

KATARZYNA LEBIECKA
Instytut Ekonomiki Rolnictwa
i Gospodarki Żywnościowej – PIB
Warszawa

KONSEKWENCJE ROZWOJU GLOBALNEJ PRODUKCJI BIOPALIW

Wstęp

W obliczu niekorzystnych zmian cen ropy naftowej oraz zwiększonych starań o zapewnienie trwałych, bezpiecznych dostaw energii nastąpił gwałtowny wzrost produkcji biopaliw w ostatnich latach. Przewiduje się, że powierzchnia gruntów rolnych przeznaczona pod uprawę roślin na cele energetyczne wzrośnie z 1% do 10%, a biopaliwa mogą dostarczać ponad 10% podaży światowego zapotrzebowania na paliwo transportowe [14].

Wspieranie produkcji biopaliw stało się ważnym celem polityki w Stanach Zjednoczonych, krajach Ameryki Południowej, Chinach, Indiach, Indonezji, Malezji, a także w Unii Europejskiej. Podstawowymi surowcami do wytwarzania biopaliw są zboża, trzcina cukrowa bądź buraki cukrowe i oleje roślinne. Wzrost produkcji biokomponentów stwarza zagrożenia w zakresie nie tylko cen żywności, ale tworzy konkurencję o grunty rolne przeznaczone pod uprawę roślin na cele konsumpcyjne i energetyczne.

Pojawia się wiele negatywnych sugestii co do zwiększania produkcji biopaliw na świecie. Dodatkowo zbyt mało jest przeprowadzonych badań odnośnie wpływu produkcji biopaliw na środowisko, by można było ryzykować rozwój tego przemysłu na dużą skalę. Niniejszy raport opiera się na dostępnych artykułach, a także analizach i badaniach przeprowadzonych dotychczas w tym zakresie przez różne jednostki naukowe i organizacje ekologiczne.

Rodzaje biopaliw

Termin „biopaliwa” używany jest powszechnie na określenie takich biokomponentów jak estry i bioetanol. Są to odnawialne źródła energii w odróżnieniu od paliw kopalnych (ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel czy paliwa jądrowe). Bioetanol produkowany jest ze zbóż, kukurydzy, ziemniaków, buraków cukrowych lub trzciny cukrowej i dodawany jest do benzyn. Natomiast estry często nazywa się „bio-dieslem”. Jest to ekologiczne, nietoksyczne i odnawialne paliwo, ulegające rozkładowi biologicznemu, o niemal identycznych właściwościach jak olej napędowy. Estry metylowe lub etylowe, otrzymywane w procesie przetwarzania oleju palmowego, rzepakowego lub soi dodawane są do oleju napędowego.

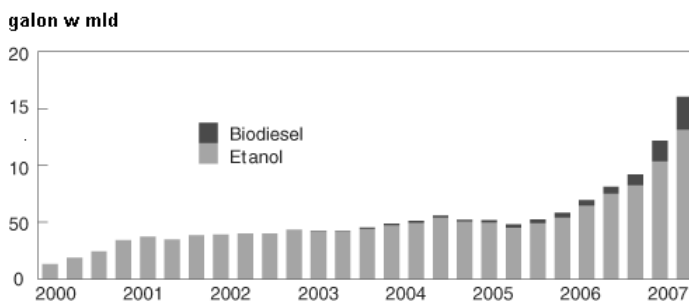
Wymienione rodzaje biopaliw zaliczane są do pierwszej generacji paliw odnawialnych. Zasadniczą cechą tych paliw jest stosowanie ich jako biokomponentów o niewielkim stężeniu z paliwami pochodzenia naftowego, we współcześnie eksploatowanych silnikach, lub też z niewielką modyfikacją systemu zasilania.

Rozwój produkcji biopaliw na świecie

W 1974 r., po narzuceniu embarga na ropę naftową przez Organizację Kra-
jów Eksportujących Ropę Naftową (OPEC), Stany Zjednoczone podjęły pierw-
sze kroki ku legislacji produkcji etanolu ze zbóż jako alternatywnego źródła pa-
liwa. Lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte ubiegłego stulecia to okres rozwo-
ju przemysłu etanolu przy ogromnym wsparciu finansowym rządu.

