukują zapotrzebowanie na nawozy mineralne i emisje gazów cieplarnianych związanych z ich produkcją. Oceniono, że pozwoli to w ciągu roku ograniczyć emisje GHG (N<sub>2</sub>O i CO<sub>2</sub>) w Polsce o 14,3 tys. ton - 64,5 tys. ton CO<sub>2</sub> eq.

### **Ocena potencjału redukcji:**

Brak danych (emisje GHG podczas produkcji nawozów mineralnych nie są uwzględniane w inwentaryzacji gazów cieplarnianych przez KOBIZE).

### **Koszty wdrożenia:**

Koszty wdrożenia są związane z adaptacją istniejącego sprzętu (koszt aplikatorów) – 5000 – 15000 zł.

### **Możliwość aplikacji:**

Łatwa możliwość aplikacji. Nie są wymagane specjalne umiejętności rolników podczas użytkowania zaadaptowanego sprzętu. W niektórych gospodarstwach mogą wystąpić jednak trudności z wdrożeniem praktyki (tab.2). Poprawa technik aplikacji nawozów naturalnych dotyczy gospodarstw, które jeszcze tego nie dokonały, a stosują nawozy naturalne.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Z jednej strony ograniczenie strat azotu w postaci amoniaku zwiększa ryzyko nasilenia dyspersji tego składnika w postaci tlenku diazotu i azotanów (większa ilość azotu pozostaje w glebie i może podlegać procesom generującym N<sub>2</sub>O oraz

ulega wymywaniu; powstają także lokalne warunki beztlenowe). Ponadto poprawa technik aplikacji nawozów naturalnych redukuje emisję odorów, wpływa korzystnie na poprawę jakości wód, powietrza oraz zwiększenie bioróżnorodności ekosystemów.

### **Możliwość szacowania:**

Brak wystarczającej ilości kompleksowych badań polowych uwzględniających równocześnie wszystkie drogi dyspersji azotu po nawożeniu organicznym, utrudnia szacowanie emisji GHG i znalezienie „złotego środka mitygacyjnego”, szczególnie w polskich warunkach. Uwzględnienie tej praktyki wymagałoby zmian przy planowaniu nawożenia mineralnego, wprowadzenia korekt w metodyce inwentaryzacji gazów cieplarnianych, a możliwości rejestracji ilościowego jej wdrożenia byłyby trudne i wiązałyby się z koniecznością prowadzenia inspekcji.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wdrożenie proponowanej praktyki może odbywać się w ramach funkcjonującego Systemu Wzajemnej Zgodności (cross-compliance) zobowiązującego rolników do przestrzegania tzw. wymogów podstawowych w zakresie zarządzania oraz zasad dobrej kultury rolnej zgodnej z ochroną środowiska, jak również z wykorzystaniem środków II filara WPR.

### **Literatura:**

Dell C.J., Meisinger J.J., Beegle D.B., 2011: Subsurface application of manures slurries for conservation tillage and pasture soils and their impact on the nitrogen balance. *J Environ Qual* 40, 352-361.

Dickie A., Streck C., Roe S., Zurek M., Haupt F., Dolginow A., 2014: Strategies for mitigating climate change in agriculture: Abridged Report. Climate Focus and California Environmental Associates, prepared with the support of the Climate and Land Use Alliance, 87 ss.

Domingo J., De Miguel E., Solagro B.H., Métayer N., Bochu J.-L., Pointereau P., 2014: Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from EU agriculture. Directorate-General for Internal Policies Policy Department B: Structural and Cohesion Policies, Agriculture and Rural Development. European Parliament, IP/B/AGRI/IC/2013154, ss. 29

Hristov A. N., Oh J., Lee C., Meinen R., Montes F., Ott T., Firkins J., Rotz A., Dell C., Adesogan A., Yang W.Z., Tricarico J., Kebreab E., Waghorn G., Dijkstra J., Oosting S. 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production - a review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 2013, ss.206.

KOBiZE. 2014: Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2014. Inwentaryzacja gazów cieplarnianych w Polsce dla lat 1988-2012, ss. 373.

Mercik S., Moskal S., Stępień W., 1995: Emisja do atmosfery podtlenku azotu (N<sub>2</sub>O) z użytków rolnych w Polsce w aspekcie efektu cieplarnianego. Roczniki Gleboznawcze 46, 1/2, 135-148.

Pietrzak S., 2009: Dobre praktyki w zakresie ograniczania emisji amoniaku z nawozów. Wydawnictwo IMUZ, Falenty, ss. 13.

Pietrzak S., 2012: Priorytetowe środki zaradcze w zakresie ograniczania strat azotu i fosforu z rolnictwa w aspekcie ochrony jakości wody. Wydawnictwo ITP, Falenty, ss. 34.

Snyder C.S., Bruulsema T.W., Jensen T.L., Fixen P.E. 2009: Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agric Ecosyst Environ 133, 247-266.

Snyder C.S., Davidson E.A., Smith P., Venterea R.T., 2014: Agriculture: sustainable crop and animal production to help mitigate nitrous oxide emissions. Current Opinion in Environmental Sustainability 9-10, 46-54.

Tubiello F.N., Córdor-Golec R. D., Salvatore M., Piersante A., Federici S., Ferrara A., Rossi S., Flammini A., Cardenas P., Biancalani R., Jacobs H., Prasula P., Prosperi. P., 2015: Estimating greenhouse gas emissions in agriculture a manual to address data requirements for developing countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2015, ss. 180.

## **2. KIERUNEK**

## **PRODUKCJA ZWIERZĘCA**

### **2.1. OBSZAR I**

### **HODOWLA ZWIERZĄT**

#### **PRAKTYKA NR 13**

#### **POSTĘP HODOWLANY/WYDAJNOŚĆ/ POPULACJA KRÓW**

##### **Opis praktyki:**

Postęp hodowlany, a zwłaszcza selekcja dla pewnych cech, jak: wielkość żywca, poprawa strawności, szybsze przyrosty, skutkują mniejszą emisją z fermentacji jelitowej (0,2%/szt./rok CO<sub>2</sub>eq.) lub depozycji odchodów (1%/szt./rok CO<sub>2</sub>eq.). Mimo braku tak zmodyfikowanych programów hodowlanych w powszechnej praktyce, bardzo wiele wyników badań z ostatnich kilku lat wskazuje na duży potencjał tych metod. Dalsze badania w zakresie morfologii zawartości żywca stwierdziły istnienie strukturalnych różnic i zależności między fazą stałą, płynną i powietrzną zawartości żywca, zwierząt o wysokiej i niskiej

emisji CH<sub>4</sub>. Szybsze przejście materiału przez żwacz powoduje skrócenie czasu fermentacji substratu (Goopy i in., 2014). Obecnie możliwe jest wykorzystanie informacji genomowej do oszacowania wartości hodowlanej (EBV) dla CH<sub>4</sub> w kontekście nowoczesnych programów hodowlanych (Hristov i in., 2013a; Knapp i in., 2014; Pickering i in., 2015; Meuwissen i in., 2013; Hayes i in., 2013). Do tej pory opracowano kilka różnych modeli i wskaźników do prognozowania dla celów hodowlanych produkcji CH<sub>4</sub> u przeżuwaczy. (Cost Action Methagene, 2013). Niektóre z nich wdrażane są w postaci projektów do praktyki produkcyjnej (EIP, 2019; Beef and Livestock New Zealand, 2019; National Livestock Methane Program NLMP). Na drodze stałej poprawy produktywności i płodności krów od 25 lat obserwowany jest spadek pogłowia i odpowiadający mu wzrost wydajności mlecznej.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

0,2%/szt./rok, 5,73 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok łącznie 3% do 2030 r. W przeliczeniu na 1 kg mleka redukcja 7%.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

1.

### **Koszty wdrożenia:**

Praktyka bezkosztowa, proces samoistny, towarzyszący postępowi hodowlanemu.

### **Możliwość aplikacji:**

Aplikacja praktyki łatwa.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Wzrost skali i koncentracji produkcji zwierzęcej, który to proces i tak następuje z przyczyn niezależnych od zmian klimatu, głównie ekonomicznych. Wprowadzi on konsekwencje w zakresie ochrony środowiska na obszarach dużych ferm przemysłowych. Brak konsekwencji dla innych obszarów niż rolnictwo.

### **Możliwość szacowania:**

Bardzo łatwa, poprzez liczebność pogłowia ARMIR, GUS, KASHUE. Aktualnie szacowana pośrednio poprzez liczebność populacji. Praktyka częściowo uwzględniana przez KOBiZE, chociaż nie literalnie, lecz na drodze zmian pogłowia oraz stosowania odmiennych wskaźników emisji w zależności od wydajności oraz strawności paszy.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Brak konieczności, gdyż proces zachodzi samoczynnie z racji dążenia do poprawy efektywności produkcji. W celu przyspieszenia zmian, możliwa

promocja wśród związków hodowlanych odpowiedzialnych za postęp hodowlany oraz zmiana algorytmu szacowania wartości hodowlanej.

Literatura:

Dillon, P., Berry, D.P., Evans, R.D., Buckley, F., Horan, B., 2006. Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livestock Science*, 99:141-158.

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Garnsworthy, P.C., 2004. The environmental impact of fertility in dairy cows: a modelling approach to predict methane and ammonia emissions. *Animal Feed Science and Technology*, 112, 211-223.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323.

## **PRAKTYKA NR 14**

## **SKRÓCENIE DŁUGOŚCI OPASU BYDŁA MIĘSNEGO**

### **Opis praktyki:**

Skrócenie długości opasu związane ze świadomą selekcją, ewentualnie krzyżowaniem ras w celu zwiększenia przyrostów masy ciała i wykorzystania paszy. Docelowa masa ubojowa uzyskiwana jest w krótszym czasie skracającym okres cyklu życiowego, a więc i ilość emitowanych gazów.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

7 %, 200,67 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

1.

### **Koszty wdrożenia:**

Związane głównie z koniecznością uzyskania odpowiednich linii handlowych zwierząt, bądź z korektą programów hodowlanych, sprowadzające się do działań



administracyjnych. Prawdopodobne obniżenie kosztów opasu do 18%, co uatrakcyjni linie dla hodowców.

#### **Możliwość aplikacji:**

Stosunkowo łatwa, lecz wymagająca minimum 5 letniego okresu pracy hodowlanej i dalszych 5 lat upowszechniania na rynku. Efekt ograniczony ze względu na aktualny ekstensywny sposób opasu krajowego bydła mięsnego, dyktowany niskimi cenami skupu. W takich warunkach lepiej sprawdzają się rasy prymitywne (rodzime) lepiej produkujące w oparciu o kiepskie środowisko i żywienie.

#### **Konsekwencje wdrożenia:**

Zagrożenie dla atrakcyjności ras rodzimych (konieczność zwiększenia dopłaty). Możliwe uzyskiwanie niższych kwot za niższą masę ciała zwierzęcia. Brak konsekwencji dla innych obszarów niż rolnictwo.

#### **Możliwość szacowania:**

Bardzo łatwa, poprzez liczebność pogłowia w związkach hodowców, bądź poprzez informacje o liczbie sprzedanych zwierząt z centrów hodowli/hybrydyzacji. Docelowo KOBiZE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania. Pośrednio, poprzez ujęty stan pogłowia bydła mięsnego – skrócenie wpłynie na redukcję pogłowia w danym momencie, lecz w skali roku, może nie ulec zmianie i rejestracji w istniejącym systemie.

#### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Konieczność wzrostu popytu wołowiny, skutkująca większą atrakcyjnością chowu w gospodarstwach. Po części spełnione przez aktualny PROW i dopłaty do chowu bydła, lecz bez wyznaczania długości opasu. Aktualnie brak jest działań o podobnym charakterze.

#### **Literatura:**

Bell, M.J, and Roberts, D.J., 2007. Effect of twinning on the feed intake, performance and health of dairy cows. *Livestock Science*; 107:274-281.

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. How can French agriculture contribute to reducing greenhouse gas emissions? Abatement potential and cost of ten technical measures. Summary of the study report, INRA (France), 92

## **PRAKTYKA NR 15**

## **SELEKCJA NA WYKORZYSTANIE/STRAWNOŚĆ PASZY PRZEZ ZWIERZĘTA MONOGASTRYCZNE**

### **Opis praktyki:**

Wykorzystanie paszy wiąże się pośrednio z emisją powodowaną przez uprawę bazy paszowej oraz ze strawnością związków azotu zawartych w dawce pokarmowej. Niestrawione związki azotu stanowią prekursorzy dla emisji  $N_2O$ . Również istotne będzie skrócenie cyklu życiowego tuczników i brojlerów, a przez to ograniczenie emisji oraz kosztów produkcji. Wykorzystanie paszy jest jednym z elementów programów hodowlanych w różnych krajach, lecz do tej pory nie było szerzej uwzględniane w krajowej hodowli świń. Ośrodki hybrydowe drobiu znajdują się zagranicą.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

1,0 % rocznie dla świń 1,9 kg  $CO_2$  eq./szt./rok, 1,2% , 0,07 kg  $CO_2$  eq./szt./rok dla drobiu.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

1.

### **Koszty wdrożenia:**

Bez dodatkowych kosztów, proces samoistny, towarzyszący postępowi hodowlanemu, atrakcyjny ze względu na niższe koszty produkcji (ok. 12% dla świń, 8% dla drobiu).

### **Możliwość aplikacji:**

Teoretycznie bardzo łatwa, wymagająca jednak min. 5 lat dla świń i 2,5 roku dla drobiu na uzyskanie udoskonalonych reproduktorów. Praktycznie trudna do oszacowania ze względu na brak wypracowanych rozwiązań oraz sposobów współdziałania z hodowcą. Możliwy opór rolników przed przebudową stad. W

przypadku wprowadzenia odpowiednich zapisów w ustawie o rozrodzie i hodowli, możliwe szerokie i łatwe upowszechnienie, poprzez warunkowanie dofinansowania do działalności związków hodowców.

#### **Konsekwencje wdrożenia:**

Powiązane z rozpraszaniem azotu, korzystna synergia z kosztami produkcji. Zwiększenie strawności paszy, a przez to związków azotu, wpłynie korzystnie na stan środowiska naturalnego, obniżając rozpraszanie azotu. Konieczność modyfikacji receptur dla producentów pasz, co skutkować może wyższymi cenami mieszanek przemysłowych. Koszt ten może być zrekompensowany przez wyższe przyrosty masy ciała lub skrócenie długości okresu tuczu. Brak konsekwencji dla pozostałych gałęzi gospodarki.

