

Antoni Faber, Zuzanna Jarosz

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

POTENCJAŁY REDUKCJI EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH W POLSKIM ROLNICTWIE W ŚWIELE LITERATURY*

Słowa kluczowe: praktyki rolnicze, gazy cieplarniane, emisje, ograniczenia emisji

Wstęp

W perspektywie lat 2020-2030 Polska winna wspomóc osiągnięcie wspólnotowego celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w sektorach non-ETS o 30% w stosunku do emisji z 2005 r. (1, 2, 3, 4). Do sektorów non-ETS (nie objętych systemem handlu emisjami) zalicza się: transport, rolnictwo, mieszkalnictwo, instytucje, handel, usługi, gospodarowanie odpadami, emisje lotne z paliw, sektor komunalno-bytowy oraz niektóre procesy przemysłowe i spalanie paliw. Proponowane dla Polski ograniczenie emisji w sektorach non-ETS ma wynosić 7% w latach 2020-2030 (4). Należy przypuszczać, że część tego ograniczenia będzie musiało uzyskać rolnictwo.

Rolnictwo emituje do atmosfery takie gazy cieplarniane jak podtlenek azotu (N_2O), metan (CH_4) oraz dwutlenek węgla (CO_2). W ostatnim czasie poszukuje się praktyk rolniczych, których zastosowanie mogłoby obniżyć emisje gazów cieplarnianych (2, 5, 6). Efekty działania poszczególnych praktyk, w celu nadania im porównywalności, wyraża się w ekwiwalentach CO_2 . Poszukuje się przy tym takich praktyk, które wpisują się we Wspólną Politykę Rolną (WPR) i których efekty będą mogły być wyszacowane zgodnie z metodykami IPCC i uwzględnione w krajowych inwentaryzacjach emisji (5).

Na przestrzeni ostatnich lat (2015-2017) dokonano meta-przeglądów badań nad praktykami mogącymi ograniczać emisje w skali zagregowanej do krajów OECD (6), Unii Europejskiej (1, 5), a nawet jej krajów członkowskich UE (5). Na podstawie tych przeglądów można dojść do przekonania, że informacje na temat praktyk ograniczających emisję są ciągle niepełne, a niekiedy nawet dalece niewystarczające. Jednakże ze względu na to, że praktyki powinny być stosowane już od 2021 r. istniejące dane powinny być niezwłocznie wykorzystywane w promowaniu tych działań ograniczających emisję, które gwarantują: finansowanie z WPR, efektywność,

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

możliwość wyszacowania ograniczenia emisji według metodyk IPCC, możliwie niskie koszty zastosowań, spełnienie wymagań technicznych, uzyskanie korzyści przy małym ryzyku oraz walory socjoekonomiczne. Pod tym kątem opracowane zostały i ocenione 22 praktyki rolnicze dla UE i krajów członkowskich (5). Celem niniejszego opracowania jest przybliżenie czytelnikowi tych wyników w cytowanej pracy, które odnoszą się do polskiego rolnictwa.

Praktyki rolnicze mogące ograniczać emisję gazów cieplarnianych z polskiego rolnictwa

Na podstawie dostępnych danych literaturowych wyselekcjonowano 22 praktyki rolnicze, których zastosowania mogłyby potencjalnie przyczynić się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (Tab. 1). Praktyki te powiązane są z kategoriami emisji uwzględnianymi przez IPCC w metodykach szacunków emisji gazów cieplarnianych. Dwanaście praktyk można by zastosować w krótkim czasie, co pozwoliłoby wykazać efekty ograniczenia emisji w latach 2020-2030. Dziesięć praktyk mogłoby przynieść ograniczenia emisji, których nie dałoby się jednak wykazać w inwentaryzacjach emisji. Efekty działania praktyk byłyby krótko okresowe (do 20 lat), średnio okresowe (20-50 lat) lub długookresowe (>50 lat).

Potencjał ograniczenia emisji przez wytypowane praktyki rolnicze jest specyficzny dla każdej z nich (wielkości przyjęto z literatury, głównie europejskiej) i zależy od tego na jakim obszarze mogłyby być one zastosowane (przyjęto według ustaleń eksperckich) (Tab. 2). W Polsce 8 praktyk mogłoby dać duże potencjały ograniczenia emisji (>500 kt CO₂ eq r⁻¹), o trzy praktyki mniej niż w całej UE. Jednakże niektóre ograniczenia nie mogłyby być uwzględnione w inwentaryzacjach emisji (Tab. 1). Zdaniem autorów tego artykułu najlepsze rokowania na zastosowanie i odliczenie ograniczenia emisji w inwentaryzacji mogły by mieć: przekształcenia gruntów ornych w użytki zielone, zalesienia gruntów ornych, ochrona przed wylesianiem i usuwaniem drzew z gruntów rolnych, pozostawianie na polu resztek poźniwnych, uprawa międzyplonów oraz biologiczne wiązanie azotu. W sumie praktyki te mogłyby zmniejszyć emisje rolnicze o 3970 kt CO₂ eq r⁻¹. W zastosowaniach tych praktyk, o różnej efektywności, nie występowałyby mocne bariery ograniczające (Tab. 3).

