

Zuzanna Jarosz, Antoni Faber

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach*

## WPLYW WDROŻENIA POŚREDNIEJ ZMIANY UŻYTKOWANIA GRUNTÓW NA OGRANICZENIE EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH W CYKLU ŻYCIA BIOPALIW

*EFFECT OF INDIRECT LAND USE CHANGES IMPLEMENTATION ON  
GREENHOUSE GAS EMISSIONS LIMITATION IN LIFE CYCLE OF BIOFUELS*

**Słowa kluczowe:** biopaliwa, emisja gazów cieplarnianych, ograniczenie emisji, pośrednia zmiana użytkowania gruntów

*Key words:* *biofuels, greenhouse gas emission, reduce emission, indirect land use change*

**Abstrakt.** Celem badań było oszacowanie emisji i ograniczeń emisji gazów cieplarnianych powstających w pełnym cyklu życia biopaliw oraz określenie, jaki wpływ na ograniczenie emisji GHG będzie miało uwzględnienie dodatkowej emisji związanej z wdrożeniem pośredniej zmiany użytkowania gruntów (ILUC). Stwierdzono, że wyprodukowanie bioetanolu zapewniającego spełnienie kryteriów zrównoważonej produkcji i uzyskanie (z uwzględnieniem ILUC) ograniczenia emisji GHG  $\geq 50\%$  jest możliwe z ziarna pszenicy i kukurydzy pochodzącego z uprawy płuźnej z przyoraniem resztek poźniwnych. Uzyskanie minimum 50-procentowego ograniczenia od 2017 roku w produkcji biodiesla wymaga uprawy rzepaku w systemie uprawy uproszczonej z pozostawieniem słomy na polu.

### Wstęp

Zgodnie z Dyrektywą 2009/28/UE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych [Dz.U. UE L 09.140.16], ograniczenie emisji gazów cieplarnianych (*greenhouse gas* – GHG) w pełnym cyklu produkcji biopaliw i biopłynów ma wynosić co najmniej 35%, a od 1 stycznia 2017 roku – 50%. Natomiast od 1 stycznia 2018 roku ograniczenie emisji GHG powinno wynosić co najmniej 60% dla biopaliw i biopłynów wytworzonych w instalacjach, które rozpoczną produkcję po 1 stycznia 2017 roku [Dz.U. UE L 09.140.16]. Dyrektywa nałożyła też wiążący cel 10-procentowego udziału energii ze źródeł odnawialnych (OZE) w transporcie drogowym do 2020 roku. Zdaniem wielu środowisk naukowych i politycznych, wymóg 10-procentowego wykorzystania biopaliw w transporcie generuje większe zapotrzebowanie na grunty rolne, a tym samym przyczynia się do zmiany ich użytkowania. Grunty uprawiane na cele żywnościowe przeznaczają się na produkcję roślin energetycznych, a inne tereny do tej pory nieprzekształcone o dużej różnorodności biologicznej zamieniają się na obszary uprawne. Prowadzi to do uwalniania dodatkowej emisji CO<sub>2</sub>. Zidentyfikowanie tego zjawiska zainicjowało falę krytyki, a ochrona środowiska i zrównoważony rozwój stały się głównym argumentem w propozycjach zmian unijnych regulacji prawnych.

We wrześniu 2013 roku Parlament Europejski (PE) zaproponował wiele zmian w odniesieniu do biopaliw i spełnienia Narodowych Celów Wskaźnikowych (NCW). W zakresie pośredniej zmiany użytkowania gruntów (*Indirect Land Use Change* – ILUC) zaproponowano, aby uwzględnić te wskaźniki w całkowitej emisji gazów cieplarnianych wprowadzić od 2020 roku. Dalszy brak politycznego porozumienia sprawił, że dopiero 13 czerwca 2014 roku osiągnięto porozumienie. Nowy projekt dyrektywy narzuca minimalny 7-procentowy poziom zużycia energii pochodzącej z biopaliw pierwszej generacji w transporcie w 2020 roku. Wprawdzie projekt nie zawiera wiążących celów dotyczących minimalnego udziału biopaliw II generacji, ale zachęca do ich wprowadzania. Kwestia ILUC nie została ostatecznie rozwiązana, nadal trwa uzgadnianie sposobów jej obliczania. Uważa się, że najlepszym sposobem jest przypisanie odpowiedniej wartości wskaźnika ILUC każdej z upraw wykorzystywanych do produkcji biopaliw [Marelli i in. 2011].