#### **Możliwość szacowania:**

Na podstawie danych produkcyjnych lub informacji z centrów hodowlanych o liczbie sprzedanych zwierząt, ciężko osiągalna ze statystycznego punktu widzenia. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania. Pośrednio możliwe oddanie efektu techniki poprzez zmianę stosowanego wskaźnika strawności pasz w metodologii KOBiZE.

#### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Promowanie wśród związków hodowców i gremiów naukowych odpowiedzialnych za kształt indeksów hodowlanych. Zmiana algorytmu szacowania wartości hodowlanej. Aktualnie brak jest działań o podobnym charakterze.

#### **Literatura:**

Bues A., Preißel S., Reckling M., Zander P., Kuhlman T., Topp K., Watson C., Lindström K., Stoddard F., Bokern M., 2013. The environmental role of protein crops in the new common agricultural policy. Study for the European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Hansen, C.F., Sorensen G., Lyngbye M., 2007. Reduced diet crude protein level, benzoic acid and inulin reduced ammonia, but failed to influence odour emission from finishing pigs. *Livest. Sci.* 109:228–231.

Hassouna M, Robin P, Texier C, Ramonet Y, 2008. NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emission from pig-on-litter systems. *Green Pork Production*, ed. INRA, Paris, 25-27

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. How can French agriculture contribute to reducing greenhouse gas emissions? Abatement potential and cost of ten technical measures. Summary of the study report, INRA (France), 92

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. (2013). Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

## **PRAKTYKA NR 16**

## **DOBÓR RAS BYDŁA**

### **Opis praktyki:**

Poszczególne rasy bydła różnią się emisją CH<sub>4</sub> z fermentacji żwaczowej (jelitowej) jedynie na drodze fizjologii trawienia tego samego składu dawki pokarmowej. Praktyka polegać będzie na potwierdzeniu różnic rasowych i selekcji w obrębie ras, osobników o statystycznie niższej emisji metanu. Przykładowo, udowodniono różnice w emisji GHG między populacją amerykańskiego HF w stosunku do populacji nowozelandzkiej w wysokości 8-11% . W szeregu innych prac wykazano różnice na poziomie 6-11% EM przeznaczanej na emisje tego gazu (Maciel i in., 2019; Liu i in., 2017; Grobler i in., 2014; Fraser i in., 2014). Wbrew obiegowym opiniom prace te realizowano w oparciu o ujednoczone żywienie i produktywność, tak dla pastwiskowania, jak i żywienia TMR, czy PMR. Równie wiele publikacji wskazuje na inne, poza rasowe czynniki warunkujące emisje, czyli brak różnic rasowych (Flay i in., 2019; De Mulder i in., 2018; Duthie i in., 2017; Zhao i in., 2017), tak u różnych ras bydła mlecznego, mięsnego i owiec. Z pewnością badania te muszą być jeszcze pogłębione w celu rozwiania powstałych wątpliwości. W badania Edinburg University przeprowadzonych na 1016 krowach mlecznych w całej Europie w latach 2016-2019, stwierdzono, że co najmniej 50% zwierząt we wszystkich gospodarstwach miało tę samą grupę 500 drobnoustrojów jelitowych. Analiza genetyczna wykazała, że niewielka, ale duża liczba z nich była dziedziczna i

odgrywała kluczową rolę w określaniu emisji metanu. Widać stąd, że oprócz rasy byłaby, pod uwagę brać należy również rodzaj i gatunek mikroorganizmów.

#### **Potencjał redukcyjny GHG:**

25,0 % CH<sub>4</sub>, 622,95 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

#### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

2.

#### **Koszty wdrożenia:**

System dopłat w PROW 100 – 200 zł/szt./rok.

#### **Możliwość aplikacji:**

Trudna do oszacowania ze względu na brak wypracowanych rozwiązań oraz sposobów współdziałania z hodowlą. Możliwy opór rolników przed przebudową stad. W przypadku wprowadzenia odpowiednich zapisów w ustawie o rozrodzie i hodowli, możliwe szerokie i łatwe upowszechnienie, poprzez warunkowanie dofinansowania do działalności związków hodowców.

#### **Konsekwencje wdrożenia:**

Możliwe korzystne implikacje dla produktywności krów. Część energii brutto paszy może zostać przekierowana ze straty na cele produkcyjne i zwiększenie mleczności. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki. W kwestii środowiska naturalnego, możliwe pośrednie obniżenie rozpraszania azotu i fosforu.

#### **Możliwość szacowania:**

Poprzez kontrolę dopłat ARMIR i dalej przez KOBiZE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania, stąd niezbędne będzie albo opracowanie krajowej metodyki dla KOBiZE, albo powołanie odrębnego systemu do szacowania tylko redukcji.

#### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Jako jedno z działań programu rolno środowiskowego. Prowadzenie selekcji na mniejszą emisję metanu, albo zakup zwierząt o takiej cesze, stanowi dodatkowy koszt dla hodowcy. Promowanie wśród związków hodowców, gremiów naukowych odpowiedzialnych za kształt indeksów hodowlanych. Zmiana algorytmu szacowania wartości hodowlanej – dodatkowy indeks emisyjny. Aktualnie brak jest działań o podobnym charakterze.

#### **Literatura:**

Bell, M.J, and Roberts, D.J., 2007. Effect of twinning on the feed intake, performance and health of dairy cows. *Livestock Science*; 107:274-281.

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. (2013). Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Herarty, R. S., J. P. Goopy, R. M. Herd, McCorkell B., 2007. Cattle selection for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *J. Anim. Sci.* 85, 1479-1486.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. How can French agriculture contribute to reducing greenhouse gas emissions? Abatement potential and cost of ten technical measures. Summary of the study report, INRA (France), 92

## **PRAKTYKA NR 17**

## **ORGANIZACJA/REMONT STADA/DŁUGOWIECZNOŚĆ**

### **Opis praktyki:**

Zmniejszenie remontu stada podstawowego w tym brakowań i zachorowalności (poprawa zdrowotności) poprzez wydłużenie okresu użytkowania samic bez straty dla ich produkcyjności. Skutkiem jest ograniczenie liczby zwierząt hodowanych do remontu.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

15-18% 430 – 516 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

**Koszty wdrożenia:**

100 zł/szt./rok oraz do 50% redukcja kosztów remontu stada.

**Możliwość aplikacji:**

Średnio trudne w ramach działań PROW.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Poprawa dobrostanu zwierząt, obniżenie kosztów produkcji, spadek pogłowia bez zagrożeń dla bezpieczeństwa żywnościowego. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki i środowiska.

**Możliwość szacowania:**

Poprzez liczebność pogłowia, efekt szacowany obecnie w sposób pośredni w metodologii KOBiZE.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Wpłynięcie na gremia odpowiedzialne za krajowe programy hodowlane w celu szerszego uwzględnienia cech funkcjonalnych w owenie wartości hodowlanej. Ze względu na dodatkowe koszty zmiany w organizacji stad, konieczność upowszechnienia, jako osobnego działania PROW lub modyfikacji istniejących już dopłat o wymóg odpowiedniej struktury stada (długowieczne zwierzęta). Aktualnie brak jest działań o podobnym charakterze.

**Literatura:**

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. (2013). Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323

Moran, D., MacLeod, M., Wall, E., Eory, V., Pajot, G., Mathews, R., McVittie, A., Barnes, A., Rees, R.M., Moxley, A., Williams, A., Smith, P., 2008. UK Marginal Abatement Cost Curve for the Agriculture and Land Use, Land Use Change, and Forestry Sectors out to 2022, with Qualitative Analysis Options to 2050. UK Government's Committee on Climate Change.

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. How can French agriculture contribute to reducing greenhouse gas emissions? Abatement potential and cost of ten technical measures. Summary of the study report, INRA (France), 92.

## **2.2. OBSZAR II**

## **ŻYWIENIE ZWIERZĄT**

### **PRAKTYKA NR 18**

### **ZWIĘKSZENIE UDZIAŁU PASTWISKOWEGO ŻYWIENIA KRÓW**

#### **Opis praktyki:**

Mimo wyższej emisji GHG z żywienia krów trawą na pastwisku, łączny bilans takiej praktyki (w bilansie śladu węglowego), jest korzystniejszy, niż w przypadku żywienia kiszonką z kukurydzy lub wysłódków buraczanych.

#### **Potencjał redukcyjny GHG:**

40-50%, 1433,36 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

#### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

4.

#### **Koszty wdrożenia:**

20% niższy koszt żywienia, ok. 7% spadek wydajności mlecznej pod warunkiem poprawnego bilansowania dawek z wykorzystaniem tanich pasz energetycznych. Bez kosztów w ramach działań dobrowolnych związanych z dyrektywa azotanową lub obowiązkowych dla zazielenienia lub 0,3 zł/l mleka dla prywatnych systemów jakości lub 100 zł/szt./rok dla działań programu rolno środowiskowego.



**Możliwość aplikacji:**

Łatwa, poprzez możliwość odpisów w planach nawozowych lub gwarancję sprzedaży w systemach jakości lub udział w programie rolno środowiskowym.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Powiązanie zazielenienia z funkcją produkcji, redukcja obciążenia azotem TUZ w ramach planów nawozowych. Poprawa właściwości dietetycznych i prozdrowotnych mleka (witaminy, kwasy tłuszczowe) z pastwiskowego żywienia krów powinna mieć pozytywny aspekt na zdrowie publiczne. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki.

**Możliwość szacowania:**

W zależności od przyjętej aplikacji ARMIR (powiązanie dopłat do TUZ z informacją o liczbie pastwiskowanych zwierząt) lub centra certyfikacji (w przypadku wdrożenia systemu jakości produkcji opartego na żywieniu pastwiskowym), a następnie KASHUE. Niestety na obecnym etapie efekt redukcyjny nie do uchwycenia ze względu na brak uwzględnienia śladu węglowego w metodyce IPCC oraz wyższy współczynnik emisji podtlenku azotu z pastwiskowania. Konieczność modyfikacji metodyki KASHUE.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Szkolenia i materiały właściwe dla wybranego sposobu wdrożenia, w tym czynnik finansowy w postaci działania PROW, lub wyższej ceny skupu dla produkcji certyfikowanej. Aktualnie brak jest działań o podobnym charakterze.

**Literatura:**

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Eckard R.J., Grainger C., de Klein C.A.M, 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review *Livestock Science* 130, 47–56

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. (2013). Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and

Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO, 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. A Life Cycle Assessment, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Kuñling D.R, Menzi H., Sutter F., Lischer P. Kreuzer M., 2003. Ammonia, nitrous oxide and methane emissions from differently stored dairy manure derived from grass- and hay-based rations. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65: 13–22,

Lovett, D.K., Stack, L.J., Lovell, S., Callan, J., Flynn, B., Hawkins, M. O'Mara, F.P. 2005. Manipulating enteric methane emissions and animal performance of late lactation dairy cows through concentrate supplementation at pasture. *Journal of Dairy Science* 88, 2836-2842

Muetzel S., Wedlock D.N., 2011. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. *The Veterinary Journal* 188 (2011) 11–17

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. How can French agriculture contribute to reducing greenhouse gas emissions? Abatement potential and cost of ten technical measures. Summary of the study report, INRA (France), 92

de Klein, C. A. M., and Ledgard, S. F., 2005. Nitrous oxide emissions from New Zealand agriculture - key sources and mitigation strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 72: 77-85.

Waghorn, G. C. Clark, D. A., 2005. Greenhouse gas mitigation opportunities with immediate application to pastoral grazing for ruminants. *International Congress Series* 1293, 107-110.

## **PRAKTYKA NR 19**

## **WPROWADZENIE UDZIAŁU ROŚLIN STRĄCZKOWYCH/BOBOWATYCH W DAWKACH POKARMOWYCH BYDŁA I ZWIERZĄT MONOGASTRYCZNYCH**

### **Opis praktyki:**

Polega na zastąpieniu nasion soi oraz poekstrakcyjne śruty sojowej przez krajowe rośliny bobowate – np. groch, bobik, łubiny. Wykazano, że w przypadku trawienia składników pokarmowych dawek z udziałem bobowatych emisja metanu jest niższa niż dla dawek z udziałem soi. Przyczyna zjawiska nie jest do

końca potwierdzona, ale uważa się, że za taki stan odpowiedzialne są taniny obecne w bobowatych.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

15% , 430 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów, 28,56 430 – 516 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla świń, 8,37 430 – 516 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla drobiu.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

2.

### **Koszty wdrożenia:**

10% mniejszy koszt dawki pokarmowej, mechanizm rynkowy, brak kosztów lub ewentualna dopłata poprzez program rolno środowiskowy 100 zł/szt./rok

### **Możliwość aplikacji:**

W połączeniu z dopłatą do uprawy roślin bobowatych, jako drugi element czyli udział w dawce pokarmowej. W dłuższej perspektywie jako samoistny mechanizm rynkowy oparty na niższym koszcie żywienia (niższa cena krajowego surowca).

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Pozytywne, kumulatywny efekt uprawy i żywienia, obniżenie kosztów produkcji. Zastosowanie nasion roślin bobowatych pozwoli zastąpić importowaną poekstrakcyjną śrutę sojową, najczęściej z udziałem GMO, krajowymi gatunkami i odmianami. Niektóre z tych nasion powinny jednak zostać poddane zabiegom uzdatniania lub osłony preparatami enzymatycznymi. Dodatkowym aspektem uprawy roślin bobowatych będzie zwiększenie zasobności gleb w próchnicę i azot, pod warunkiem ograniczenia stosowania azotowych nawozów mineralnych do poziomu 100 kg/ha (powyżej tej dawki następuje zanik brodawek korzeniowych i przejście roślin na mineralne źródła azotu).

### **Możliwość szacowania:**

W ramach PROW – ARMIR lub z areалу upraw, KOBiZE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania (konieczność nowej metodologii lub osobnego systemu szacowania).

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Początkowa dopłata do żywienia zwierząt, a w miarę upowszechniania i dostępności surowca, poprzez niższą cenę surowca. Szkolenia i materiały związane z płatnościami. Specjalny program zachęt dla krajowych wytwórców pasz dla szerszego zastąpienia importowanej soi, krajowymi bobowatymi.

## Literatura:

Bellarby J., Tirado R., Leip A., Weiss F., Lesschen J.P., Smith P. 2012. Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe, *Global Change Biology*

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323

National Non – Food Crops Centre (NNFCC), 2010. A detailed economic assessment of the anaerobic digestion technology and its suitability to UK farming and waste systems. 10-010 report, The Anderson Centre, Melton Mowbray, Leicestershire.