Tabela 1

Praktyki rolnicze ograniczające emisję gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie i ich powiązania z kategoriami, dla których wykonuje się szacunki emisji według metodyk IPCC

Praktyka rolnicza	Kategorie w metodykach IPCC	Uznawana za ważną w inwentaryzacjach emisji	Metoda szacunku emisji	Możliwość uwzględnienia w inwentaryzacji	Czas potrzebny do zastosowania	Okres działania praktyki
Przekształcanie gruntów orných w użytki zielone	Przekształcanie gruntów orných w użytki zielone	nie	Tier 1	tak	krótki	krótko-/średniookresowy
Agro-leśnictwo	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	tak	Tier 1	tak	krótki	krótko-/średniookresowy
Ochrona torfowisk i mokradel	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	tak	nie uwzględnia się	tak	krótki	krótko- do długookresowy
Zalesienia gruntów rolnych	Grunty przekształcone na lasy	tak	Tier 2	tak	krótki	krótko- do długookresowy
Ochrona przed wylesianiem i usuwaniem drzew z gruntów rolnych	Lasy pozostające lasami	tak	Tier 2	tak	krótki	krótkookresowy
Gospodarowanie zadrzewieniami na użytkach rolnych	Lasy pozostające lasami	tak	Tier 2	nie	krótki	krótkoterminowy
Uprawa uproszczona	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	tak	Tier 1	tak	krótki	krótkoterminowy
Uprawa bezorkowa	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	tak	Tier 1	tak	krótki	krótkoterminowy
Pozostawianie na polu reszek pożniwowych	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	tak	Tier 1	tak	krótki	krótkoterminowy
Eliminowanie wypalania reszek pożniwowych	Spalanie reszek	tak	nie uwzględnia się	tak	krótki	krótkookresowy
Uprawa międzyplonów	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	tak	Tier 1	tak	krótki	krótkookresowy
Zapobieganie chorobom u zwierząt	Fermentacja jelitowa	nie	brak	nie	krótki	średnio- do długotrwały
Poprawa w hodowli zwierząt	Fermentacja jelitowa	nie	brak	nie	krótki	średnio- do długookresowy
Hodowla przeznaczący w kierunku zmniejszenia emisji metanu	Fermentacja jelitowa	tak	Tier 2	nie	średnia	średnio- do długookresowy
Dodatki do diety przeżuwaczy	Fermentacja jelitowa	tak	Tier 2	nie	średnia	krótko- do długookresowy
Optymalizacja żywienia zwierząt	Gospodarowanie obornikiem	tak	Tier 2	nie	średnia	krótko- do długookresowy
Plan gospodarowania gruntami i nawozami	Grunty orne pozostające gruntami ornymi, Użytki zielone pozostające użytkami zielonymi, emisja N ₂ O	nie	brak	nie	krótki	krótko- do długookresowy
Zastosowania inhibitorów nitryfikacji	Bezpośrednia emisja N ₂ O	tak	Tier 1	nie	krótki	krótko- do długookresowy
Poprawa efektywności wykorzystywania azotu	Emisja N ₂ O	tak	Tier 1	nie	krótki	krótko- do długookresowy
Biologiczne wiązanie azotu	Emisja N ₂ O	tak	Tier 1	tak	krótki	krótkookresowy
Narzędzia kontroli emisji	Całe rolnictwo	nie	brak	nie	krótki	krótko- do długookresowy
Poprawa efektywności energetycznej w gospodarstwach	Spalanie paliw, energia elektryczna	tak	brak	nie	krótki	krótko- do średniookresowy

Źródło: Martineau i in. 2016, (5) – zmodyfikowane

Tabela 2

Potencjał ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie dla przyjętych skal zastosowań