Celem opracowania było określenie, jaki wpływ na ograniczenie emisji GHG w cyklu życia biopaliw będzie miało uwzględnienie dodatkowej emisji związanej z wdrożeniem pośredniej zmiany użytkowania gruntów – ILUC.

### Material i metodyka badań

W szacunkach całkowitej emisji i ograniczeń emisji gazów cieplarnianych wykorzystano dane uzyskane z symulacji wykonanych przy użyciu modelu DNDC (*DeNitrification-DeComposition*) dla 136 kwadratów o boku 50 x 50 km, pokrywających cały kraj. Dane te obejmowały: plony, dawki azotu N i sekwestracje węgla organicznego. Pozostałe dane pochodziły z inwentaryzacji technologii produkcji w gospodarstwach produkujących surowce na cele paliwowe. Gospodarstwa prowadziły produkcję na różnych kategoriach agronomicznych gleb i w zmiennych warunkach klimatycznych. Szacunki wykonano z zastosowaniem kalkulatora Biograce v. 4 public, który zapewniał pełną zgodność z metodyką opisaną w dyrektywie 2009/28/UE [*Biograce. Harmonised... 2011*]. Istotny wpływ na wielkość ograniczeń emisji GHG w pełnym cyklu życia biopaliw ma zwiększona sekwestracja węgla organicznego wskutek poprawy agrotechniki [Faber i in. 2013]. Szacunki wykonano dla różnych systemów uprawy:

- uprawa płuzna (pełna) przy zbiorze wszystkich resztek poźniwnych,
- uprawa płuzna i przyorywanie wszystkich resztek poźniwnych,
- uprawa uproszczona i pozostawienie wszystkich resztek poźniwnych na polu,
- uprawa bezorkowa i pozostawienie wszystkich resztek poźniwnych na polu.

Szacunki wykonywano dla upraw pszenicy ozimej i kukurydzy wykorzystywanych do produkcji bioetanolu oraz rzepaku przeznaczonego na biodiesel. W szacunkach uwzględniono zaproponowane przez Komisję Europejską wskaźniki ILUC: 12 g CO<sub>2</sub> eq/MJ dla zbóż i 55 g CO<sub>2</sub> eq/MJ dla rzepaku.

### Wyniki badań

Zastosowanie kalkulatora Biograce umożliwiło wykonanie szacunków emisji gazów cieplarnianych zgodnie z metodyką zawartą w dyrektywie 2009/28/WE, tj. w pełnym cyklu życia biopaliw (*Life Cycle Assessment* – LCA). Oznacza to, że w obliczeniach emisji gazów cieplarnianych uwzględnione są wszystkie etapy łańcucha produkcji biopaliw (od uprawy surowców do uzyskania paliwa końcowego). Zgodnie z wytycznymi Unii Europejskiej (UE), tylko biopaliwa spełniające kryteria zrównoważonego rozwoju mogą być wliczone do NCW.

ILUC jest dodatkową emisją, którą należałoby uwzględnić w szacunkach całkowitych emisji GHG i która może w istotny sposób wpłynąć na ograniczenie emisji, a tym samym produkcję biopaliw zgodnie z wymogami dyrektywy 2009/28/WE.

Oszacowane całkowite emisje gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z pszenicy uprawianej w systemie płuznym ze zbiorem słomy mieściły się w zakresie 45-49 g CO<sub>2</sub> eq/MJ (tab. 1, wariant 1.). Zwiększona sekwestracja węgla organicznego w glebie wskutek poprawy agrotechniki w znacznym stopniu redukuje emisję GHG. Przyoranie całej ilości resztek poźniwnych w systemie płuznym skutkowało ograniczeniem całkowitych emisji do 10-20 CO<sub>2</sub> eq/MJ (tab. 1, wariant 2.). Na podobnym poziomie kształtowały się oszacowane emisje produkcji bioetanolu z uprawy pszenicy w systemie uproszczonym z pozostawieniem całej słomy na polu (tab. 1, wariant 3.). Najmniejsze emisje gazów cieplarnianych uzyskano z produkcji bioetanolu z pszenicy uprawianej w systemie bezorkowym z pozostawieniem całej ilości resztek poźniwnych (tab. 1, wariant 4.).