Steinshamn H., 2010. Effect of forage legumes on feed intake, milk production and milk quality – a review. *Animal Science Papers and Reports* vol. 28, 3, 195-206

Schulte R., Donnellan T., 2012. A marginal abatement cost curve for Irish agriculture, Teagasc submission to the National Climate Policy Development Consultation, Teagasc, Oakpark, Carlow, Ireland

Waghorn, G.C. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production – progress and challenges *Journal of Feed science and Technology*.  
*Doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.09.013*).

**Opis praktyki:**

Wprowadzenie dodatku kwasów organicznych (np. fumarowego, akrylowego, benzooesowego), kieruje równowagę przemian biochemicznych zwłaszcza w stronę syntezy kwasu propionowego, redukując powstawanie octanów odpowiedzialnych za uwalnianie wodoru, służącego do syntezy metanu.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

5% CH<sub>4</sub>, 143,33 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

1.

**Koszty wdrożenia:**

10% wzrost kosztów żywienia krów, 50 zł/szt./rok dla płatności.

**Możliwość aplikacji:**

Łatwa, poprzez odpowiednie zapisy prawa paszowego, lub coss compliance.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Brak bezpośrednich doniesień, lecz z innych wyników badań wynika obawa o gorszą jakość mleka i jego przydatność dla uzyskiwania przetworów serowarskich, zwłaszcza przy przedawkowaniu dodatków – analogicznie do skutków żywienia kiszonkami. Możliwość zwiększenia zakresu produkcji dla krajowego przemysłu tłuszczowego. Dla innych gałęzi gospodarki oraz środowiska brak konsekwencji.

**Możliwość szacowania:**

Przy wprowadzeniu zapisów prawnych (obowiązek stosowania zawarty w prawie paszowym), możliwość odniesienia do całości populacji. W przypadku wsparcia w PROW, jako osobnego działania powiązanego z dopłatą, poprzez dane ARMIR i dalej przez KOBiZE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Poprzez zapisy w prawie paszowym, a dla dedykowanego działania PROW, szkolenia z udziałem służb doradztwa rolniczego (ODR-y) i materiały promocyjne (ulotki). Aktualnie brak podobnych działań i programów.

Literatura:

Bellarby J., Tirado R., Leip A., Weiss F., Lesschen J.P., Smith P. 2012. Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe, *Global Change Biology*

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323

Martin C., Morgavi D.P. Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4:3, 351–365

National Non – Food Crops Centre (NNFCC), 2010. A detailed economic assessment of the anaerobic digestion technology and its suitability to UK farming and waste systems. 10-010 report, The Anderson Centre, Melton Mowbray, Leicestershire.

Prokopy, L.S. Floress, K., Klotthor-Weinkauff, D., Baumgart-Getz, A., 2008. Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(5), 300-311

Schulte R., Donnellan T., 2012. A marginal abatement cost curve for Irish agriculture, Teagasc submission to the National Climate Policy Development Consultation, Teagasc, Oakpark, Carlow, Ireland

**Opis praktyki:**

Pasze treściwe (np. kiszonka z kukurydzy w pełnej dojrzałości ziarna, śruty zbożowe) posiadają wyższą strawność niż objętościowe i stąd ich wykorzystanie skutkuje niższą emisją metanu. Trawa także w postaci sianokiszonki ze względu na duży udział włókna zwiększa jelitową/żwaczową emisję tego gazu. Metoda nieopłacalna lub niemożliwa do wdrożenia dla małych gospodarstw, gospodarstw położonych na obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania, gospodarstw użytkujących rasy rodzime lub bydło mniej doskonale genetycznie (poniżej 6 tys. l mleka/rok).

**Potencjał redukcyjny GHG:**

50% CH<sub>4</sub>, 1245 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

4.

**Koszty wdrożenia:**

Dla stad zwiększających produktywność, zwiększanie udziału treściwych jest zjawiskiem powszechnym, indukującym dodatkowe koszty, rekompensowane większym uzyskiem mleka. Stąd uznać należy, że aplikacja nie generuje dodatkowego kosztu jako praktyka mitygacyjna.

**Możliwość aplikacji:**

Łatwa i powszechna, ale ograniczona tylko do średnio i wysoko produkcyjnych stad.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Wzrost mleczności, skali i koncentracji produkcji, wynikający z poprawy strawności paszy. Z punktu widzenia zdrowia zwierząt przekroczenie ponad 30% udziału treściwych skutkować może chorobami metabolicznymi, a także wzrostem zapadalności na mastitis. Powiększenie kosztów żywienia krów. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki.

**Możliwość szacowania:**

Jedynie na podstawie mleczności krów w oparciu o ocenę użytkowości lub dane GUS, a następnie przetworzenie w KOBiZE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania. Pośrednio w aktualnej metodyce, możliwe poprzez zwiększenie współczynnika strawności we wzorze IPPC.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Zjawisko samoistnie postępujące aktualnie wraz ze wzrostem wartości hodowlanej i mleczności. Promocja poprzez doradców żywieniowych i ogólny poziom wiedzy hodowcy. We współpracy z ośrodkami doradztwa rolniczego możliwe szkolenia hodowców była w celu popularyzacji efektywności bilansowania dawek pokarmowych i systemów żywienia z udziałem pasz treściwych. Aktualnie brak podobnych działań i programów.

#### Literatura:

Bellarby J., Tirado R., Leip A., Weiss F., Lesschen J.P., Smith P. 2012. Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe, *Global Change Biology*.

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323.

Martin C., Morgavi D.P. Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4:3, 351–365.

National Non – Food Crops Centre (NNFCC), 2010. A detailed economic assessment of the anaerobic digestion technology and its suitability to UK farming and waste systems. 10-010 report, The Anderson Centre, Melton Mowbray, Leicestershire.

Prokopy, L.S. Floress, K., Klotthor-Weinkauf, D., Baumgart-Getz, A., 2008. Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(5), 300-311.



Schulte R., Donnellan T., 2012. A marginal abatement cost curve for Irish agriculture, Teagasc submission to the National Climate Policy Development Consultation, Teagasc, Oakpark, Carlow, Ireland.

## **PRAKTYKA NR 22**

## **ŻYWIENIE KRÓW Z UDZIAŁEM 3NOOP**

### **Opis praktyki:**

3-nitrooxypropanol jest enzymem blokującym powstawanie metanu w żwaczu z octanów i wodoru. Dodatek ten jest dostępny w formie handlowego preparatu.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

35%, CH<sub>4</sub>, 1003,3 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

1.

### **Koszty wdrożenia:**

300 zł/szt./rok.

### **Możliwość aplikacji:**

Łatwa.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Według producenta brak jest skutków ubocznych preparatu.

### **Możliwość szacowania:**

Na podstawie sprzedanych preparatów w przypadku krajowego dopuszczenia.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Brak potrzeby promocji ze względu na korzystny efekt produkcyjny. W tym kontekście praktyka stosowana w USA. Aktualnie brak podobnych działań i programów.

### **Literatura:**

Bellarby J., Tirado R., Leip A., Weiss F., Lesschen J.P., Smith P. 2012. Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe, Global Change Biology.

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes,

F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323.

Martin C., Morgavi D.P. Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4:3, 351–365.

## **PRAKTYKA NR 23**                      **SUPLEMENTACJA**                      **DAWEK** **POKARMOWYCH WĘGLOWODANAMI** **NIESTRUKTURALNYMI**

### **Opis praktyki:**

Węglowodany niestrukuralne (np. skrobia) ulegają szybszym przemianom i w efekcie są znacznie szybciej metabolizowane w żwaczu, co wpływa na mniejszą emisję w porównaniu do węglowodanów strukturalnych (celuloza). W praktyce zastąpienie udziału zbóż w dawce np. wysłódkami, wpływa również na wzrost produktywności bydła mlecznego i skład mleka. Praktyka właściwa dla bydła o wysokiej wydajności.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

7% CH<sub>4</sub>, 174,39 kg kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

1.

### **Koszty wdrożenia:**

20% wzrost kosztów żywienia krów. Praktyka bezkosztowa dla wysoko wydajnych stad i nieopłacalna dla małych i średnich obiektów.

**Możliwość aplikacji:**

Zależna od dostępności i ceny takich materiałów paszowych, będących najczęściej produktami ubocznymi przemysłu rolno-spożywczego. Praktycznie stada towarowe o wysokiej średniej mleczności, samoistnie zmuszone są do stosowania takich materiałów paszowych.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Redukcja problemów z zagospodarowaniem odpadów z przemysłu rolno-spożywczego. Nieokreślony ślad węglowy, niewątpliwie większy, niż z produkcji pierwotnej, mogący przekreślić pozytywny efekt praktyki. Brak konsekwencji dla dla innych gałęzi gospodarki.

**Możliwość szacowania:**

Jedynie bezpośrednio przez deklaracje hodowców biorących udział w działaniach/programach zawierających taką praktykę. Możliwe pozyskanie danych o sprzedaży takich komponentów z przetwórstwa rolno-spożywczego. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania KOBiZE.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Samoistny poprzez wzrost ogólnej wiedzy hodowlanej i żywieniowej w połączeniu ze wzrostem średniej krajowej wydajności mlecznej. Publikacje w czasopismach popularno-naukowych i ulotkach promocyjnych. Aktualnie brak podobnych działań i programów

**Literatura:**

Bellarby J., Tirado R., Leip A., Weiss F., Lesschen J.P., Smith P. 2012. Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe, *Global Change Biology*.

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Casey, J. W., and Holden, N. M., 2005. The relationship between greenhouse gas emissions and the intensity of milk production in Ireland. *Journal of Environmental Quality* 34: 429-436.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323.

Martin C., Morgavi D.P. Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4:3, 351–365

National Non – Food Crops Centre (NNFCC), 2010. A detailed economic assessment of the anaerobic digestion technology and its suitability to UK farming and waste systems. 10-010 report, The Anderson Centre, Melton Mowbray, Leicestershire.

Prokopy, L.S. Floress, K., Klotthor-Weinkauf, D., Baumgart-Getz, A., 2008. Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(5), 300-311.

Schulte R., Donnellan T., 2012. A marginal abatement cost curve for Irish agriculture, Teagasc submission to the National Climate Policy Development Consultation, Teagasc, Oakpark, Carlow, Ireland.

## **PRAKTYKA NR 24**

## **SUPLEMENTACJA POKARMOWYCH ROŚLINNYMI O ZAWARTOŚCI KWASÓW TŁUSZCZOWYCH DAWEK TŁUSZCZAMI WYSOKIEJ NIENASYCONYCH**

### **Opis praktyki:**

Dodatek tłuszczu redukuje ilość powstającego w żwaczu wodoru, ograniczając w ten sposób emisje metanu i promując rozwój mikroflory amylolytycznej. Praktyka zbliżona do Praktyki nr 28 - Dodatek organicznych kwasów tłuszczowych lub ich soli w dawce pokarmowej krów. W odróżnieniu od niej wykazują mniejszą możliwość stosowania ze względu na ograniczenie zawartości tłuszczu w dawce pokarmowej.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

5% CH<sub>4</sub>, 143,33 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

1.

### **Koszty wdrożenia:**

Zależą silnie od formy suplementacji. Wzrost kosztów żywienia o 9%.

**Możliwość aplikacji:**

Łatwa z technicznego punktu widzenia, wątpliwa jeśli idzie o motywacje hodowców oraz ewentualne szacowanie efektu.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Wadliwe zbilansowanie dawki grozi schorzeniami metabolicznymi krów. Możliwość dodatkowego zakresu produkcji dla przemysłu tłuszczowego. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki oraz środowiska naturalnego.

**Możliwość szacowania:**

Praktycznie nieweryfikowalna, możliwa jedynie przez deklarację hodowcy. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Jedynie w formie wiązanych pakietów działań redukcyjnych objętych wsparciem programów rolno środowiskowych. Aktualnie brak podobnych działań i programów.

**Literatura:**

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323

Martin C., Morgavi D.P. Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4:3, 351–365.

Newbold C.J. and Rode LM 2006. Dietary additives to control methanogenesis in the rumen. In *Greenhouse gases and animal agriculture: an update* (eds CR Soliva, J Takahashi and M Kreuzer), pp 138-147. International Congress Series, vol. 1293.

Newbold CJ, Lopez S, Nelson L, Ouda JO, Wallace RJ and Moss AR 2005. Propionate precursors and other metabolic intermediates as possible alternative electron acceptors to methanogenesis in ruminal fermentation *in vitro*. British Journal of Nutrition 94, 27-35.

## **PRAKTYKA NR 25**

## **SUPLEMENTACJA POKARMOWYCH FITOBIOTYKAMI ROŚLINNYMI**

## **DAWEK KRÓW I EKSTRAKTAMI**

### **Opis praktyki:**

Dodatki paszowe w postaci fitobiotyków lub ekstraktów roślinnych, a zawierające takie związki jak taniny, wyciągi z yuki, rabarbaru i czosnku, wpływają na defaunizację flory żwacza, a przez to obniżają całkowitą emisję metanu, bez istotnego wpływu na poziom produktywności

### **Potencjał redukcijny GHG:**

3-15% CH<sub>4</sub>, 74,73 do 373,65 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

0,5.

### **Koszty wdrożenia:**

Zależą silnie od formy suplementacji. Wzrost kosztów żywienia o 9%.

### **Możliwość aplikacji:**

Łatwa z technicznego punktu widzenia, wątpliwa jeśli idzie o motywacje hodowców oraz ewentualne szacowanie efektu.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Wadliwe zastosowanie dodatków grozi schorzeniami metabolicznymi krów. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki oraz środowiska.

### **Możliwość szacowania:**

Praktycznie nieweryfikowalna, możliwa jedynie przez deklarację hodowcy. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Jedynie w formie wiązanych pakietów działań redukcyjnych objętych działaniami i wsparciem programów rolno środowiskowych. Aktualnie brak podobnych działań i programów.

## Literatura:

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Danila A. O. , Gatea F., Radu G.L., 2011. Polyphenol composition and antioxidant activity of selected medicinal herbs. *Chemistry of Natural Compounds*, Vol. 47, No. 1.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Garnett T., 2009. Livestock-related greenhouse gas emissions: impacts and options for policymakers. *Environmental Science & Policy* 12 (4): 491-503. 1462-9011.

Martin C., Morgavi D.P. Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4:3, 351–365.

Newbold C.J., Rode L.M., 2006. Dietary additives to control methanogenesis in the rumen. In *Greenhouse gases and animal agriculture: an update* (eds CR Soliva, J Takahashi and M Kreuzer), pp 138-147. International Congress Series, vol. 1293.