Praktyka rolnicza	Kategorie w metodykach IPCC	Skala zastosowania* (%)	Ograniczenie emisji (kt CO ₂ eq r ⁻¹)
Przekształcenie gruntów ornych w użytki zielone	Przekształcenie gruntów ornych w użytki zielone	1	650
Agro-leśnictwo	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	1	88
Ochrona torfowisk i mokradeł	Grunty podmokłe pozostające gruntami podmokłymi	1	0,0078
Zalesienia gruntów rolnych	Grunty przekształcone na lasy	1	280
Ochrona przed wylesianiem i usuwaniem drzew z gruntów rolnych	Lasy pozostające lasami	1	370
Gospodarowanie zadrzewieniami na użytkach rolnych	Lasy pozostające lasami	10	340
Uprawa uproszczona	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	5	24
Uprawa bezorkowa	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	5	49
Pozostawianie na polu resztek poźniwnych	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	1	160
Eliminowanie wypalania resztek poźniwnych	Spalanie resztek	100	30
Uprawa międzyplonów	Grunty orne pozostające gruntami ornymi	10	1600
Zapobieganie chorobom u zwierząt	Fermentacja jelitowa	45	400
Poprawa w hodowli zwierząt	Fermentacja jelitowa	15	32
Hodowla przeżuwaczy w kierunku zmniejszenia emisji metanu	Fermentacja jelitowa	1	0,64
Dodatki do diety przeżuwaczy	Fermentacja jelitowa	15	50
Optymalizacja żywienia zwierząt	Gospodarowanie obornikiem	50	120
Plan gospodarowania gruntami i nawozami	Grunty orne pozostające gruntami ornymi, Użytki zielone pozostające użytkami zielonymi, emisja N ₂ O	100	1100
Zastosowania inhibitorów nitryfikacji	Bezpośrednia emisja N ₂ O	70	6300
Poprawa efektywności wykorzystywania azotu	Emisja N ₂ O	100	1100
Biologiczne wiązanie azotu	Emisja N ₂ O	5	910
Narzędzia kontroli emisji	Całe rolnictwo	20	1100
Poprawa efektywności energetycznej w gospodarstwach	Spalanie paliw, energia elektryczna	35	540

Źródło: Martineau H. i in. 2016, (5) – zmodyfikowane; *%-powierzchni lub liczby zwierząt

Tabela 3

Charakterystyki praktyk rolniczych pod względem efektywności ograniczania emisji oraz barier
w stosowaniu w polskim rolnictwie

Praktyki rolnicze	Efektywność ograniczania emisji	Możliwości szacowania i weryfikacji emisji	Koszty inwestycyjne	Koszty bieżące	Wymogi techniczne	Korzyści	Ryzyka	Bariony socjo-ekonomiczne
Przekształcenie gruntów ornych w użytki zielone	++	bb	bs	bm	bb	bb	bs	bb
Agro-lesnictwo	+	bb	bs	bs	bb	bb	bb	bs
Ochrona torfowisk i mokradł	+++	bs	bs	bm	bb	bb	bm	bs
Zalesienia gruntów rolnych	+++	bb	bm	bm	bb	bb	bm	bb
Ochrona przed wylesianiem i usuwaniem drzew z gruntów rolnych	+++	bb	bs	bb	bb	bb	bb	bb
Gospodarowanie zadrzewieniami na użytkach rolnych	+++	bb	bs	bb	bb	bb	bb	bb
Uprawa uproszczona	+	bs	bs	bb	bb	bb	bb	bb
Uprawa bezorkowa	+	bs	bs	bb	bb	bb	bb	bb
Pozostawianie na polu resztek poźniwnych	+	bs	bb	bb	bb	bb	bb	bb
Eliminowanie wypalania resztek poźniwnych	+	bb	bb	bb	bb	bb	bb	bb
Uprawa międzyplonów	+	bs	bb	bb	bs	bb	bb	bs
Zapobieganie chorobom u zwierząt	++	bs	bb	bb	bs	bb	bb	bs
Poprawa w hodowli zwierząt	+	bs	bb	bs	bs	bb	bb	bs
Hodowla przeźuwaczy w kierunku zmniejszenia emisji metanu	+	bs	bb	bb	bs	bb	bb	bs
Dodatki do diety przeźuwaczy	+	bs	bb	bs	bs	bb	bb	bs
Optymalizacja żywienia zwierząt	+	bs	bb	bb	bs	bb	bb	bs
Plan gospodarowania gruntami i nawozami	+	bariera IPCC	bb	bb	bs wiedza	bb	bb	bb
Zastosowania inhibitorów nitryfikacji	+++	bb	bb	bm	bm	bb	bb	bm
Poprawa efektywności wykorzystywania azotu	+	bs	bs	bb	bs wiedza	bb	bb	bb
Biologiczne wiązanie azotu	+	bs	bb	bs	bb	bb	bb	bb
Narzędzia kontroli emisji	+	bariera IPCC	bb	bb	bs	bb	bb	bb
Poprawa efektywności energetycznej w gospodarstwach	++	bs	bs	bb	bs	bb	bb	bb