W 2006 r istniało już 110 rafinerii etanolu, a dodatkowe 73 były w budowie. W 2007 r. produkcja etanolu osiągnęła poziom ok. 6,8 mld galonów¹. Prezydent Bush zachęca do produkcji 35 mld galonów odnawialnych paliw do 2017 r. (tj. blisko pięć razy więcej niż na obecnym poziomie).

Brazylia, podobnie jak Stany Zjednoczone rozpoczęła produkcję etanolu w latach 70. ubiegłego stulecia. Rząd inwestował w technologię i zachęcał do szybkiego rozwoju rynku. Produkcja etanolu przyczyniła się do rozwoju przemysłu motoryzacyjnego.



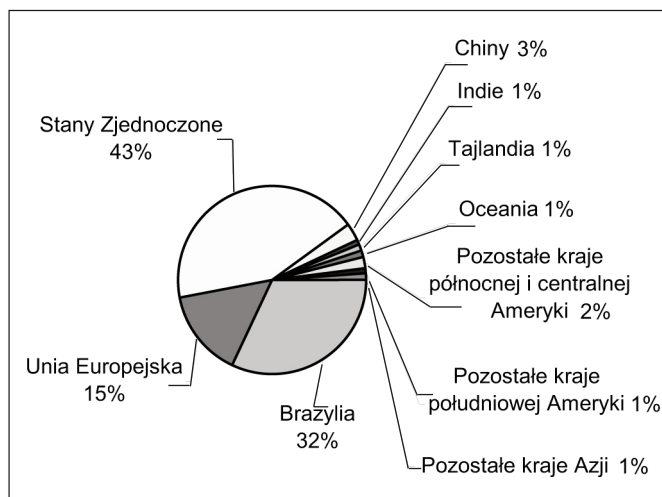
Rys. 1. Światowa produkcja biopaliw w latach 2000-2007

Źródło: [3].

Nacisk na produkcję etanolu i innych biopaliw zapoczątkował przemysł, który jest zależny od wsparcia finansowego podatników także w innych krajach, jak Chiny i Unia Europejska. Rządy tych państw uzasadniają subsydia na produkcję biopaliw koniecznością zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego w sposób przyjazny dla środowiska. Dodatkowo, podpisanie protokołu z Kioto wymusiło na państwach stopniowe wprowadzanie paliw ze źródeł odnawialnych. W ostatnich latach światowa produkcja biopaliw uległa potrojeniu – z 4,8 mld galonów w 2000 r. do ok. 16 mld galonów w 2007 r. Do głównych producentów etanolu i biodiesla na świecie należą Stany Zjednoczone, Brazylia i Unia Europejska, gdzie koncentruje się około 90% produkcji biopaliw (rys. 2).

¹ Galon odpowiada 3,78 litra.

W Europie Wspólna Polityka Rolna promuje produkcję biopaliw o nazwie biodiesel, który wytwarza się z rzepaku i nasion słonecznika. W 2007 r. UE-27 wyprodukowała 80% światowej produkcji biodiesla [5]. Na tle państw Unii Europejskiej wyróżniają się Niemcy, Francja, Włochy i Czechy.² W większości tych krajów produkcja biopaliw jest od lat mocno wspierana przez programy rządowe.



Rys. 2. Udział głównych producentów w światowej produkcji biopaliw w 2007 r.

Źródło: [3].

Wraz z produkcją biokomponentów nadal rośnie popyt na ropę naftową, a eksploatacja z nowych źródeł tego surowca wiąże się często z wyższymi kosztami. Przewiduje się, że globalne zapotrzebowanie na energię wzrośnie o 71% w latach 2003-2030, zwłaszcza w krajach rozwijających się, takich jak Chiny i Indie [17].

Rządy producentów biopaliw wprowadziły różne narzędzia polityki, które mają na celu zmniejszenie ryzyka i niestabilności cen surowców. Oprócz subsydiowania produkcji, ulg podatkowych i preferencyjnych stawek podatkowych kolejnym narzędziem jest warunek mieszania biokomponentów z paliwami pochodzenia naftowego. Tabela 1 wskazuje na różne przyjęte wskaźniki pod względem ilości stosowania zamienników.

Konkurencyjność biopaliw

Rozwój bioenergii na świecie zależy od kosztów produkcji. Przy wysokich dotacjach, dużym areale upraw i taniej sile roboczej produkcja biopaliw staje się bardzo opłacalna. Jednakże produkcja paliw pierwszej generacji przyczynia się do szeregu problemów środowiskowych, gospodarczych, jak również i etycznych. Rozwój biopaliw wywołuje konkurencję paliw nie tylko z żywnością ale i czynnikami naturalnymi jak ziemia i woda, których zasób jest ograniczony.