Newbold C.J., Lopez S., Nelson L., Ouda J.O., Wallace RJ and Moss AR 2005. Propionate precursors and other metabolic intermediates as possible alternative electron acceptors to methanogenesis in ruminal fermentation *in vitro*. *British Journal of Nutrition* 94, 27-35.

**PRAKTYKA NR 26**

**SUPLEMENTACJA  
POKARMOWYCH  
PROBIOTYKAMI LUB EUBIOTYKAMI**

**DAWEK  
KRÓW**

## Opis praktyki:

Dodatki paszowe w postaci probiotyków lub eubiotyków, wpływają na zmianę gatunkową flory żwacza, na przykład pierwotniaków albo bakterii metanowych,

a przez to obniżają całkowitą emisję metanu, bez istotnego wpływu na poziom produktywności.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

15 - 20% CH<sub>4</sub>, 373,65 do 498,2 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

2.

### **Koszty wdrożenia:**

Zależą silnie od formy suplementacji. Wzrost kosztów żywienia o 9%.

### **Możliwość aplikacji:**

Łatwa z technicznego punktu widzenia, wątpliwa jeśli idzie o motywacje hodowców oraz ewentualne szacowanie efektu.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Niewłaściwe wprowadzenie dodatków grozi schorzeniami metabolicznymi krów. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki oraz środowiska.

### **Możliwość szacowania:**

Praktycznie nieweryfikowalna, możliwa jedynie przez deklarację hodowcy. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Jedynie w formie wiązanych pakietów działań redukcyjnych objętych działaniami i wsparciem programów rolno środowiskowych. Aktualnie brak podobnych działań i programów.

### **Literatura:**

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Danila A. O. , Gatea F., Radu G.L., 2011. Polyphenol composition and antioxidant activity of selected medicinal herbs. Chemistry of Natural Compounds, Vol. 47, No. 1.



Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Garnett T., 2009. Livestock-related greenhouse gas emissions: impacts and options for policymakers. *Environmental Science & Policy* 12 (4): 491-503. 1462-9011.

Martin C., Morgavi D.P. Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4:3, 351–365

Newbold C.J., Rode L.M., 2006. Dietary additives to control methanogenesis in the rumen. In *Greenhouse gases and animal agriculture: an update* (eds CR Soliva, J Takahashi and M Kreuzer), pp 138-147. International Congress Series, vol. 1293.

Newbold C.J., Lopez S., Nelson L., Ouda J.O., Wallace RJ and Moss AR 2005. Propionate precursors and other metabolic intermediates as possible alternative electron acceptors to methanogenesis in ruminal fermentation *in vitro*. *British Journal of Nutrition* 94, 27-35.

### **2.3. OBSZAR III**

### **PRZECHOWYWANIE NAWOZÓW NATURALNYCH**

#### **PRAKTYKA NR 27**

#### **SEPARACJA GNOJOWICY**

##### **Opis praktyki:**

Praktyka polega na fizycznym odseparowaniu fazy ciekłej od stałej gnojowicy świńskiej lub bydłowej. Technicznie proces realizowany jest w oparciu o separatory o zmiennej wydajności i zróżnicowanej zasadzie działania. Najprostsze śrubowe, jedynie odwadniają co drastycznie ogranicza efekt redukcyjny. Po rozdzieleniu faz ale i zawartych w nich związków organicznych, znacząco zmniejsza się tempo przemian biochemicznych realizowanych przez mikroflorę oraz ustaje aktywność ureazy zawartej w moczu, rozkładającej azot zawarty w fazie stałej.

##### **Potencjał redukcyjny GHG:**

55% 195,173 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów, 108,35 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok.

##### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

5.

**Koszty wdrożenia:**

Okolo 25 000 zł/ gospodarstwo jednorazowo jako praktyka ograniczająca rozpraszanie związków azotu w programie działań do wdrożenia dyrektywy azotanowej, dobrowolnie przez hodowcę.

**Możliwość aplikacji:**

Łatwa ale ze względu na koszt inwestycyjny praktyka odnosi się tylko do gospodarstw powyżej 80 szt. krów mlecznych lub 2000 stanowisk dla świń utrzymywanych bezściołowo. Jako BAT lub w programie działań do wdrożenia dyrektywy azotanowej, dobrowolnie przez hodowcę

**Konsekwencje wdrożenia:**

Brak negatywnych skutków. Po stronie korzyści wymienić można możliwość wykorzystania frakcji stałej do celów energetycznych (spalanie) lub jako materiał ściółkowy dla zwierząt. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki. Z punktu widzenia środowiska naturalnego wystąpi efekt synergii z ograniczeniem rozpraszania związków azotu i fosforu.

**Możliwość szacowania:**

Poprzez kontrolę BAT - WIOŚ albo w programie działań do wdrożenia dyrektywy azotanowej – ARMIR. Dane przekazywane do KASHUE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

**Sposób wdrożenia i promocji:** możliwe powiązane z promocją obowiązkowego programu działań do dyrektywy azotanowej, prawa nawozowego (już na obecnym etapie) lub dyrektywy IED (po wdrożeniu) w postaci zapisów BAT oraz pozwoleń zintegrowanych nawet w aktualnie obowiązujących wersjach. Brak konieczności osobnych działań PROW.

**Literatura:**

Amon B., Moitzi G., Schimpl M., Kryvoruchko V. and Wagner-Alt C., 2002. Methane, Nitrous Oxide and Ammonia Emissions from Management of Liquid Manures, Final Report 2002. On behalf of „Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environmental and Water Management“ and „Federal Ministry of Education, Science and Culture“ Research project no. 1107.

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Eriksen J.J., V. Norgaard J., Poulsen H.D., Poulsen H.V., Jensen B.B., Petersen S.O., 2014. Effects of Acidifying Pig Diets on Emissions of Ammonia, Methane, and Sulfur from Slurry during Storage. *J. Environ. Qual.* 43, 2086–2095.

Hjorth M., Christensen K.V., Christensen M.L., Sommer S.G., 2010. Solid-liquid separation of animal slurry in theory and practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag (Germany), 30.

Nolan, T., Troy, S., Gilkinson, S., Frost, P., Sihuang, X., Xinmin, Z., Harrington, C., Healy, M.G., Lawlor, P., 2012. Economic analysis of pig manure treatment options in Ireland. *Bioreource Technology* 105 15-23.

Norgaard, J.V., Sorensen K.U., Fernandez J.A., Wamberg S., Poulsen H.D., Kristensen N.B., 2010. Effect of benzoic acid supplementation on acidbase status and mineral metabolism in catheterized growing pigs. *Livest. Sci.* 134, 116–118

Norgaard, J.V., O. Hojberg, K.U. Sorensen, J. Eriksen, J.M. Medina, Poulsen H.D., 2014. The effect of long-term acidifying feeding on digesta organic acids, mineral balances, and bone mineralization in growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 195, 58–66.

Petersen, S.O., Andersen A.J., Eriksen J., 2012. Effects of cattle slurry acidification on ammonia and methane evolution during storage. *J. Environ. Qual.* 41, 88–94.

Sommer, S.G., S.O. Petersen, P. Sorensen, H.D. Poulsen, and H.B. Moller. 2007. Methane and carbon dioxide emissions and nitrogen turnover during liquid manure storage. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 78, 27–36.

## **PRAKTYKA NR 28**

## **ZAKWASZANIE GNOJOWICY**

### **Opis praktyki:**

Praktyka polega na dodawaniu do gromadzonej w zbiorniku lub kanałach gnojowych świńskiej lub bydłowej, kwasów mineralnych bądź organicznych. Znaczne obniżenie pH roztworu unieczynnia mikroflorę odpowiedzialną za emisję gazową tak amoniaku, jak i tlenków azotu oraz metanu. Brak krajowych badań w zakresie możliwości potwierdzenia skuteczności metody i konsekwencji jej stosowania.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

17% dla kwasów mineralnych, 95% dla kwasów organicznych 337,11 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów, 139,61 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla świń.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

6.

### **Koszty wdrożenia:**

Zależne od rodzaju kwasu, średnio ok. 30 zł/t gnojowicy. W kontekście efektu plonotwórczego odnotowuje się dodatkowy zysk.

### **Możliwość aplikacji:**

Łatwa, na poziomie budynku jak i zbiorników, ograniczona do systemów bezściółowych. Biorąc pod uwagę wzrost plonowania, praktyka nie wymaga dodatkowych płatności, a jedynie wprowadzenia w zakres obowiązkowych działań związanych z wdrażaniem dyrektywy azotanowej i BAT.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Nawożenie zakwaszona gnojowicą powoduje 65% redukcję emisji podtlenku azotu z gleby oraz wzrost dostępności fosforu glebowego. Zwiększenie o 60% plonu suchej masy /ha uprawy kukurydzy lub 20% uprawy jęczmienia. Możliwość ułatwienia wypłukiwania P z gleby, a także emisji toksycznego PH<sub>3</sub> w budynkach lub ze zbiorników. Potwierdzenie tych danych w praktyce może oznaczać negatywny efekt dla środowiska naturalnego.

### **Możliwość szacowania:**

Wprowadzona jako obowiązkowa praktyka, dotyczyć będzie tej części pogłównia, która utrzymywana jest bezściółowo. Zbierane przez ARMIR, GUS lub bezpośrednio KOBiZE dane o pogłówniu i systemach, mogą być łatwo transformowane przez krajowego operatora. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Powiązane z wdrażaniem obowiązkowego programu działań do dyrektywy azotanowej, a aktualnie pozwoleń zintegrowanych (BAT, NEC), a także w prawie nawozowym. Wdrażanie powinno mieć zatem charakter aktów prawnych. Brak konieczności wprowadzania poprzez PROW, chyba że w postaci wymogów dla wsparcia inwestycji w gospodarstwach rolnych.

### **Literatura:**

Amon B., Moitzi G., Schimpl M., Kryvoruchko V. and Wagner-Alt C., 2002. Methane, Nitrous Oxide and Ammonia Emissions from Management of Liquid Manures, Final Report 2002. On behalf of „Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environmental and Water Management“ and „Federal Ministry of Education, Science and Culture“ Research project no. 1107.

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Eriksen J.J., V. Norgaard J., Poulsen H.D., Poulsen H.V., Jensen B.B., Petersen S.O., 2014. Effects of Acidifying Pig Diets on Emissions of Ammonia, Methane, and Sulfur from Slurry during Storage. *J. Environ. Qual.* 43, 2086–2095.

Hjorth M., Christensen K.V., Christensen M.L., Sommer S.G., 2010. Solid-liquid separation of animal slurry in theory and practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag (Germany), 30,

Nolan, T., Troy, S., Gilkinson, S., Frost, P., Sihuang, X., Xinmin, Z., Harrington, C., Healy, M.G., Lawlor, P., 2012. Economic analysis of pig manure treatment options in Ireland. *Bioreource Technology* 105 15-23.

Norgaard, J.V., Sorensen K.U., Fernandez J.A., Wamberg S., Poulsen H.D., Kristensen N.B., 2010. Effect of benzoic acid supplementation on acidbase status and mineral metabolism in catheterized growing pigs. *Livest. Sci.* 134, 116–118.

Norgaard, J.V., O. Hojberg, K.U. Sorensen, J. Eriksen, J.M. Medina, Poulsen H.D., 2014. The effect of long-term acidifying feeding on digesta organic acids, mineral balances, and bone mineralization in growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 195, 58–66.

Petersen, S.O., Andersen A.J., Eriksen J., 2012. Effects of cattle slurry acidification on ammonia and methane evolution during storage. *J. Environ. Qual.* 41, 88–94.

Sommer, S.G., S.O. Petersen, P. Sorensen, H.D. Poulsen, and H.B. Moller. 2007. Methane and carbon dioxide emissions and nitrogen turnover during liquid manure storage. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 78, 27–36.

**Opis praktyki:**

Praktyka polega na pirolizie (odgazowaniu) obornika bądź pomiotu drobiowego, w wysokiej temperaturze, a następnie spalaniu w specjalnie skonstruowanych kotłach. W procesie generowana jest energia cieplna najczęściej w oparciu o współspalanie innych nośników, jak biomasa czy gaz.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

95%, 356,93 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów, 367,39 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla świń  
5,30 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla drobiu.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

6.

**Koszty wdrożenia:**

Żalężny od mocy cieplnej i porównywalny z kosztem biogazowni o tej samej mocy. Koszt instalacja o mocy 1MW i współspalaniu odchodów i biomasy, wynosi ok. 11 mln zł.

**Możliwość aplikacji:**

Ograniczona do dużych i średnich stad. Ze względu na zapotrzebowanie na energię cieplną, praktyka pozostaje atrakcyjna dla hodowli Świn i drobiu.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Konieczność zagospodarowania popiołu powstającego ze spalania. Możliwe jego wykorzystanie nawozowe. Praktyka współdziała w osiągnięciu pułapu krajowych odnawialnych źródeł energii wyznaczonych przez UE i ich rozproszonego charakteru. Ogranicza również rozpraszanie azotu i fosforu do środowiska naturalnego.

**Możliwość szacowania:**

Ze względu na ścisłą ewidencje instalacji oraz świadectw energetycznych, pełna informacja dostępna w URE. Ze względu na stosowanie biomasy do celów energetycznych, praktyka mitygacyjna prawdopodobnie wykazywana będzie w sektorze ETS z pominięciem zaniechanej emisji z chowu zwierząt. Stąd konieczność wprowadzenia nowego ujęcia w szacowaniu redukcji z tego typu instalacji.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Na stosowanych do tej pory zasadach do 45% dofinansowania z NFOŚ. W wojewódzkich programach operacyjnych znajdują się możliwości wsparcia OZE,

które jednak nie precyzują takich instalacji, a jedynie biogazownie, generatory wiatrowe, czy kolektory słoneczne. Inwestycje wspierają wojewódzkie fundusze ochrony środowiska. Można również rozważyć uzupełnienie aktualnego PROW o zapis dla inwestycji związanych z OZE lub modernizacją gospodarstw. Konieczne uwzględnienie takich instalacji w zapisach BAT, programu działań do dyrektywy azotanowej czy NEC. Pośrednio niezbędne będzie dopuszczenie popiołów takich instalacji do nawozowego stosowania w rolnictwie.

#### Literatura:

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Sommer, S.G., S.O. Petersen, P. Sorensen, H.D. Poulsen, and H.B. Moller. 2007. Methane and carbon dioxide emissions and nitrogen turnover during liquid manure storage. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 78, 27–36.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323.