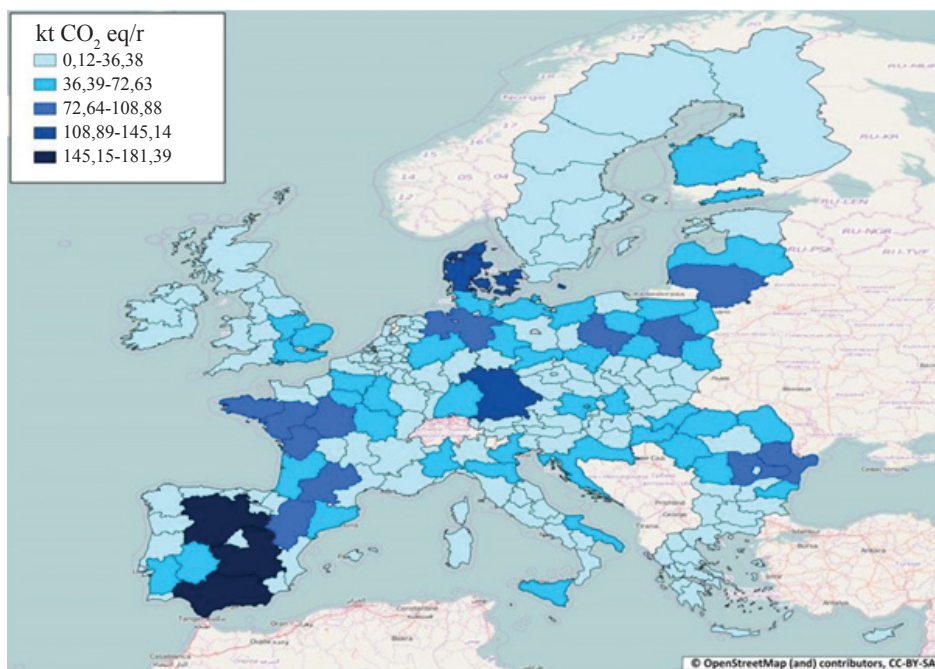
Źródło: Martineau H. i in. 2016, (5) – zmodyfikowane

efektywność - + mała, ++ - średnia, +++ - duża; bb – brak bariery, bs – bariera średnia, bm – bariera mocna

Przestrzenna zmienność potencjałów ograniczenia emisji dla praktyk rolniczych rokujących zastosowanie w Polsce

Potencjały ograniczenia emisji dla praktyk rolniczych rokujących zastosowania w polskim rolnictwie są zróżnicowane przestrzennie.

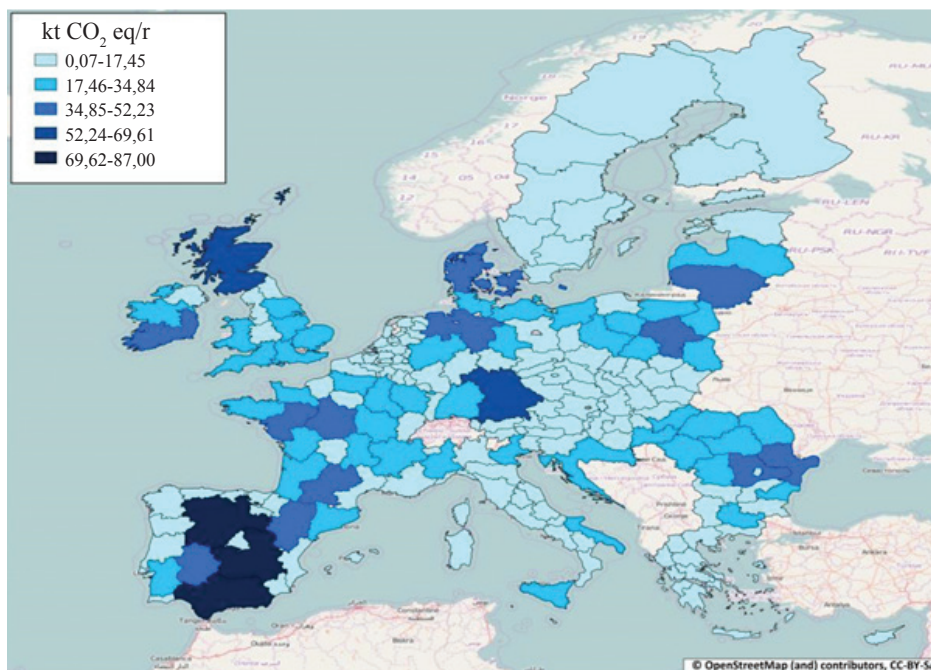
Przekształcenie gruntów ornych w użytki zielone prowadzi do poprawy sekwestracji węgla organicznego w glebach. Dotyczyć może gruntów ornych, które w przeszłości były użytkami zielonymi. Przywrócenie im pierwotnego użytkowania dotyczyć może wszystkich gruntów, zwłaszcza jednak tych, które charakteryzują się niską zawartością węgla organicznego oraz większą zawartością ilu koloidalnego. Z tytułu przekształcenia gruntów w użytki zielone sekwestracja węgla organicznego może wahać się w przedziale 2,2 do 7,3 t CO₂ eq ha⁻¹ r⁻¹. Proces sekwestracji może zachodzić w glebie przez okres 30-50 lat. W Polsce największe sekwestracje mogą wystąpić w województwach mazowieckim i wielkopolskim (Rys. 1). Mniejsze w województwach zachodnio-pomorskim, kujawsko-pomorskim, warmińsko-mazurskim, podlaskim, dolnośląskim, łódzkim oraz lubelskim. W pozostałych województwach potencjały sekwestracji są mniejsze. Zrealizowanie przedstawionych potencjałów jest jednak uwarunkowane odpowiednim pogłowiem przeżuwaczy.