Oszacowane z uwzględnieniem pośredniej zmiany użytkowania gruntów ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z pszenicy dla wszystkich województw i systemów uprawy były większe od obecnie wymaganego minimum 35% (tab. 2). Uprawa pszenicy w systemach z poprawioną agrotechniką (większa sekwestracja węgla organicznego) zapewniała także uzyskanie wymaganego od 2017 roku ograniczenia  $\geq 50\%$ . Natomiast produkcja bioetanolu z pszenicy uprawianej w systemie płuznym ze zbiorem słomy nie spełni kryteriów zrównoważonego rozwoju od 2017 roku (tab. 2, wariant 1.).

Tabela 1. Zmienność wielkości całkowitej emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z pszenicy w zależności od poprawy agrotechniki z uwzględnieniem ILUC

Table 1. Variability in total greenhouse gas emissions in the life cycle of bioethanol from wheat depending on the improvement of agricultural technology including the ILUC

Województwo/ Province	Całkowite emisje gazów cieplarnianych [g CO <sub>2</sub> eq/MJ bioetanolu] (warianty)/Total greenhouse gas emissions [g CO <sub>2</sub> eq/MJ bioethanol] (variants)			
	1.*	2.	3.	4.
Dolnośląskie	45,04	15,63	16,40	-81,59
Kujawsko-pomorskie	48,05	17,30	16,86	-70,51
Lubelskie	47,43	16,24	16,49	-95,74
Lubuskie	45,80	20,33	20,20	-62,37
Łódzkie	47,82	13,96	13,10	-92,22
Małopolskie	44,97	10,71	11,02	-103,05
Mazowieckie	48,15	16,14	15,84	-94,81
Opolskie	45,58	10,85	11,36	-93,66
Podkarpackie	46,66	13,28	13,21	-105,48
Podlaskie	48,55	15,62	14,28	-100,45
Pomorskie	46,44	14,95	15,46	-90,78
Śląskie	46,79	9,95	10,15	-103,35
Świętokrzyskie	45,50	15,02	14,77	-81,67
Warmińsko-mazurskie	47,07	15,26	15,80	-104,40
Wielkopolskie	46,26	18,04	18,37	-72,61
Zachodnio-pomorskie	45,21	15,54	15,48	-74,75

\* warianty/variants:

1. uprawa płuzna przy zbiorze wszystkich resztek poźniwnych/*tillage with the total quantity of crop residues collection*,
2. uprawa płuzna i przyorywanie wszystkich resztek poźniwnych/*tillage with the total quantity of crop residues incorporation*,
3. uprawa uproszczona i pozostawienie wszystkich resztek poźniwnych na polu/*reduced tillage and leaving entire amount of crop residues at the field*,
4. uprawa bezorkowa i pozostawienie wszystkich resztek poźniwnych na polu/*no tillage and leaving entire amount of crop residues at the field*

Źródło: opracowanie własne  
Source: own study

Analizy wykonane dla tych samych warunków i systemów uprawy, ale bez uwzględnienia pośredniej zmiany użytkowania gruntów, wykazały, że produkcja bioetanolu z uprawy pszenicy w systemie płuznym ze zbiorem słomy spełniałaby normy we wszystkich województwach z wyjątkiem podlaskiego [Jarosz, Faber 2015].