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. How can French agriculture contribute to reducing greenhouse gas emissions? Abatement potential and cost of ten technical measures. Summary of the study report, INRA (France), 92.

**Opis praktyki:**

Polega ona na szczelnym przykrywaniu miejsc przechowywania nieprzepuszczalną folią. Modyfikacją jest spalanie powstającego w tych warunkach metanu.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

80%, 300,58 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów ściółowo, 122,34 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla świń ściółowo, 4,46 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla drobiu ściółowo.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

6.

**Koszty wdrożenia:**

Okolo 4 zł/m<sup>2</sup> płyty.

**Możliwość aplikacji:**

Powszechna dla gospodarstw utrzymujących zwierzęta w systemie ściółowym.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Ograniczenie objętości gnojówki powstającej w okresie przechowywania, a także wymywanego z obornika azotu i fosforu. Zmniejszenie normatywów dla zbiorników na gnojówkę.

**Możliwość szacowania:**

W przypadku wprowadzenia powszechnego obowiązku, wystarczające będzie pozyskanie informacji o systemach utrzymania przez ARMIR, GUS, a następnie przekazanie jej do KASHUE.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Wprowadzenie jako powszechnego obowiązku w BAT i ustawie o nawozach i nawożeniu.

**Literatura:**

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and



Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Sommer, S.G., S.O. Petersen, P. Sorensen, H.D. Poulsen, and H.B. Moller. 2007. Methane and carbon dioxide emissions and nitrogen turnover during liquid manure storage. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 78, 27–36.

Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S., Biala, K., 2010. Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre, 323.

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. How can French agriculture contribute to reducing greenhouse gas emissions? Abatement potential and cost of ten technical measures. Summary of the study report, INRA (France), 92.

## **PRAKTYKA NR 31**

## **PRZYKRYWANIE MIEJSC PRZECHOWYWANIA GNOJOWICY**

### **Opis praktyki:**

Pokrycie zazwyczaj otwartych zbiorników gnojowicowych szczelnym pokryciem z folii na stelażu, bądź płyt betonowych albo materiałów kompozytowych, ale nie słomą czy warstwą cieczy lub innych materiałów w postaci granul. W przypadku tych ostatnich materiałów efekt jest krótkotrwały, a sedymentacja nasiąkniętych materiałów (np. słomy), powoduje duże problemy techniczne z ich usuwaniem. Wykorzystanie betonu do przykrywania pozostaje zbyt drogie i technicznie trudno wykonalne. Praktyka może być uzupełniona o montaż flar do spalania metanu.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

50 – 80%, 95% dla zainstalowanych flar/pochodni, 283,88 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów bezściółowo, 117,57 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla świń bezściółowo, 3,03 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla drobiu bezściółowo.

## **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

6.

### **Koszty wdrożenia:**

1 500 zł/m<sup>2</sup> powierzchni zbiornika dla folii.

### **Możliwość aplikacji:**

Powszechna.

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Ograniczenie objętości gnojowicy powstającej w okresie przechowywania poprzez eliminację wód opadowych. Zmniejszenie normatywów dla zbiorników na gnojowicę.

### **Możliwość szacowania:**

W przypadku wprowadzenia powszechnego obowiązku, wystarczające będzie pozyskanie informacji o systemach utrzymania przez ARMIR, GUS, a następnie przekazanie jej do KASHUE.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wprowadzenie jako powszechnego obowiązku w BAT i ustawie o nawozach i nawożeniu.

### **Literatura:**

Amon B., Moitzi G., Schimpl M., Kryvoruchko V. and Wagner-Alt C., 2002. Methane, Nitrous Oxide and Ammonia Emissions from Management of Liquid Manures, Final Report 2002. On behalf of „Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environmental and Water Management“ and „Federal Ministry of Education, Science and Culture“ Research project no. 1107.

Buddle B.M., Denis M., Attwood G.T., Altermann E., Janssen P.H., Ronimus R.S., Pinares-Patiño C.S., Hristov, A. N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S., 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. (FAO Animal Production and Health Paper No. 177). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Directorate general For Internal Policies, 2014. Measures at farm level to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. European Parliament's Committee on Agriculture and Rural Development.

Eriksen J.J., V. Norgaard J., Poulsen H.D., Poulsen H.V., Jensen B.B., Petersen S.O., 2014. Effects of Acidifying Pig Diets on Emissions of Ammonia, Methane, and Sulfur from Slurry during Storage J. Environ. Qual. 43, 2086–2095

Hjorth M., Christensen K.V., Christensen M.L., Sommer S.G., 2010. Solid-liquid separation of animal slurry in theory and practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag (Germany), 30.

Nolan, T., Troy, S., Gilkinson, S., Frost, P., Sihuang, X., Xinmin, Z., Harrington, C., Healy, M.G., Lawlor, P., 2012. Economic analysis of pig manure treatment options in Ireland. *Bioreource Technology* 105 15-23.

Norgaard, J.V., Sorensen K.U., Fernandez J.A., Wamberg S., Poulsen H.D., Kristensen N.B., 2010. Effect of benzoic acid supplementation on acidbase status and mineral metabolism in catheterized growing pigs. *Livest. Sci.* 134,116–118.

Norgaard, J.V., O. Hojberg, K.U. Sorensen, J. Eriksen, J.M. Medina, Poulsen H.D., 2014. The effect of long-term acidifying feeding on digesta organic acids, mineral balances, and bone mineralization in growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 195, 58–66.

Petersen, S.O., Andersen A.J., Eriksen J., 2012. Effects of cattle slurry acidification on ammonia and methane evolution during storage. *J. Environ. Qual.* 41, 88–94.

Sommer, S.G., S.O. Petersen, P. Sorensen, H.D. Poulsen, and H.B. Moller. 2007. Methane and carbon dioxide emissions and nitrogen turnover during liquid manure storage. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 78, 27–36.

## **PRAKTYKA NR 32**

## **ZMIANA ŚCIOŁOWEGO NA BEZŚCIOŁOWY SYSTEMU UTRZYMANIA KRÓW I ŚWIŃ**

### **Opis praktyki:**

W miejsce ściółkowego systemu wprowadza się system rusztowy. W przypadku świń zmiana systemu związana jest z modernizacją budynków chlewnie. Jeśli idzie o krowy mleczne przy aktualnie dominującym modelu obór wolnostanowiskowych wystarczy nie zaścielać korytarza gnojowego, a jedynie boksy legowiskowe, aby uzyskać system bezściółkowy. Ściół z boksów usuwa się zaledwie kilka razy do roku, a słomę można zastępować innymi materiałami (np. piaskiem, matami gumowymi). Mimo, że tylko niektóre badania wykazują efekt redukcji o N<sub>2</sub>O o 50% , a inne brak efektu, to w metodologii IPCC system bezściółkowy posiada współczynnik emisji o połowę niższy, niż ściółkowy (0,001 vs 0,020). W przypadku pozostałych gatunków utrzymanie ściółkowe trudne jest do wyeliminowania.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

50% N<sub>2</sub>O, 5,96 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla świń, 20,86 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

4.

**Koszty wdrożenia:**

Bezkosztowo dla istniejących obór boksowych, 24 000 zł/stanowisko dla nowych obór, 4 500 zł/stanowisko dla świń. 60% niższe nakłady na robociznę związaną z usuwaniem obornika w chlewniach, bez różnicy kosztów operacyjnych w oborach. Brak różnic w produktywności zwierząt.

**Możliwość aplikacji:**

Dla krów mlecznych łatwa, dla świń ograniczona do nowopowstających budynków.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Pogorszenie zdrowotności i dobrostanu zwierząt.

**Możliwość szacowania:**

Poprzez informację przekazywana z ARMIR, GUS do KOBiZE.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

W przypadku świń ze względu na bardzo wysokie koszty, brak możliwości wsparcia z PROW dla większej części ferm. Istniejące wsparcie do chowu prosiąt w kryterium kolejności przyznawania środków, zawiera specyfikację techniczną dotyczącą podłóg częściowo rusztowych. Jej waga wydaje się jednak zbyt niska (5 pkt) dla pełnego zagwarantowania wdrażania takich systemów. Poza tym wsparcie dotyczy jedynie prosiąt, co nie przekłada się na największą część populacji, jaką stanowią tuczniki. Maksymalny efekt tego działania w zakresie redukcji emisji GHG szacować można na ok. 3% ogółu krajowej emisji z chowu świń. Dla krów wystarczające pozostaje wprowadzenie odpowiedniego zapisu w ustawie o nawozach i nawożeniu (zakaz ściolowania korytarzy gnojowo-spacerowych), a na początek w specyfikacji technicznej do wsparcia chowu bydła udzielanego aktualnie w ramach PROW.

**Opis praktyki:**

Pierwszy typ polega na kilkukrotnym usuwaniu gnojowicy w ciągu dnia z części podrusztowej w budynku inwentarskim dla świń do zbiornika gnojowicowego będącego na zewnątrz budynku. Nie we wszystkich systemach jest to niestety możliwe. Przykładowo w systemie wannowym (vacu system), musi nastąpić wcześniejsze, minimalne napelnienie się zbiornika podrusztowego, aby uzyskać możliwość spływu w instalacji odprowadzającej. Dla bydła praktyka polega na kilkukrotnym zgarnięciu odchodów z korytarza gnojowo-spacerowego. Jako czynniki wpływające na redukcję wymienia się obniżenie temperatury, redukcję powierzchni parowania/emisji, a także ograniczone mieszanie się starej i nowej frakcji gnojowicy.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

40%, 141,94 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów, 58,78 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla świń.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

4.

**Koszty wdrożenia:**

Bezkosztowo.

**Możliwość aplikacji:**

Powszechna w nowych systemach bezściełowych. Problematyczna w starszych budynkach, niewyposażonych w integralny i zautomatyzowany system usuwania.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Poprawa mikroklimatu pomieszczeń i dobrostanu zwierząt. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki.

**Możliwość szacowania:**

Trudna z punktu widzenia kontroli stosowania praktyki. Taka ocena wynika z faktu, iż praktyka jest czynnością, której stosowanie nie pozostawia w żadnej dokumentacji widocznych śladów. Oprócz deklaracji hodowcy nie ma innej metody weryfikacji stosowania praktyki. Niemniej w sposób bardzo ogólny można dokonać wyliczeń z danych o liczbie zwierząt utrzymywanych w ten sposób a oichidzących z ARiMR. Aktualnie brak możliwości ujęcia efektu redukcyjnego w metodologii IPCC.

### **Sposób wdrożenia i promocji:**

Wprowadzenie obowiązku szybkiego usuwania gnojowicy w ustawie o nawozach i nawożeniu, programie działań do dyrektywy azotanowej oraz BAT, czy NEC. Aktualnie brak podobnych praktyk w działaniach PROW lub przepisach.

Drugi typ polega na zastosowaniu robota do czyszczenia podłóg szczelinowych. W przedniej części posiada on zgarniaki, które wpychają resztki odchodów zwierzęcych między szczeliny betonowej posadzki korytarza gnojowego wprost do podziemnych kanałów magazynujących. Robot napędzany jest energią elektryczną z wbudowanych akumulatorów, a ich ładowanie następuje pomiędzy cyklami pracy, w stacji dokującej. Opcjonalnie może być on wyposażony w zbiornik wody umożliwiający czyszczenie „na mokro”.

### **Potencjał redukcyjny GHG:**

CH<sub>4</sub> o 2% i N<sub>2</sub>O o 1%.

### **Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

2 – dla CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O.

### **Koszty wdrożenia:**

Koszty inwestycyjne – 240 brutto·stanowisko produkcyjne<sup>-1</sup>, koszty operacyjne – 4 zł brutto·stanowisko produkcyjne<sup>-1</sup>·rok<sup>-1</sup>, brak wpływu na wydajność/produkcyjność, koszty utraconych możliwości – 0 zł.

### **Możliwość aplikacji:**

0,5.

Przewidywana liczba gospodarstw mogących wdrożyć praktykę do 2020 roku wynosi 15% (25% pogłównia).

### **Konsekwencje wdrożenia:**

Zastosowanie robotów do czyszczenia podłóg szczelinowych może chwilowo zwiększać stężenie amoniaku, jednak zjawisko to ma charakter krótkotrwały i nie powoduje wzrostu emisji tego gazu z budynku. Dodatkowo podczas wdrażania rozwiązania w budynkach już istniejących, pojawienie się robota może powodować stres u hodowanych zwierząt. Warunki podwyższonego stresu mogą utrzymywać się przez kilka dni. Dodatkowo czyszczenie podłóg zmniejsza ich wilgotność, co pozytywnie wpływa na zdrowotność racic.

### **Możliwość szacowania:**

W przypadku inwestycji finansowanych lub współfinansowanych z budżetu zadaniowego państwa oraz budżetu UE na podstawie danych zbieranych przez ARiMR. Dla inwestycji finansowanych ze środków własnych inwestora jedynie na podstawie danych uzyskanych od producentów i importerów montowanych urządzeń lub wdrażanych technologii., brak możliwości uwzględnienia w metodologii KASHUE.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

PROW: „Transfer wiedzy i działalność informacyjna”, „Inwestycje w środki trwałe”, „ Działanie rolno-środowiskowo-klimatyczne”. Rozwiązanie to wpisuje się w „Strategię zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020”, cel – ochrona środowiska i adaptacja do zmian klimatu na obszarach wiejskich, co związane jest z adaptacją rolnictwa i rybactwa do zmian klimatu oraz ich udziałem w przeciwdziałaniu tym zmianom. Działania objęte strategią mogą być finansowane z budżetu zadaniowego państwa oraz budżetu UE w ramach Wspólnej Polityki Rolnej i Polityki Spójności.

**PRAKTYKA NR 34****ZWIĘKSZENIE ZUŻYCIA ŚCIOŁU****Opis praktyki:**

Polega na dwukrotnym zwiększeniu ilości ściółkowania w chowie świń na głębokiej ściółce. Znaczna ilość słomy skutkuje całkowitym wchłonięciem moczu i znacznym napowietrzeniem obornika, co wpływa na redukcję tempa przemian biochemicznych i liczebność mikroflory.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

90%, 338,15 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla krów ściółkowo, 137,63 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla świń ściółkowo, 5,02 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla drobiu ściółkowo.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

6.

**Koszty wdrożenia:**

200 zł/rok/szt.