Rys. 1. Przestrzenne zróżnicowanie potencjałów ograniczenia emisji gazów cieplarnianych dla praktyki przekształcenia gruntów ornych w użytki zielone (w tysiącach ton CO₂ eq r⁻¹)

Źródło: Martineau i in., 2016 (5)

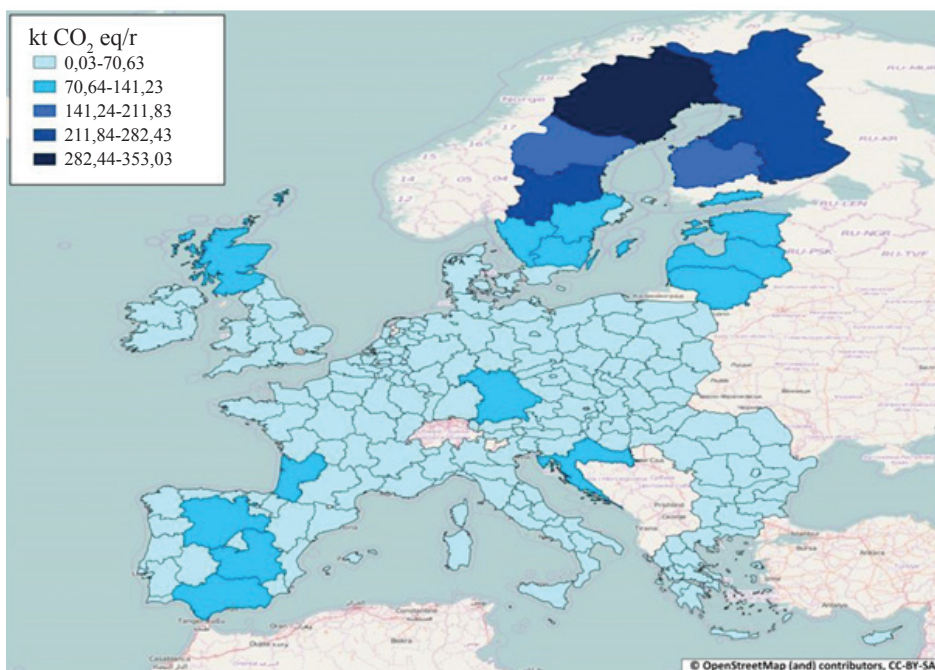
Zalesienia gruntów rolnych, według definicji IPCC, odnosi się do sadzenia lasu w miejscach, w których nie był on obecny przynajmniej przez okres 50 lat. Zalesienia mogą obejmować wszystkie użytki rolne oraz gleby we wszystkich strefach klimatycznych. Według szacunków IPCC zalesienia mogą przyczyniać się do wzrostu sekwestracji węgla organicznego w glebach, które szacuje się w Europie na 115 Mt CO₂ eq r⁻¹ przy kosztach 100 \$/t CO₂ eq. Sekwestracja wahać się może w zakresie 1,47-1,83 t CO₂ eq ha⁻¹ r⁻¹. W Polsce największy potencjał sekwestracji stwierdzono dla województwa mazowieckiego (Rys. 2). Średnie potencjały mają województwa: zachodnio-pomorskie, warmińsko-mazurskie, podlaskie, wielkopolskie, kujawsko-pomorskie, łódzkie oraz lubelskie. W pozostałych województwach potencjały są mniejsze. Efekty zalesienia w ograniczeniu emisji mogą być odliczone od inwentaryzacji emisji rolniczych. Nie dotyczy to, zadrzewień śródpolnych, żywopłotów, pasów zadrzewień buforowych oraz drzew zlokalizowanych w obrębie pól.