Produkcja bioetanolu z kukurydzy uprawianej w systemie płuznym ze zbiorem resztek poźniwnych związana była z emisjami 43-56 g CO<sub>2</sub> eq/MJ (tab. 3, wariant 1.). Uwzględnienie ILUC w szacunkach zwiększa emisje średnio o 5 g CO<sub>2</sub> eq/MJ. Na podobnym poziomie kształtowały się całkowite emisje gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu produkowanego z kukurydzy pochodzącej z uprawy płuznej z przyoraniem słomy i uproszczonej z pozostawieniem resztek

Tabela 2. Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z pszenicy (%) w zależności od poprawy agrotechniki z uwzględnieniem ILUC

Table 2. Reducing greenhouse gas emissions in the life cycle of bioethanol from wheat (%) depending on the improvement of agricultural technology including the ILUC

Województwo/ Province	Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych/ Reducing greenhouse gas emissions [%]			
	1.*	2.	3.	4.
Dolnośląskie	46	81	80	197
Kujawsko-pomorskie	43	79	80	184
Lubelskie	43	81	80	214
Lubuskie	45	76	76	174
Łódzkie	43	83	84	210
Małopolskie	46	87	87	223
Mazowieckie	43	81	81	213
Opolskie	46	87	86	212
Podkarpackie	44	84	84	226
Podlaskie	42	81	83	220
Pomorskie	45	82	82	208
Śląskie	44	88	88	223
Świętokrzyskie	46	82	82	197
Warmińsko-mazurskie	44	82	81	225
Wielkopolskie	45	78	78	187
Zachodnio-pomorskie	46	81	82	189

\* oznaczenia 1-4 jak w tab. 1/designation 1-4 see tab. 1

Źródło: opracowanie własne  
Source: own study

Tabela 3. Zmienność wielkości całkowitej emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z w zależności od poprawy agrotechniki z uwzględnieniem ILUC  
 Table 3. Variability in total greenhouse gas emissions in the life cycle of bioethanol from corn depending on the improvement of agricultural technology including the ILUC

Województwo/ Province	Całkowita emisja gazów cieplarnianych [g CO <sub>2</sub> eq/MJ bioetanolu]/Total greenhouse gas emissions [g CO <sub>2</sub> eq/MJ bioethanol] (variants)			
	1.*	2.	3.	4.
Dolnośląskie	46,12	18,58	19,13	-75,25
Kujawsko-pomorskie	53,79	14,31	13,07	-106,31
Lubelskie	44,20	21,05	21,02	-67,22
Lubuskie	56,28	19,44	19,46	-103,49
Łódzkie	45,24	17,81	15,85	-78,72
Małopolskie	43,26	18,69	18,53	-69,86
Mazowieckie	45,19	19,98	19,13	-76,97
Opolskie	44,68	18,96	18,64	-57,47
Podkarpackie	43,67	20,44	19,87	-70,99
Podlaskie	46,56	19,54	17,65	-90,07
Pomorskie	47,75	16,44	16,15	-97,78
Śląskie	44,46	18,72	18,28	-69,25
Świętokrzyskie	43,82	19,66	19,03	-59,90
Warmińsko-mazurskie	45,39	19,02	18,76	-89,50
Wielkopolskie	50,19	18,77	19,03	-88,69
Zachodnio-pomorskie	48,59	15,42	14,72	-94,97

\* oznaczenia 1-4 jak w tab. 1/designation 1-4 see tab. 1

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 4. Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z kukurydzy w zależności od poprawy agrotechniki z uwzględnieniem ILUC  
 Table 4. Reducing greenhouse gas emissions in the life cycle of bioethanol from corn depending on the improvement of agricultural technology including the ILUC

Województwa/ Province	Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych/ Reducing greenhouse gas emissions [%]			
	1.*	2.	3.	4.
Dolnośląskie	45	78	77	190
Kujawsko-pomorskie	36	83	84	227
Lubelskie	47	75	75	180
Lubuskie	33	77	77	223
Łódzkie	46	79	81	194
Małopolskie	48	78	78	183
Mazowieckie	46	76	77	192
Opolskie	47	77	78	169
Podkarpackie	48	76	76	185
Podlaskie	44	77	79	207
Pomorskie	43	80	81	217
Śląskie	47	78	78	183
Świętokrzyskie	48	77	77	171
Warmińsko-mazurskie	46	77	78	207
Wielkopolskie	40	78	77	206
Zachodnio-pomorskie	42	82	82	213

\* oznaczenia 1-4 jak w tab. 1/designation 1-4 see tab. 1

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

pożniwnych na polu (tab. 3, warianty 2. i 3.). Wykorzystanie do produkcji bioetanolu kukurydzy pochodzącej z uprawy bezorkowej z pozostawieniem słomy skutkowało ujemnymi emisjami w zakresie od -57 do -106 g CO<sub>2</sub> eq/MJ (tab. 3, wariant 4.).