**Możliwość aplikacji:**

Ograniczona ze względu na specyfikę uprawianych aktualnie zbóż, posiadających niskie żdźbła oraz spadający odsetek systemów ściółkowych. Brak możliwości weryfikacji stosowania. Konieczność wprowadzenia norm ściółkowania.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Wzrost kosztów operacyjnych chowu zwierząt. Konieczność weryfikacji normatywów produkcji nawozów naturalnych i planów nawozowych. Wzrost sekwestracji węgla w glebach uprawnych.

**Możliwość szacowania:**

Na podstawie informacji o stosowanych systemach utrzymania i pogłowiu, przez ARMIR, GUS a następnie przekazanie danych do KASHUE.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Trudne do weryfikacji stosowanie w gospodarstwie. Możliwe wprowadzenie powszechnie obowiązującej regulacji w stosunku do systemu głębokiej ściółki lub dobrowolnego działania w ramach PROW.

**2.4. OBSZAR IV****SYSTEMY ROLNOLEŚNE****PRAKTYKA NR 35****SYSTEMY ROLNOLEŚNE****Opis praktyki:**

Działanie oficjalnie ujęte w WPR, przeznaczone do wdrażania w PROW jako rolno środowiskowo klimatyczne. Niestety nie uwzględnione w polskim PROW. Polega na współuprawie roślin i drzew, bądź krzewów. Przyjmuje się obsadę 30-50 drzew/ha lub 60-100 m bieżących, linearnych zadrzewień lub żywopłotów. Wdrożono system w oparciu o takie gatunki jak dąb, sosna, topola, orzech wiśnia i najczęściej zboża. Systemy rolnoleśny redukuje emisję GHG oraz zwiększa sekwestrację węgla w glebie. Potwierdzono również szereg korzyści dla retencji wodnej, czy biologii gleby. Oprócz plonu rolniczego, uzyskuje się również plon masy drzewnej lub owoców (sady).

**Potencjał redukcyjny GHG:**

27%, 0,4 – 3.7 t CO<sub>2</sub> eq. /ha/rok.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

3.

**Koszty wdrożenia:**

Jako pakiet działań w PROW 1700 zł/ha.

**Możliwość aplikacji:**

Ograniczona do większych gospodarstw w regionach o wystarczającym rozłogu pól.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Możliwość wykazywania sekwestracji Poza obszarem LULUCF – do 0,94 t CO<sub>2</sub>/ha/rok. Obniżone o ok. 25 % plonowanie z jednostki, głównie na skutek utraty powierzchni pod drzewa. Uwzględnić należy również aspekty ochrony krajobrazu i wartości kulturowych.



**Możliwość szacowania:**

Prosta, w ramach działań PROW – ARMIR, a następnie przesyłanie danych do KASHUE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Jak wszystkich działań rolno środowiskowych. Ze względu na całkowity brak stosowania takich systemów w kraju, konieczność podjęcia badań naukowych, pilotażowych wdrożeń oraz szkoleń. Aktualnie w ramach „zazielenienia” uwzględniane są zadrzewienia i żywopłoty, jednak nie są one ujmowane jako system, lecz ekwiwalent TUZ. Wprowadzenie systemu zmultiplikuje efekt redukcyjny, co też należy skorygować w dokumentach PROW.

**PRAKTYKA NR 36****SYSTEMY LEŚNOPASTWISKOWE****Opis praktyki:**

Działanie oficjalnie ujęte w WPR, przeznaczone do wdrażania w PROW jako rolno środowiskowo klimatyczne. Niestety nie uwzględnione w polskim PROW. Polega na współprawy użytków zielonych i drzew, bądź krzewów. Przyjmuje się obsadę 30-50 drzew/ha lub 60-100 m bieżących, linearnych zadrzewień lub żywopłotów. Wdrożono system w oparciu o takie gatunki drzew jak dąb, sosna, topola, orzech wiśnia. W tej praktyce mieszczą się również gatunki przeznaczone do sadów ekstensywnych Systemy leśnopastwiskowe redukują emisję GHG oraz zwiększają sekwestrację węgla w glebie. Potwierdzono również szereg korzyści dla retencji wodnej, czy biologii gleby. Oprócz plonu rolniczego, uzyskuje się również plon masy drzewnej lub owoców (sady).

**Potencjał redukcyjny GHG:**

35%, 0,6 – 7.4 t CO<sub>2</sub> eq. /ha/rok.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

3

**Koszty wdrożenia:**

1300 zł/ha/rok jako pakiet działań w PROW.

**Możliwość aplikacji:**

Ograniczona do większych gospodarstw w regionach o wystarczającym rozłogu pastwisk, zalecane w warunkach krajowych zwłaszcza na obszary podgórskie lub o polodowcowej rzeźbie terenu lub obszary chronione.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Możliwość wykazywania sekwestracji Poza obszarem LULUCF - do 1,6 t CO<sub>2</sub>/ha/rok. Obniżone o ok. 25 % plonowanie z jednostki, głównie na skutek utraty powierzchni pod drzewa. Uwzględnić należy również aspekty ochrony krajobrazu i wartości kulturowych.

**Możliwość szacowania:**

Prosta, w ramach działań PROW – ARMIR, a następnie przesyłanie danych do KASHUE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Jak wszystkich działań rolno środowiskowych. Aktualnie w ramach „zazielenienia” uwzględniane są zadrzewienia i żywopłoty, jednak nie są one ujmowane jako system, lecz ekwiwalent TUZ, bez łączenia z wypasem zwierząt. Wprowadzenie systemu zmultiplikuje efekt redukcyjny, co też należy skorygować w dokumentach PROW.

Ze względu na całkowity brak stosowania takich systemów w kraju, konieczność podjęcia badań naukowych, pilotażowych wdrożeń oraz szkoleń.

**2.5. OBSZAR V****ROLNICTWO EKOLOGICZNE****PRAKTYKA NR 37****EKOLOGICZNA UPRAWA  
ROŚLIN I GLEBY****Opis praktyki:**

Certyfikowana produkcja ekologiczna w uprawie roślin odbywa się bez stosowania azotowych nawozów mineralnych. Konieczne jest również stosowanie zmianowania, a w warunkach krajowych wsiewek i poplonów.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

%, 0,4 – 3.7 t CO<sub>2</sub> eq. /ha/rok.

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

3.

**Koszty wdrożenia:**

Jako pakiet działań w PROW 1700 zł/ha.

**Możliwość aplikacji:**

Ograniczona do certyfikowanych gospodarstw. Docelowo ok. 50 tys. gospodarstw.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Obniżone o ok. 25 % plonowanie z jednostki, głównie na skutek braku ochrony i azotowego nawożenia mineralnego roślin. Praktyka wybitnie chroniąca środowisko naturalne. Możliwość pokrycia niszy rynkowej dla produktów wysokiej jakości oraz duży potencjał eksportowy. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki.

**Możliwość szacowania:**

Prosta, w ramach działań PROW – ARMIR, GIJHARS, a następnie przesyłanie danych do KOBiZE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Jak wszystkich działań rolno środowiskowych. Działanie aktualnie realizowane przez PROW, któremu podlega ok. 25 tys. gospodarstw.

***PRAKTYKA NR 38******EKOLOGICZNY CHÓW ZWIERZĄT*****Opis praktyki:**

Chów zwierząt gospodarskich zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego. W tej praktyce w znacznej mierze wykorzystywane są takie elementy jak wysoki udział pastwiskowania i konieczność wybiegów dla zwierząt. Zakaz stosowania GMO implikuje żywieniowe wykorzystanie bobowatych.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

15-18% 430 – 516 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok dla zwierząt monogastrycznych, dla przeżuwaczy 40-50%, 1433,36 kg CO<sub>2</sub> eq./szt./rok. Efekty mogą być jednak o 15% wyższe, gdyż brak jest badań krajowych w tym zakresie, a przez to praktyka wydaje się niedoszacowana .

**Ocena potencjału redukcyjnego GHG:**

3.

**Koszty wdrożenia:**

Jako pakiet działań w PROW 1700 zł/ha.

**Możliwość aplikacji:**

Ograniczona do gospodarstw certyfikowanych. Aktualnie ok. 8 tys. gospodarstw z tendencją do wzrostu tej liczby.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Podwyższone o ok. 30 % koszty produkcji. Praktyka wybitnie chroniąca środowisko naturalne i dobrostan zwierząt. Możliwość pokrycia niszy rynkowej dla produktów wysokiej jakości oraz duży potencjał eksportowy. Brak konsekwencji dla innych gałęzi gospodarki.

**Możliwość szacowania:**

Prosta, w ramach działań PROW – ARMIR, GIJHARS, a następnie przesyłanie danych do KOBiZE. Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania IPCC.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Jak wszystkich działań rolno środowiskowych. Działanie aktualnie realizowane przez PROW.

**PRAKTYKA NR 39****BIOGAZOWNIE ROLNICZE****Opis praktyki:**

Z obszaru biogospodarki pochodzi metoda wykorzystania zaniechanej emisji metanu do celów kogeneracji energii. Metoda polega na prowadzeniu mokrej fermentacji metanowej w dedykowanej do tego celu instalacji z użyciem gnojowicy jako nośnika hydraulicznego oraz źródła energii i metanu, czyli najczęściej kiszonki z kukurydzy. Powstający gaz zawiera zazwyczaj 40-50% metanu, co umożliwi jego spalanie w kogeneratorze energii elektrycznej. Jeśli tylko zbiorniki na gnojowice i pofermentat są przykryte, to biogazownia może zredukować do 90% emisji metanu i 30% emisji podtlenku azotu. Pamiętać należy, że każda taka instalacja poprzez różnego rodzaju nieszczelności emituje 10–15% produkowanego metanu. Generalnie, metody szacowania emisji GHG umieszczają efekt energetyczny wykorzystania OZE w bilansie produkcji energii. Emisja zaniechana powinna być jednak brana pod uwagę w sektorze rolnictwa.

**Potencjał redukcyjny GHG:**

90% CH<sub>4</sub> i 30 N<sub>2</sub>O.

**Ocena potencjału reducyjnego GHG:**

3.

**Koszty wdrożenia:**

2 mln zł za każde 100 kW mocy.

**Możliwość aplikacji:**

Ograniczona do gospodarstw o znacznych zasobach finansowych.

**Konsekwencje wdrożenia:**

Realizacja wymogów UE co do udziału OZE w krajowym miksie energetycznym.  
Realizacja modelu energetyki rozproszonej.

**Możliwość szacowania:**

Prosta, w ramach działań ARMIR, a następnie przesyłanie danych do KOBiZE.  
Aktualnie brak możliwości ujęcia w metodyce szacowania IPCC.

**Sposób wdrożenia i promocji:**

Poprzez dofinansowanie ze środków Programu strategicznego.

## **Redukcja emisji GHG i inne praktyki prośrodowiskowe w produkcji wysokojakościowego mięsa w Polsce, a koncept zrównoważonych systemów żywnościowych UE**

### **Wprowadzenie**

Rolnictwo w Unii Europejskiej - choć jest jedynym dużym sektorem rolnym na świecie, który ograniczył emisje gazów cieplarnianych (o 20% od 1990 r.) – wciąż odpowiada za ponad 10% emisji gazów cieplarnianych, z czego 70% to skutek utrzymanie zwierząt (Emisje gazów cieplarnianych...). Wraz z produkcją, przetwórstwem, pakowaniem i transportem, sektor spożywczy jest jednym z kluczowych czynników odpowiedzialnych za zmianę klimatu. Władze UE uznały - co znajduje wyraz w dokumentach strategicznych Wspólnoty publikowanych od 2019 roku i związanych z tzw. „Zielonym Ładem” (Europejski Zielony Ład) - że, zmiana sposobu produkcji, kupowania i konsumpcji żywności jest konieczna, aby zmniejszyć skutki dla środowiska i pomóc w walce ze zmianą klimatu. Równoległym celem wyznaczonym przez Komisję Europejską w ramach strategii „od pola do stołu” (Komunikat Komisji (1)...) jest ochrona „źródeł utrzymania wszystkich podmiotów gospodarczych w łańcuchu żywnościowym poprzez generowanie bardziej sprawiedliwych korzyści ekonomicznych i tworzenie nowych możliwości biznesowych”. Efektem realizacji celów ma być stworzenie zrównoważonego (pod kątem środowiskowym, ekonomicznym i społecznym, w tym zdrowotnym) systemu żywnościowego w UE. Choć szczegółowe przepisy i rozwiązania na gruncie UE dopiero powstają - zgodnie z zapowiedziami Komisji Europejskiej ujrzą światło dzienne w 2023 roku (Mapa drogowa KE...), to już dziś widać, że każdy z sektorów rolno-spożywczych będzie zmuszony wdrożyć rozwiązania, które pozwolą zredukować (docelowo zneutralizować) negatywny wpływ produkcji na środowisko. W szczególności, negatywnym położeniu znajduje się branża mięsna, która po pierwsze powszechnie uznawana jest za jednego z głównych winowajców wysokiej emisji GHG do atmosfery, po drugie zmagają się ze zmianą upodobań konsumenckich na Starym Kontynencie. Według badania Eurobarometru z kwietnia 2021 r., ok. jedna trzecia Europejczyków kupuje i je więcej żywności ekologicznej (32%), ale jednocześnie kupuje i je mniej mięsa (31%). Dodatkowo 16% konsumentów bierze pod uwagę ślad węglowy swoich zakupów żywnościowych, co coraz częściej wpływa na ich decyzje zakupowe (Eurobarometr). Wychodzą naprzeciw oczekiwaniom i wprowadzanym zmianom część branży mięsnej w Polsce – operatorzy krajowych systemów jakości żywności w sektorze mięsa tj. QAFP i QMP (Krajowe Systemy Jakości) – zdecydowała się wprowadzić dodatkowe wymagania dla producentów i przetwórców mięsa w zakresie redukcji GHG. Opisane w niniejszej monografii metodyki mają stać się podstawą do opracowania kalkulatora emisji GHG, który w pierwszej kolejności testowany będzie właśnie u rolników i producentów objętych systemami QMP (Strona Internetowa QMP) i QAFP (Strona Internetowa QAFP). Wśród tych ostatnich przeprowadzono także badania w zakresie oceny kosztochłonności i trudności

wdrożenia poszczególnych metodyk, jak również oceny ich oddziaływania na poprawę redukcji emisji GHG. Wstępne wyniki badań prezentowane są na końcu tego rozdziału.