Rys. 2. Przestrzenne zróżnicowanie potencjałów ograniczenia emisji dla praktyki zalesiania użytków rolnych (w tysiącach ton CO₂ eq r⁻¹)

Źródło: Martineau i in., 2016 (5)

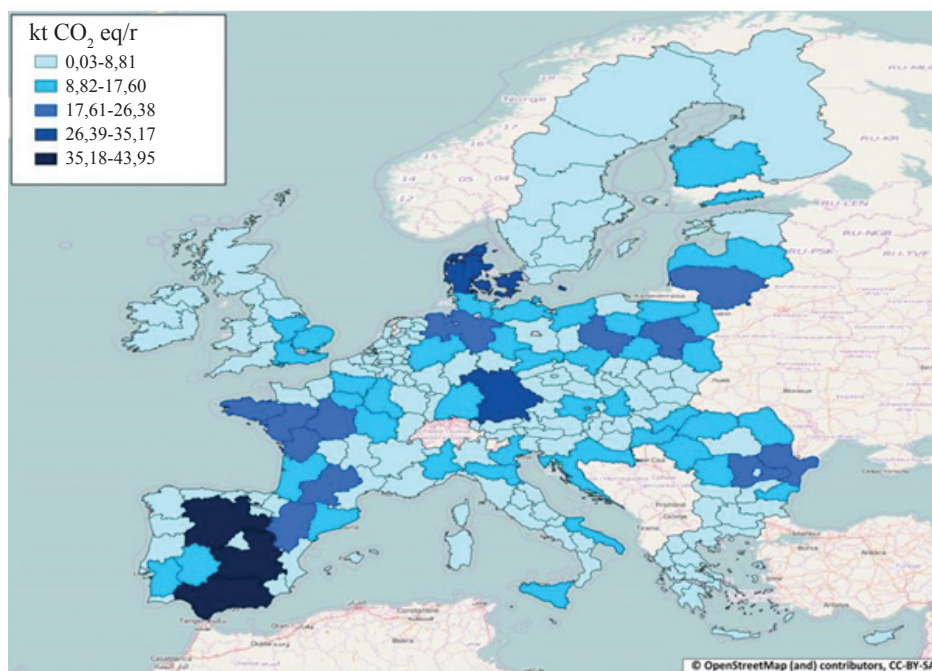
Ochrona przed wylesieniami i usuwaniem drzew z użytków rolnych dotyczy lasów zlokalizowanych na wszystkich glebach i we wszystkich strefach klimatycznych. Szacowana z tego tytułu sekwestracja węgla organicznego w glebach może wahać się w granicach 0,73-7,3 t CO₂ eq ha⁻¹ r⁻¹. W Polsce sekwestracja ta nie jest zróżnicowana przestrzennie (Rys. 3).



Rys. 3. Przestrzenne zróżnicowanie potencjałów ograniczenia emisji dla praktyki ochrony przed wylesieniami i usuwaniem drzew z użytków rolnych (w tysiącach ton CO₂ eq r⁻¹)

Źródło: Martineau i in., 2016 (5)

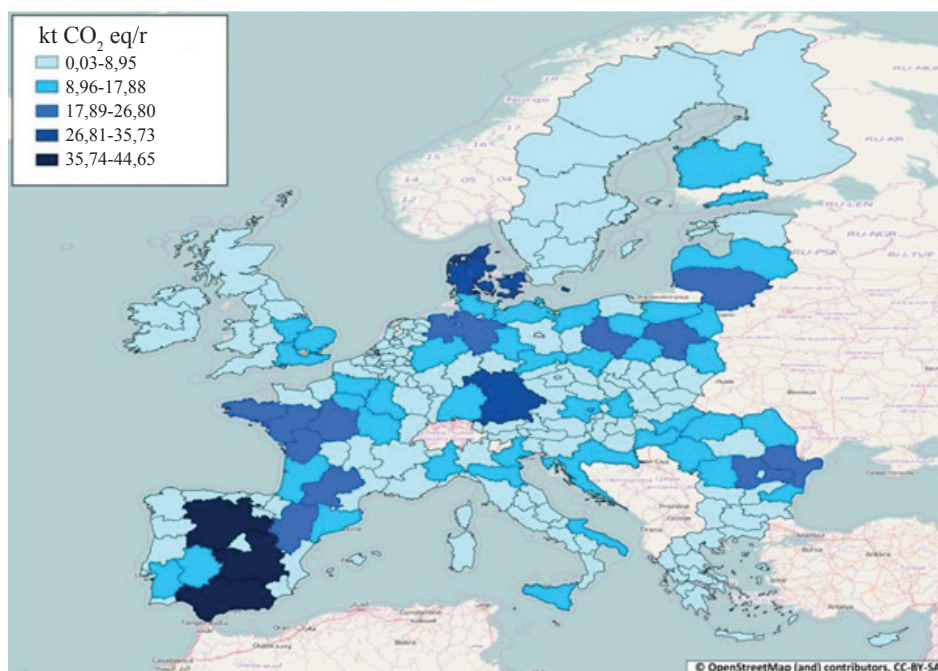
Pozostawianie na polu resztek poźniwnych jest praktyką rolniczą zwiększającą sekwestrację węgla organicznego w glebach. Praktyka rolnicza jest szczególnie zalecana w gospodarstwach bezinwentarzowych, we wszystkich systemach uprawy, na wszystkich glebach i we wszystkich strefach klimatycznych. Najlepsze efekty sekwestracji mogą być osiągane gdy słoma jest pozostawiana na polach, na których stosuje się uproszczoną uprawę (ograniczenie orki). Okres trwania sekwestracji wynosi około 20-30 lat. Potencjał sekwestracji zawiera się w przedziale 0,11-2,2 t CO₂ eq ha⁻¹ r⁻¹. W Polsce największe potencjały sekwestracji odnotowano dla województw mazowieckiego i wielkopolskiego, średnie dla województw: zachodniopomorskiego, kujawsko-pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, podlaskiego, dolnośląskiego, łódzkiego oraz lubelskiego (Rys. 4). Województwa podlaskie i wielkopolskie charakteryzują się największą obsadą inwentarza. Jednak nawet w tych województwach jest duży odsetek gospodarstw bezinwentarzowych.