Wprowadzenie obowiązku uwzględniania pośredniej zmiany użytkowania gruntów w szacunkach zmniejsza ograniczenia emisji GHG. Produkowany bioetanol z kukurydzy uprawianej w systemie płuźnym ze zbiorem słomy nie spełniałby wymogów dyrektywy 2009/29/WE i nie mógłby być zaliczony do paliw odnawialnych (tab. 4, wariant 1.). Bioetanol zapewniający ograniczenie emisji gazów cieplarnianych  $\geq 50\%$  można by produkować z kukurydzy pochodzącej z pozostałych systemów uprawy (tab. 4, warianty 2., 3. i 4.).

Całkowite emisje gazów cieplarnianych oszacowane w cyklu życia biodiesla z rzepaku uprawianego w systemie płuźnym ze zbiorem resztek pożniwnych mieściły się w zakresie 80-86 g CO<sub>2</sub> eq/MJ (tab. 5, wariant 1.). Przyoranie słomy zwiększa sekwestrację węgla, wskutek czego emisje maleją do poziomu 39-51 g CO<sub>2</sub> eq/MJ (tab. 5, wariant 2.). Wykorzystanie do produkcji biodiesla rzepaku pochodzącego z uprawy uproszczonej lub bezorkowej drastycznie zmniejsza wielkości całkowitych emisji (tab. 5, warianty 3. i 4.).

Tabela 5. Zmienność wielkości całkowitej emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z rzepaku w zależności od poprawy agrotechniki z uwzględnieniem ILUC

Table 5. Variability in total greenhouse gas emissions in the life cycle of bioethanol from rape depending on the improvement of agricultural technology including the ILUC

Województwa/ Province	Całkowita emisja gazów cieplarnianych [g CO <sub>2</sub> eq/MJ bioetanolu]/Total greenhouse gas emissions [g CO <sub>2</sub> eq/MJ bioethanol] (variants)			
	1.*	2.	3.	4.
Dolnośląskie	80,52	46,00	17,57	-76,70
Kujawsko-pomorskie	83,83	45,76	15,83	-66,33
Lubelskie	85,74	45,88	16,77	-104,48
Lubuskie	80,80	50,74	22,07	-50,01
Łódzkie	80,50	43,66	13,31	-80,18
Małopolskie	82,48	37,29	7,50	-118,88
Mazowieckie	82,16	45,62	15,62	-96,47
Opolskie	80,95	41,10	11,77	-81,47
Podkarpackie	81,79	40,60	10,29	-118,73
Podlaskie	85,39	44,94	13,52	-121,12
Pomorskie	83,79	42,65	13,67	-99,67
Śląskie	81,14	39,29	9,18	-103,20
Świętokrzyskie	82,09	42,12	12,14	-92,76
Warmińsko-mazurskie	82,62	44,21	15,18	-116,97
Wielkopolskie	80,38	48,02	19,72	-64,53
Zachodnio-pomorskie	80,64	44,46	15,19	-74,68

\* oznaczenia 1-4 jak w tab. 1/designation 1-4 see tab. 1

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 6. Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu z rzepaku w zależności od poprawy agrotechniki z uwzględnieniem ILUC

Table 6. Reducing greenhouse gas emissions in the life cycle of bioethanol from rape depending on the improvement of agricultural technology including the ILUC

Województwo/ Province	Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych/Reducing greenhouse gas emissions [%]			
	1.*	2.	3.	4.
Dolnośląskie	4	45	79	192
Kujawsko-pomorskie	0	45	81	179
Lubelskie	-2	45	80	225
Lubuskie	4	39	74	160
Łódzkie	4	48	84	196
Małopolskie	2	56	91	242
Mazowieckie	2	46	81	215
Opolskie	3	51	86	197
Podkarpackie	2	52	88	242
Podlaskie	-2	46	84	245
Pomorskie	0	49	84	219
Śląskie	3	53	89	223
Świętokrzyskie	2	50	86	211
Warmińsko-mazurskie	1	47	82	240
Wielkopolskie	4	43	76	177
Zachodnio-pomorskie	4	47	82	189