„Od pola do stołu” czyli w stronę zrównoważonego systemu żywnościowego UE

Dzięki tak zwanej „strategii od pola do stołu” (Komunikat Komisji...) przedstawionej 20 maja 2020 r., Komisja Europejska zamierza zbudować zrównoważony system żywnościowy UE zapewniający bezpieczeństwo żywnościowe oraz chroniący ludzi i środowisko naturalne. Strategia od pola do stołu jest częścią Europejskiego Zielonego Ładu (Europejski Zielony Ład) i jego celu osiągnięcia przez UE neutralności klimatycznej do 2050 r. Jest ponadto ściśle powiązana z nową strategią różnorodności biologicznej 2030 (Komunikat Komisji (1)...) oraz reformą Wspólnej Polityki Rolnej. UE zamierza przekształcić sposób produkcji i konsumpcji żywności w Europie, by wzmocnić odporność branży rolno-spożywczej na kryzysy oraz by zmniejszyć ślad środowiskowy produkcji żywności (Parlament Europejski nt. stworzenia...). Sektor rolno-spożywczy ma bowiem znaczny wpływ na środowisko - według sprawozdania Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (ang. IPCC) system żywnościowy odpowiada na poziomie globalnym za około 21-37% całkowitej emisji gazów cieplarnianych (Special Report on Climate...). W UE samo rolnictwo odpowiada za około 11% emisji gazów cieplarnianych (Reflection paper). Emisje gazów cieplarnianych pochodzących od zwierząt gospodarskich w UE-27 nie zmniejszyły się w latach 2010–2018. Procesy trawienne pasz odpowiadają za 78% emisji zwierząt gospodarskich, podczas gdy przechowywanie obornika za pozostałe 22%. Emisje z bydła mięsnego i mlecznego odpowiadają za 77% emisji zwierząt gospodarskich (European Court of Auditors). Stosowanie azotu (głównie nawozów azotowych) w rolnictwie prowadzi do emisji podtlenku azotu do atmosfery - w 2017 r. emisje gazów azotowych z rolnictwa stanowiły 43% wszystkich emisji z rolnictwa i 3,9% całkowitych emisji UE (EEA). W odpowiedzi na powyższe wyzwania w strategii „od pola do stołu” zakłada się zarówno osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r., jak i jednocześnie przekształcenie obecnego unijnego systemu żywnościowego w model zrównoważony. Pomóc w tym mają, już w 2030 roku:

- zmniejszenie stosowania pestycydów i ryzyka związanego z ich stosowaniem o 50%
- zmniejszenie zużycia nawozów o co najmniej 20%
- zmniejszenie sprzedaży środków przeciwdrobnoustrojowych stosowanych w hodowli zwierząt i w akwakulturze o 50%
- 25% gruntów rolnych przeznaczonych pod uprawę ekologiczną

We wrześniu 2021 roku KE rozpoczęła ponadto konsultacje publiczne dot. „inicjatywy określenia i zapewnienie zrównoważonego systemu żywnościowego UE oraz uwzględnienia zrównoważonego rozwoju we wszystkich aspektach polityki związanych z żywnością” (Zrównoważony unijny system...). Inicjatywa ma pozwolić określić ogólne zasady i cele oraz wymogi i obowiązki wszystkich

podmiotów w systemie żywnościowym UE (Inception impact assessment...). W oparciu o Inicjatywę opracowane mają być założenia przyszłych przepisów w zakresie:

- oznakowania zgodności produktów spożywczych z zasadami zrównoważonego rozwoju,
- minimalnych kryteriów udzielania zrównoważonych zamówień publicznych,
- zarządzania żywnością i monitorowania procesów zrównoważenia produkcji.

Choć przepisy UE w zakresie zrównoważonych systemów żywnościowych mają powstać dopiero w 2023, warto już dziś przyjrzeć się temu, jakie definicje zrównoważonej produkcji zostały opracowane przez poszczególne organizacje i instytucje międzynarodowe. Zrównoważone systemy żywnościowe znajdują się w bowiem w centrum programów politycznych ukierunkowanych na zrównoważony rozwój, takich jak przytaczany już program Komisji Europejskiej - Europejski Zielony Ład (Leśkiewicz, 2020).

- I. Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) definiuje zrównoważony system żywnościowy w następujący sposób: zrównoważony system żywnościowy (SFS) to system żywnościowy, który zapewnia bezpieczeństwo żywnościowe i odżywianie dla wszystkich w taki sposób, aby nie narażać ekonomicznych, społecznych i środowiskowych podstaw zapewniania bezpieczeństwa żywnościowego i żywienia przyszłych pokoleń. To oznacza, że: jest opłacalny przez cały czas (stabilność ekonomiczna); przynosi szerokie korzyści dla społeczeństwa (zrównoważenie społeczne); ma pozytywny lub neutralny wpływ na środowisko naturalne (zrównoważenie środowiskowe) (Sustainable Food Systems).
- II. Organizacja American Public Health Association (APHA) definiuje zrównoważony system żywnościowy jako taki, który zapewnia zdrową żywność w celu zaspokojenia aktualnych potrzeb żywieniowych, przy jednoczesnym zachowaniu zdrowych ekosystemów, które mogą również zapewnić żywność dla przyszłych pokoleń przy minimalnym negatywnym wpływie na środowisko. Zrównoważony system żywnościowy wspiera lokalną infrastrukturę produkcji i dystrybucji żywności oraz sprawia, że s pożywna żywność jest dostępna i przystępna cenowo dla wszystkich. Ponadto jest humanitarny i sprawiedliwy, chroniąc rolników i innych pracowników, konsumentów i społeczności (APHA Toward a...).
- III. Unia Europejska definiuje zrównoważony system żywnościowy jako system, który dostarcza i promuje bezpieczną, pożywną i zdrową



żywność o niskim wpływie na środowisko dla wszystkich obecnych i przyszłych obywateli UE w sposób, który chroni środowisko naturalne i jego usługi ekosystemowe, jest solidny i odporny, dynamiczny gospodarczo, sprawiedliwy i oraz społecznie akceptowalny. Czyni to bez uszczerbku dla dostępności pożywnej i zdrowej żywności dla osób mieszkających poza UE, ani bez szkody dla ich środowiska naturalnego (Rada UE nt. Zielonego Ładu).

Próbując wyciągnąć „przed nawias” części wspólne i kluczowe powyższych definicji można stwierdzić, że zrównoważony system żywnościowy jest rodzajem systemu żywnościowego, który zapewnia zdrową żywność dla ludzi i tworzy zrównoważone systemy środowiskowe, gospodarcze i społeczne. Jednocześnie przejście na zrównoważony systemy żywnościowe polegać ma na rozwoju bardziej zrównoważonych systemów dystrybucji żywności, stworzenia zrównoważonej diety i ograniczenia marnotrawienia żywności w całym systemie (ŚODR Modliszewice). Każdorazowo przejście w stronę zrównoważenia należy zaczynać od podstaw, czyli od rozwoju zrównoważonych praktyk rolniczych, w tym hodowlanych i produkcyjnych.

Polityka jakości żywności a zrównoważone rolnictwo i zrównoważona produkcja żywności.

W Unii Europejskiej funkcjonuje wiele systemów jakości żywności, których zadaniem jest weryfikowanie i wyróżnianie na rynku żywności charakteryzującej się ponadprzeciętnymi cechami jakościowymi i właściwościami. Niektóre z systemów, jak np. oznaczenia geograficzne czy rolnictwo ekologiczne, są tworzone na poziomie wspólnotowym (Quality Schemes Explained). W poszczególnych państwach członkowskich UE istnieją jednak dziesiątki systemów, których celem również jest szeroko rozumiane wsparcie dla produkcji wysokiej jakości (Krzyżanowski, 2017). Zgodnie z polskim i unijnym prawem krajowe systemy jakości żywności powinny zostać uznane przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz być notyfikowane przez Komisję Europejską. Przepisy UE w następujący sposób określają wymagania dotyczące krajowych systemów jakości żywności (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego):

- Specyfika produktu końcowego wytworzonego w ramach systemów wynika z jasnego wymogu zagwarantowania któregośkolwiek z następujących elementów:
  - określonych cech produktu,
  - określonych metod uprawy lub produkcji, lub
  - jakości produktu końcowego, która w sposób znaczący przewyższa normy handlowe dotyczące danego produktu pod względem zdrowia publicznego, zdrowia zwierząt lub

roślin, dobrostanu zwierząt lub ochrony środowiska;

- System jest otwarty dla wszystkich producentów;
- System obejmuje wiążące specyfikacje produktów, a zgodność z tymi specyfikacjami jest weryfikowana przez organy publiczne lub niezależny organ kontroli;
- System jest przejrzysty i zapewnia pełną identyfikowalność produktów.

Stwierdzenie spełnienia powyższych wymagań następuje w drodze decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. W Polsce status krajowego systemu jakości żywności posiadają następujące systemy:

1. System Jakości Wołowiny QMP (Quality Meat Programme)
2. System Gwarantowanej Jakości Żywności QAFP (Quality Assurance for Food Products)
3. System "Jakość Tradycja" (dedykowany produktom tradycyjnym)
4. System "Produkcja Integrowana" (dedykowany produkcji roślinnej)

Z oczywistych względów w niniejszym rozdziale w skrócie omówiona zostanie charakterystyka dwóch pierwszych systemów:

1. System Jakości Wołowiny QMP (Quality Meat Programme).



Decyzją z dnia 20 października 2008 roku System QMP został uznany przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi za krajowy system jakości żywności. System dedykowany wyróżnianiu mięsa wołowego, pozyskiwanego z wyselekcjonowanych ras bydła, hodowanych z myślą o mięsie kulinarnym.

Charakterystyka systemu QMP:

Jakość wołowiny i młodej wołowiny wytworzonej w ramach systemu QMP wynika ze szczegółowych obowiązków producentów żywca, które gwarantują cechy charakterystyczne w procesie produkcji, a w szczególności:

- dobór odpowiednich ras do produkcji zwierząt kwalifikowanych w Systemie QMP – zwierzęta ras mięsnych (Limousin (LM), Charolaise (CH), Angus (AN), (AR), Hereford (HH), Salers (SL), Simentaler (SM) oraz krzyżówki ras mięsnych (MM) w których komponent ojcowski stanowią rasy mięsne);
- sposób postępowania ze zwierzętami, w szczególności stosowanie systemu bezwiewięziowego w gospodarstwie;

- stosowanie zaleceń opasania w ramach Systemu QMP, w szczególności osiągnięcie wagi ubojowej i parametrów tuszy dla zwierząt w wymaganym wieku;
- stosowanie standardów dotyczących transportu zwierząt i sposobu postępowania z nimi w rzeźniach.

## 2. System Gwarantowanej Jakości Żywności QAFP (Quality Assurance for Food Products)



Decyzją z dnia 11 grudnia 2009 roku System QAFP został uznany przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi za krajowy system jakości żywności. System QAFP ma charakter multiproductowy. W zeszytach branżowych dedykowanych poszczególnym sektorom branży mięsnej znajdują się wymagania produkcyjne i jakościowe dla każdego z etapów produkcji (poniżej skoncentrowano się na produkcji mięsa wieprzowego).

### Charakterystyka systemu QAFP:

Jakość wieprzowiny wytworzonej w ramach systemu QAFP wynika ze szczegółowych obowiązków producentów żywca, które gwarantują cechy charakterystyczne w procesie produkcji jakimi są:

- wykorzystanie w krzyżowaniu towarowym wyłącznie świń konkretnych ras dostarczających mięso wysokiej jakości kulinarnej,
- wykorzystanie w krzyżowaniu towarowym wyłącznie świń wolnych od genu RYR1T, czyli genu odpowiedzialnego za zwiększoną częstotliwość występowania wad jakości mięsa typu PSE (od ang. pale – soft – exudative – mięso jasne, miękkie, wodniste),
- przestrzeganie standardów systemu QAFP dotyczących żywienia, w szczególności zakazu żywienia tuczników paszami z komponentami, które wpływają na wartość sensoryczną lub technologiczną tusz, co najmniej na trzy tygodnie przed uzyskaniem masy ubojowej,
- ustanowienie górnej granicy mięsności świń na poziomie 60%, co ogranicza częstotliwość występowania wad mięsa typu PSE,
- obowiązek zapewnienia zwierzętom odpoczynku w magazynach przedubojowych po zakończonym transporcie i rozładunku, w warunkach określonych w standardach systemu QAFP,

- przestrzeganie, określonej w standardach systemu QAFP, górnej granicy czasu, w jakim należy zakończyć czynności uboju i rozpocząć wychładzanie,
- pakowania mięsa kulinarnego objętego znakiem jakości wyłącznie w atmosferze gazów obojętnych (MAP),
- przestrzeganie zakazu nastrzykiwania mięsa oraz poddawania go jakimkolwiek innym zabiegom, których celem jest wprowadzenie wody bądź jakichkolwiek substancji dodatkowych,
- przestrzeganie zakazu znakowania uprzednio mrożonego mięsa znakiem jakości QAFP.

#### Zrównoważona produkcja mięsa w systemach QMP i QAFP.

Administratorzy systemów QAFP oraz QMP (odpowiednio organizacje UPEMI oraz PZPBM), w reakcji na nowe oczekiwania społeczne w zakresie żywności i zdrowia - dotyczące zrównoważonej produkcji rolnej, zdrowszego odżywiania oraz dobrostanu zwierząt - postanowili wdrożyć zmiany w systemach wspierające rolników w aktywnym dostosowywaniu produkcji do sygnałów płynących z rynku (do oczekiwań konsumentów i decydentów). Systemy QAFP i QMP zostały rozszerzone o rekomendowane przez gremia europejskie działania i wymogi z zakresu m.in. ochrony klimatu, zrównoważonej produkcji i zdrowia publicznego. Dzięki stosowaniu nowych wymogów dla uczestników systemów QAFP i QMP zredukowana zostanie emisja gazów cieplarnianych (GHG), co pozwoli złagodzić skutki zmian klimatycznych. Metody pomiaru w warunkach krajowych będą wdrożone zgodnie z rekomendacjami wynikającymi w dyrektyw oraz prawodawstwa unijnego i dostosowane do warunków polskich w formule tzw. kalkulatora emisji.