Rys. 4. Przestrzenne zróżnicowanie potencjałów ograniczenia emisji dla praktyki pozostawianie na polu resztek poźniwnych (w tysiącach ton CO₂ eq r⁻¹)

Źródło: Martineau i in., 2016 (5)

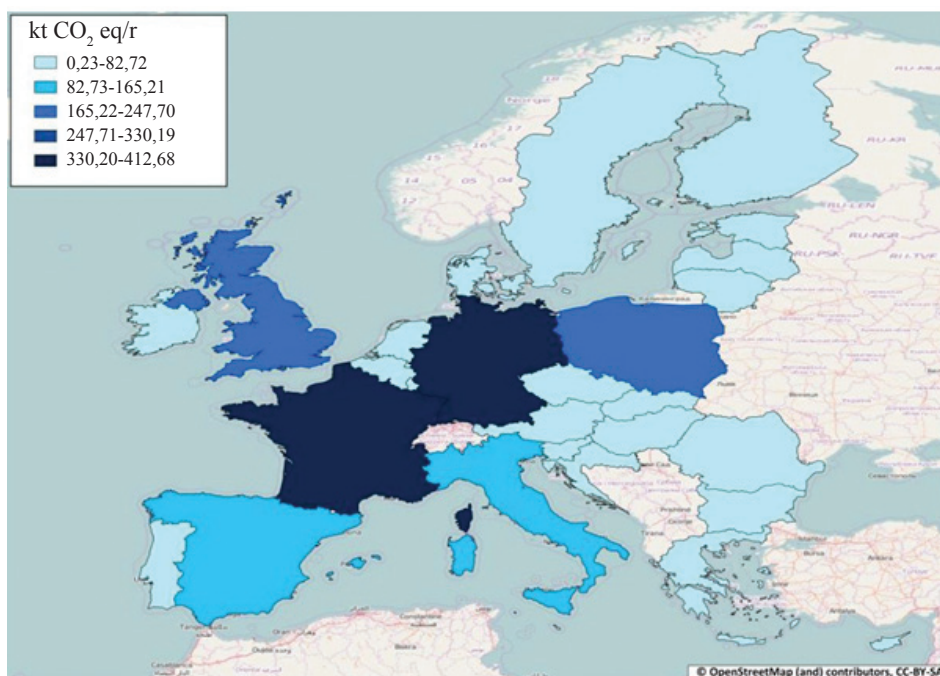
Uprawa międzyplonów jest praktyką rolniczą skracającą w zmianowaniu roślin okres, w którym grunt jest nieobsiany. Zmniejsza ona wymywanie azotanów, ogranicza emisję N₂O oraz zwiększa sekwestrację węgla organicznego w glebach. Może być stosowana na wszystkich glebach i we wszystkich strefach klimatycznych. W stanowiskach suchszych przyrost biomasy międzyplonów może być mniejszy, co wiązać się może z mniejszą sekwestracją węgla organicznego w glebie. Przyjmuje się, że potencjał sekwestracji tej praktyki może wahać się w granicach 0,88-1,47 t CO₂ eq ha⁻¹ r⁻¹. W Polsce największe potencjały ograniczenia emisji mogą występować w województwach mazowieckim i wielkopolskim (Rys. 5). Średnie potencjały wskazano dla województw zachodnio-pomorskiego, kujawsko-pomorskiego, warmińsko-mazurskiego, podlaskiego, dolnośląskiego, łódzkiego i lubelskiego. W innych województwach potencjały są mniejsze.