\* oznaczenia 1-4 jak w tab. 1/designation 1-4 see tab. 1

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Ewentualna konieczność uwzględnienia ILUC w szacunkach produkcji biodiesla z rzepaku pochodzącego z uprawy pląznej ze zbiorem słomy spowoduje, że ograniczenia emisji GHG we wszystkich województwach wynosiłyby od -2% do 4% i produkowany biodiesel nie mógłby być zaliczony do paliw odnawialnych (tab. 6, wariant 1.). Uzyskanie w szacunkach wartości ujemnych wskazuje, że emisja z biodiesla jest większa od emisji z paliwa konwencjonalnego. Zwiększenie sekwestracji węgla w uprawie rzepaku w systemie pląznym z przyoraniem resztek poźniwnych spowoduje, że ograniczenia GHG  $\geq 50\%$  osiągalne byłyby tylko w województwach: małopolskim, opolskim, podkarpackim, śląskim i świętokrzyskim (tab. 6, wariant 2.). Bezpieczne spełnienie normy 50-procentowego ograniczenia w produkcji biodiesla bez uwzględnienia ILUC było możliwe dla rzepaku pochodzącego z uprawy pląznej z przyoraniem resztek poźniwnych [Jarosz, Faber 2015]. Obowiązek wprowadzenia dodatkowej emisji z tytułu pośredniej zmiany użytkowania gruntów spowoduje, że spełnienie wymagań dyrektywy 2009/29/WE zapewni produkcja biodiesla z uprawy rzepaku w systemie uproszczonym i bezorkowym z pozostawieniem całej ilości słomy na polu (tab. 6, warianty 3. i 4.).

## Podsumowanie

Potrzeba zahamowania zmian klimatycznych, zagwarantowanie bezpieczeństwa energetycznego połączonego z ochroną środowiska i uniezależnienie się od tradycyjnych paliw kopalnych oraz zapewnienie zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich spowodowały wzrost zainteresowania OZE. Obok podstawowej funkcji rolnictwa, jaką jest produkcja żywności, wzrosło znaczenie rolnictwa w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego. Biomasa rolnicza uznawana jest za źródło największego potencjału energetycznego. Ze względu na stopień przetworzenia jej zasoby można podzielić na pierwotne (rośliny energetyczne jednoroczne i wieloletnie, nadwyżki z trwałych użytków zielonych niezagospodarowane przez produkcję zwierzęcą) i wtórne (odpady i produkty uboczne z produkcji rolnej i przetwórstwa rolno-spożywczego) [Marks-Bielska i in. 2014].

Wykorzystanie zasobów biomasy do celów energetycznych zależy od wielu czynników, m.in. od zachęt ekonomicznych i rozwoju technologii [Bielski 2011]. Jednym z kierunków pozyskiwania energii jest przetwarzanie biomasy na paliwa ciekłe (bioetanol i biodiesel). Polska, biorąc czynny udział w tworzeniu wspólnotowej polityki energetycznej, uruchomiła wiele instrumentów finansowych i mechanizmów prawnych wsparcia rozwoju rodzimej produkcji biopaliw. Wykorzystanie biopaliw z każdym rokiem wzrasta. Zwiększenie udziału w transporcie stwarza możliwości rozwoju wielu sektorów gospodarki. Produkcja biopaliw przyczynia się do dywersyfikacji źródeł energii, pośrednio oznacza stabilizację dochodów w rolnictwie i aktywizację obszarów wiejskich. Dla rolnika to nowe rynki zbytu surowców. Instalacje do produkcji biokomponentów, lokalizowane najczęściej przy mniejszych aglomeracjach, stanowią istotne ogniwo w lokalnej strukturze zatrudnienia. Większe wykorzystanie całego łańcucha produkcyjnego biopaliw w realizacji NCW daje może niewielkie, ale faktyczne uniezależnienie od importu energii. Produkcja biokomponentów to jednocześnie cenne źródło surowców paszowych dla zwierząt gospodarskich. Podestylacyjny susz zbożowy (DDGS) stanowi alternatywne źródło pełnowartościowego białka, włókna oraz energii w żywieniu zwierząt. Natomiast śruta poekstrakcyjna i maki rzepakowy jest cennym źródłem białka i energii.