Zmiany w systemie QMP dot. zrównoważenia produkcji:

Rolnicy uczestniczący w systemie QMP będą zobowiązani m.in. do:

- ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w swoich gospodarstwach o 15%
- ograniczenia wykorzystania antybiotyków w chowie bydła
- poprawy dobrostanu zwierząt, poprzez uwolnienie wszystkich zwierząt z uwięzi do 2027 roku

Zmiany w systemie QAFP dot. zrównoważenia produkcji:

Rolnicy uczestniczący w systemie QAFP będą zobowiązani m.in. do:

- ograniczenia emisji gazów cieplarnianych
- obniżenia śladu węglowego
- ograniczenia wykorzystania antybiotyków

- poprawy dobrostanu zwierząt poprzez zwiększenie powierzchni na sztukę oraz zapewnienie materiałów absorbujących uwagę zwierząt i/lub materiałów manipulacyjnych

Elementy monitorowania realizacji celów z zakresu ochrony klimatu będą uwzględnione w rozszerzonym systemie certyfikacji QAFP oraz QMP. Certyfikowany podmiot będzie objęty monitorowaniem według metodyki przyjętej przez dany system oraz uzależniony od jego specyficznych potrzeb. W ten sposób systemy mają gwarantować uzyskanie w procesach certyfikacji określonej ilości obniżania emisji GHG. Powyższe wymagania wykraczają poza aktualne wymogi prawne dotyczące utrzymania zwierząt gospodarskich. Uczestnicy systemów QMP lub QAFP będą realizować powyższe dodatkowe wymogi poprzez stosowanie odpowiednich metodyk z zakresu zarządzania gospodarstwem, a ich postępy w osiąganiu celów będą sukcesywnie monitorowane. Udział w systemie jest dobrowolny, ale spełnianie wymogów systemu jest dla uczestników obligatoryjne (spełnienie nowych wymogów dot. zrównoważonej produkcji będzie obligatoryjne od 2023 roku).

Metody redukcji emisji GHG i sekwestracji CO<sub>2</sub> w ocenie rolników biorących udział w systemach jakości żywności QMP i QAFP – cząstkowe wyniki badań.

Operatorzy systemów QMP i QAFP - przy wsparciu Instytutu Zootechniki w Balicach i Instytutu Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN - realizują projekt pn. „Przyjazna dla klimatu polska wołowina i wieprzowina wysokiej jakości”. W jego ramach powstać ma pierwszy w Polsce i jeden z pierwszych w Europie, kalkulator emisji gazów cieplarnianych przy produkcji zwierzęcej. Prace nad kalkulatorem dofinansowała Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w ramach działań ukierunkowanych na wsparcie innowacji rolniczych (działanie M16. "Współpraca"). Celem projektu jest opracowanie założeń, wdrożenie oraz praktyczna weryfikacja metod redukujących emisje gazów cieplarnianych (GHG) oraz zwiększających sekwestrację węgla w rolnictwie. Kalkulator emisji GHG, którego podstawą mają być metodyki prezentowane w niniejszej publikacji, jest tworzony i rozwijany u rolników i hodowców uczestniczących w dwóch wyżej wymienionych krajowych systemach jakości żywności dedykowanych produkcji mięsnej tj. QAFP (wieprzowina) i QMP (wołowina). Projekt stworzenia kalkulatora pozwolić ma na praktyczne wdrożenie metod produkcji zwierzęcej, redukujących emisje GHG, tak z chowu zwierząt, jak i jego bazy paszowej.

Jednym z działań przewidzianych do realizacji w projekcie „Przyjazna dla klimatu polska wołowina i wieprzowina wysokiej jakości” jest także określenie poziomów wsparcia, które powinni otrzymywać rolnicy przystępujący do programu redukcji emisji w ramach systemów QMP i QAFP. Zaplanowanie kwestii zachęt dla rolników i hodowców, którzy docelowo będą musieli spełnić wiele dodatkowych wymogów i wytycznych przy produkcji "niskoemisyjnego mięsa" jest kluczowe dla powodzenia całego przedsięwzięcia. Jednym z etapów prowadzących do właściwego określenia stopnia wsparcia jest zweryfikowanie,

które z proponowanych metodyk redukcji emisji rolnicy uznają za proste i przyjazne we wdrożeniu, a które widzą jako trudne i kosztochłonne. Nie bez znaczenia jest także to, jak – w pełni subiektywnie - rolnicy oceniają poszczególne metodyki w odniesieniu do ich efektywności redukcji GHG.

W momencie przygotowywania niniejszej publikacji powyższe badania z rolnikami, hodowcami i przetwórcami nadal były realizowane. Choć w żaden sposób przytoczonych niżej informacji nie można traktować jako ostatecznych i reprezentatywnych danych, to jednak autorzy zdecydowali się już na tym etapie prac badawczych przedstawić wybrane wyniki cząstkowe badań. Rzucają one bowiem światło na to, jak rolnicy podchodzą do kosztochłonność poszczególnych metodyk, jak oceniają trudność w ich wdrożeniu w gospodarstwach, a także które z metodyk uznają za najbardziej efektywne w procesie redukcji emisji GHG.

Wszyscy rolnicy uczestniczący w badaniach zajmowali się głównie produkcją mięsną i od co najmniej czterech lat produkowali w ramach systemów jakości QMP lub QAFP. Uczestnicy badania są dobierani w sposób celowy. Kluczowe w badaniu jest to, aby pozyskać jak najwięcej informacji na temat postawionych problemów badawczych lub pogłębić charakterystyki już zidentyfikowanych zagadnień (Nowak 1985). Warto zauważyć, że w dużej mierze rolnicy wskazywali, że niektóre praktyki mające służyć zrównoważeniu produkcji już realizują oraz traktują je jako koherentny i immanentny element sposobu ich gospodarowania. Poniżej zaprezentowane zostało zestawienie (na bazie niepełnych danych) opinii badanych rolników, hodowców i przetwórców dot. wybranych metodyk redukcji GHG w gospodarstwie (z wyłączeniem praktyk ekologicznych):

I. Dotyczy metodyk w produkcji roślinnej w odniesieniu do uprawy roślin.

Najczęściej wśród praktyk już realizowanych przez badanych znajdowały się: zagospodarowanie resztek poźniwnych i wapnowanie. Połowa badanych ogranicza uprawę płużną w swojej praktyce rolniczej. Dla badanych potencjalnie najtrudniejszą praktyką do wdrożenia spośród zaproponowanych jest zwiększenie uwilgotnienia i podniesienie zwierciadła wód. Najdroższą praktyką zdaniem badanych jest przeciwdziałanie zmianie użytkowania łąkowego/pastwiskowego na orne oraz zmiana sposobu użytkowania z ornego na łąkowe. Za skuteczne w redukcji emisji GHG praktyki badani uznawali: zagospodarowanie resztek poźniwnych, wapnowanie i kontrola zasobności gleby.

II. Dotyczy metodyk w produkcji roślinnej w odniesieniu do nawożenia.

Najczęściej wśród praktyk już realizowanych przez badanych znajdowały się: dogłębowa aplikację nawozów naturalnych oraz precyzyjne nawożenie zmniejszające zużycie mineralnych nawozów azotowych. Praktyką trudną do wdrożenia jest ich zdaniem nawozowe stosowanie inhibitorów nityfikacji – wskazało na to połowa rolników. Kosztochłonność realizowanych praktyk w

opiniach rolników jest przeciętna – ani niska, ani wysoka. Wyjątek stanowi stosowanie inhibitorów nityfikacji, które oceniane jest jako praktyka, której realizacja będzie wymagała wysokich nakładów finansowych. Pod względem skuteczności obniżenia emisji wszystkie wymienione w tym obszarze praktyki są oceniane przez badanych relatywnie wysoko.

III. Dotyczy metodyk w produkcji zwierzęcej w odniesieniu do hodowli.

Większość badanych (byli to badani uczestniczący w systemie jakości żywności QMP) potwierdziło, że zaproponowane w tym obszarze praktyki już wdrażają. Wszystkie te praktyki ponownie badani najczęściej oceniali dość wysoko zarówno w zakresie kosztocłonności i skuteczności w redukcji emisji gazów cieplarnianych.

IV. Dotyczy metodyk w produkcji zwierzęcej w odniesieniu do żywienia.

Za najbardziej kosztoclonną praktykę uznano: żywienie krów z udziałem 3NOOP, suplementację dawek pokarmowych węglowodanami niestrukturalnymi, suplementację dawek pokarmowych tłuszczami roślinnymi o wysokiej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych, suplementację dawek pokarmowych krów fitobiotykami i ekstraktami roślinnymi oraz suplementację dawek pokarmowych krów probiotykami lub eubiotykami. Najmniejszą kosztoclonność odnotowano przy zwiększeniu udziału pastwiskowego żywienia krów oraz wprowadzeniu udziału roślin strączkowych/bobowatych w dawkach pokarmowych bydła i zwierząt monogastrycznych. Z kolei najwięcej osób za najbardziej efektywne praktyki w zakresie redukcji GHG uznało suplementację dawek pokarmowych węglowodanami niestrukturalnymi oraz suplementację dawek pokarmowych tłuszczami roślinnymi o wysokiej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych.

V. Dotyczy metodyk w produkcji zwierzęcej w odniesieniu do przechowywania nawozów naturalnych.

Najczęściej wśród praktyk już realizowanych przez badanych znajdowało się szybkie usuwanie gnojowicy z budynków inwentarskich. Do potencjalnie problematycznych do wdrożenia praktyk badani zaliczyli separację gnojowicy, zakwaszanie gnojowicy oraz zmianę systemu utrzymania krów i świń ze ściółkowego na bezściółkowy. Badani rolnicy za najdroższą praktykę uznali spalanie odchodów zwierząt, za relatywnie najtańszą - szybkie usuwanie gnojowicy z budynków inwentarskich. Niemalże wszystkie wskazane praktyki w tym obszarze uznawane były za przeciętnie skuteczne pod względem redukcji gazów cieplarnianych.

VI. Dotyczy metodyk dot. produkcji zwierzęcej w odniesieniu do systemów rolno-leśnych.

Niemalże wszyscy badani wyrażali bardzo sceptyczne opinie w zakresie stosowania praktyk rolno-leśnych uznając je za trudne lub niemożliwe do

wdrożenia. Twierdzili, że koszt tych rozwiązań będzie bardzo wysoki a ich skuteczność w redukcji emisji gazów cieplarnianych stosunkowo niewielka.

#### Bibliografia:

- EEA - Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2017 and Inventory report (2019). <https://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2019>
- Eurobarometer, Climate Action and the Environment/Energy, Komisja Europejska (2020). <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2273> dostęp (08.01.2022).
- European Court of Auditors, Special Report 16/2021. Common Agriculture Policy and Climate: Half of EU climate spending but farm emissions are not decreasing: [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21\\_16/SR\\_CAP-and-Climate\\_EN.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_16/SR_CAP-and-Climate_EN.pdf) dostęp (12.01.2022).
- Europejski Zielony Ład - Komunikat Komisji, COM(2019) 640-final, Komisja Europejska (2019) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=en> dostęp (08.01.2022).
- Inception impact assessment - Ares(2021)5902055, Komisja Europejska (2021). <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/>
- Komunikat Komisji (1) do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Strategia „od pola do stołu” na rzecz sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego, COM/2020/381 final, Komisja Europejska (2020). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pl/TXT/?qid=1590404602495&uri=CELEX:52020DC0381> (dostęp 10.01.2022).
- Komunikat Komisji (2) do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Unijna strategia na rzecz bioróżnorodności 2030, COM(2020) 380 final, Komisja Europejska (2020). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380&from=EN> (dostęp 10.01.2022).
- Krzyżanowski, J. (2017). Krajowe systemy zapewnienia jakości żywności w wybranych krajach Unii Europejskiej (National Systems of Assuring Food Quality in Selected EU Countries), Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie - Problemy Rolnictwa Światowego, vol.17(32), nr 2, s. 136-143 DOI:10.22630/PRS.2017.17.2.33.
- Leśkiewicz, K. (2020). Zrównoważone systemy żywnościowe w kontekście reformy Wspólnej Polityki Rolnej – aspekty prawne. *Przegląd*



*Prawa Rolnego.* 2(27), 75-85.  
DOI:<https://doi.org/10.14746/ppr.2020.27.2.4>.

- Nowak, S. (1985). Metodologia badań społecznych, PWN, Warszawa.
- Reflection paper. Towards a sustainable Europe by 2030. Komisja Europejska (2019).  
[https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/rp\\_sustainable\\_europe\\_30-01\\_en\\_web.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/rp_sustainable_europe_30-01_en_web.pdf)
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1305/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich przez Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) i uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 1698/2005 (Art. 16 ust. 1 lit. b).
- Special Report on Climate Change and Land, IPCC (2019)  
<https://www.ipcc.ch/srccl/> (dostęp 10.01.2022).
- Sustainable Food Systems – Concept and Framework, FAO (2018)  
<http://www.fao.org/3/ca2079en/CA2079EN.pdf> (dostęp: 05.01.2022).

#### Strony Internetowe:

- APHA Toward a Healthy Sustainable Food System:  
<https://www.apha.org/policies-and-advocacy/public-health-policy-statements/policy-abase/2014/07/29/12/34/toward-a-healthy-sustainable-food-system> (dostęp 05.01.2022).
- Emisje gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej, Parlament Europejski 2021.  
<https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20180301STO98928/infografika-emisje-gazow-cieplarnianych-w-unii-europejskiej> (dostęp 05.01.2022).
- Krajowe Systemy Jakości: <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/krajowe-systemy-jakosci-zywnosci> (dostęp 11.01.2022).
- Mapa drogowa KE w zakresie opracowania przepisów dot. “Sustainable EU food system”:[https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-yoursay/initiatives/13174-Sustainable-EU-food-system-new-initiative\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-yoursay/initiatives/13174-Sustainable-EU-food-system-new-initiative_en) (dostęp 10.01.2022).
- Parlament Europejski nt. stworzenia zrównoważonego systemu żywnościowego:  
<https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20200519STO79425/stworzenie-zrownowazonego-systemu-zywnosciowego-strategia-ue> (dostęp 12.01.2022).
- Quality Schemes Explained, Komisja Europejska,  
[https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/quality-schemes-explained\\_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/quality-schemes-explained_en) (dostęp 12.01.2022).

- Rada UE nt. Zielonego Ładu: <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/green-deal/> (dostęp 05.01.2022).
- Strona Internetowa QAFP: <https://qafp.pl/> (dostęp 07.01.2022).
- Strona Internetowa QMP: <https://qmpsystem.eu/> (dostęp 07.01.2022).
- ŚODR Modliszewice (Domagała, K.). <https://www.sodr.pl/informacje-branzowe/index/Czym-jest-zrownowazony-system-zywnosciowy/idn:1755>
- Zrównoważony unijny system żywnościowy – nowa inicjatywa, Komisja Europejska 2021. [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13174-Zrownowazony-unijny-system-zywnosciowy-nowa-inicjatywa\\_pl](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13174-Zrownowazony-unijny-system-zywnosciowy-nowa-inicjatywa_pl) (dostęp 12.01.2022).