Rys. 5. Przestrzenne zróżnicowanie potencjałów ograniczenia emisji dla praktyki uprawa międzyplonów (w tysiącach ton CO₂ eq r⁻¹)

Źródło: Martineau i in., 2016 (5)

Biologiczne wiązanie azotu jest efektem aktywności symbiotycznych bakterii wiążących azot atmosferyczny w uprawach roślin bobowatych. Wiązany azot pozwala zmniejszyć dawki tego składnika w nawozach mineralnych, zarówno w uprawie bobowatych, jak również roślin następczych w zmianowaniu. W efekcie ograniczeniu ulega emisja N₂O. Rośliny bobowate mogą być uprawiane w zmianowaniu, jak również na użytkach zielonych w mieszankach z trawami. Praktyka może być stosowana na wszystkich glebach oraz we wszystkich strefach klimatycznych. W Polsce ograniczenie emisji z tytułu jej stosowania nie jest zróżnicowane przestrzenie (Rys. 6).



Rys. 6. Przestrzenne zróżnicowanie potencjałów ograniczenia emisji dla praktyki uprawa międzyplonów (w tysiącach ton CO₂ eq r⁻¹)

Źródło: Martineau i in., 2016 (5)

Podsumowanie

Rolnictwo w perspektywie lat 2020-2030 włączone zostanie w realizację polityk klimatycznych, z czym wiązać się będzie konieczność wprowadzenia działań ograniczających emisje gazów cieplarnianych. Służyć temu celowi powinno zastosowanie praktyk rolniczych wpisujących się we Wspólną Politykę Rolną, które pozwolą odliczyć ograniczenia emisji w inwentaryzacjach emisji wykonywanych zgodnie z metodykami IPCC. Na podstawie przeglądów metadanych literaturowych zidentyfikowano dla UE i krajów członkowskich 22 takie praktyki rolnicze. Wśród nich w warunkach Polski należałoby rozważyć zastosowania przede wszystkim takich praktyk jak: przekształcenia gruntów ornych w użytki zielone, zalesienia gruntów ornych, ochrona przed wylesianiem i usuwaniem drzew z gruntów rolnych, pozostawianie na polu resztek poźniwnych, uprawa międzyplonów oraz biologiczne wiązanie azotu. W sumie praktyki te mogłyby zmniejszyć emisje rolnicze o 3970 kt CO₂ eq r⁻¹. W zastosowaniach tych praktyk, o różnej efektywności, nie występowałyby mocne bariery ograniczające ich stosowanie.

Literatura

1. Allen B., Maréchal A.: Agriculture GHG emissions: determining the potential contribution to the Effort Sharing Regulation. Report prepared for Transport and Environment. Institute for European Environmental Policy, London, 2017.
 2. European Parliament, 2017. Research for Agri Committee – The consequences of climate change for EU agriculture. Follow-up to the COP21- Un Paris Climate Change Conference. Study. Directorate-General for Internal Policies. Policy Department B: Structural and Cohesion Policies. Agriculture and Rural Development.
 3. Komisja Europejska, 2016. Wniosek Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rocznych wiążących ograniczeń emisji gazów cieplarnianych przez państwa członkowskie w latach 2021-2030 na rzecz stabilnej unii energetycznej i celu wywiązania się ze zobowiązań wynikających z porozumienia paryskiego, oraz zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 525/2013 w sprawie mechanizmu monitorowania i sprawozdawczości w zakresie emisji gazów cieplarnianych oraz zgłaszania innych informacji mających znaczenie dla zmiany klimatu. COM(2016) 482 final.
 4. Komisja Europejska, 2016. Wniosek w sprawie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rocznych wiążących ograniczeń emisji gazów cieplarnianych przez państwa członkowskie w latach 2021-2030 na rzecz stabilnej unii energetycznej i celu wywiązania się ze zobowiązań wynikających z porozumienia paryskiego, oraz zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 525/2013 w sprawie mechanizmu monitorowania i sprawozdawczości w zakresie emisji gazów cieplarnianych oraz zgłaszania innych informacji mających znaczenie dla zmiany klimatu. SWD(2016) 248 final. Aneksy 1-4.
 5. Martineau H., Wiltshire J., Webb J., Hart K., Keenleyside C., Baldock D., Bell H., Watterson J.: Effective performance of tools for climate action policy - meta-review of Common Agricultural Policy (CAP) mainstreaming. Report for European Commission - DG Climate Action. Institute for European Environmental Policy, 2016. Ricardo-AEA/R/ED60006/Mitigation Potential Issue Number V1.1.
 6. OECD, 2015. A review of the literature on the cost-effectiveness of greenhouse gas mitigation measures for agriculture. COM/TAD/CA/ENV/EPOC(2014)44/FINAL.
-

Adres do korespondencji:

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