W ostatnim czasie pojawiła się ostra krytyka wykorzystania biopaliw I generacji. Jednym z powodów jest zajmowanie nowych terenów pod uprawy na cele energetyczne i negatywny wpływ pośredniej zmiany użytkowania gruntów na emisję gazów cieplarnianych.

Pośrednia zmiana użytkowania gruntów jest dodatkowym kosztem emisyjnym zmniejszającym ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Przedstawione wyniki wskazują jednak, że poprawa agrotechniki pozwala na uzyskanie wymaganego ograniczenia emisji GHG. Wyprodukowanie bioetanolu zapewniającego spełnienie kryteriów zrównoważonej produkcji i uzyskanie (z uwzględnieniem ILUC) ograniczenia emisji GHG  $\geq 50\%$  jest możliwe z ziarna pszenicy i kukurydzy, pochodzących z uprawy płuźnej z przyoraniem resztek poźniwnych. Uzyskanie minimum 50-procentowego ograniczenia od 2017 roku w produkcji biodiesla wymaga uprawy rzepaku w systemie uprawy uproszczonej z pozostawieniem słomy na polu.

Pomimo wielu raportów w zakresie oceny wpływu ILUC na emisję gazów cieplarnianych, stanowiska w kwestii wpływu biopaliw na pośrednią zmianę użytkowania gruntów są nadal podzielone.

## Literatura

- Bielski S. 2011: *Conditions of Biomass Production for Energy Generation Purposes in Poland*, Folia Oeconomica Stetinensia, 10(18).
- Biograce. *Harmonised Calculations of Biofuel Greenhouse Gass Emissions in Europe*. 2011: [online], <http://www.biograce.net>.
- Dyrektywa 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, Dz.U. UE L 09.140.16.
- Faber A., Jarosz Z., Nieróbca A., Smagacz J. 2013: *Sekwestracja węgla organicznego w glebach Polski jako sposób na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w cyklu życia bioetanolu i biodiesla (LCA)*, Projekt N N313 759240, finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, Raport, 165.
- Jarosz Z., Faber A. 2015: *Możliwości spełnienia wymogów UE w zakresie zrównoważonej produkcji biopaliw*, Roczn. Nauk SERiA, t. XVII, z. 1, 85-90.

- Marks-Bielska R., Kurowska K., Kryszak H. 2014: *The Role of Agriculture in Ensuring the Energy Security in Poland*, [w:] *Research for Rural Development*, [online], [http://www2.llu.lv/research\\_conf/Proceedings/20th\\_volume2.pdf](http://www2.llu.lv/research_conf/Proceedings/20th_volume2.pdf).
- Marelli L., Mulligan D., Edwards R. 2011: *Critical issues in estimating ILUC emissions*, Outcomes of an expert consultation 9-10 November 2010, JRC Scientific and Technical Reports, EUR 24816 EN, Ispra, Italy, 64.

### **Summary**

*The aim of the research was to estimate emissions and greenhouse gas reductions resulting in the full life cycle of biofuels and to determine what effect on the reduction of GHG emissions will have when taking into account the additional issue related to the implementation of ILUC. It was found that the production of bioethanol, ensuring compliance with the criteria of sustainable production and acquisition (including ILUC) GHG emission reduction  $\geq 50\%$  is possible with wheat and corn crops production with traditional ploughing with crop residues incorporation. Obtaining minimum of 50% reduction from 2017 in the biodiesel production requires the oilseed cultivation with reduced tillage system, along with leaving the straw on the field.*

Adres do korespondencji  
dr Zuzanna Jarosz, prof. dr hab. Antoni Faber  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach  
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy  
tel. (81) 886 34 21 w. 210  
e-mail: zjarosz@iung.pulawy.pl