² Przewiduje się, że w latach 2010-2015 zostanie wyprodukowanych 20 mln ton biodiesla, z czego na UE będzie przypadać 12 mln ton, USA 2-3 mln ton, Brazylię 2,5 mln ton oraz kraje Azji południowo-wschodniej 1-2 mln ton [5].

Tabela 1

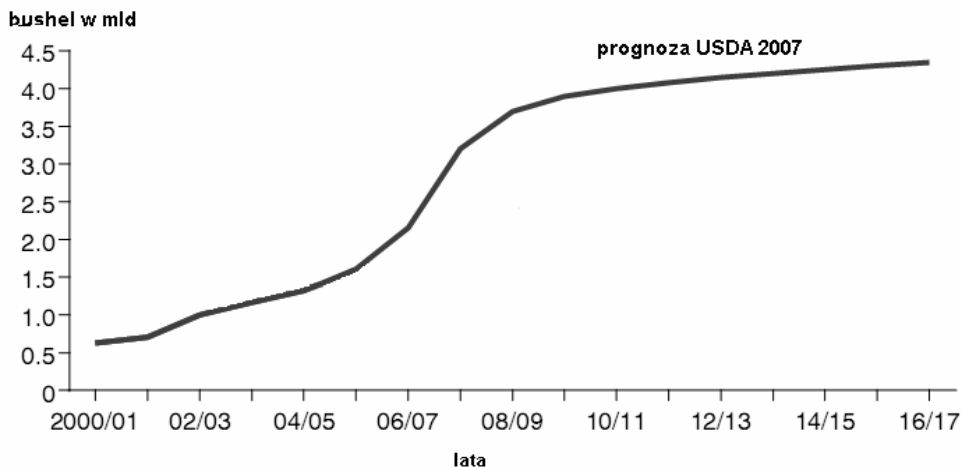
Zakładany udział biopaliw (narodowy cel wskaźnikowy) w wybranych krajach

Kraj	Surowiec		Prognozowana produkcja w 2007 r. (w mln galonów)		Zakładany udział biopaliw
	Etanol	Biodiesel	Etanol	Biodiesel	
Brazylia	Trzcina cukrowa, soja, olej palmowy	Rącznik pospolity ^a	4966,5	64,1	Zastąpienie 25 % benzyny etanolem w 2007 r., 2% biodieslem w 2008 r.
Kanada	Kukurydza, pszenica, słoma	Tłuszcze zwierzęce, oleje roślinne	264,2	25,4	Zawartość etanolu w benzynie 5% do 2010 r., 2% biodiesla w dieslu do 2012 r.
Chiny	Kukurydza, pszenica, maniok, sorgo	Oleje roślinne, jatropha ^b	422,7	29,9	Zawartość etanolu w benzynie 10%
Unia Europejska	Pszenica, inne ziarno, burak cukrowy, alkohol	Nasiona rzepaku i słonecznika, soja	608,4	1731,9	Docelowa zawartość biopaliw w paliwach stosowanych w transporcie 5,75% do 2010 r., 10% do 2020 r.
Indie	Melasa, trzcina cukrowa	Jatropha, importowany olej palmowy	105,7	12	Zawartość etanolu w benzynie 10% do końca 2008 r., 5% biodiesla do 2012 r.
Indonezja	Trzcina cukrowa, maniok	Olej palmowy, jatropha	-	107,7	Zawartość 10% biopaliw do 2010 r.
Malezja	-	Olej palmowy	-	86,8	Zawartość 5% biodiesla w transporcie publicznym
Tajlandia	Melasa, maniok, trzcina cukrowa	Olej palmowy, olej roślinny	79,3	68,8	Produkcja oleju palmowego będzie wzrastać, by osiągnąć udział 10% w dieslu do 2012 r.
Stany Zjednoczone	Głównie zboża	Soja, inne nasiona oleiste, tłuszcze zwierzęce, recykling olei	6498,7	444,5	Zużycie 7,5 mld galonów biopaliw do 2012 r. Proponuje się zwiększenie tych paliw do 36 mld do 2022 r.

^a Rącznik pospolity to gatunek należący do rodziny wilczomleczowatych (Euphorbiaceae Juss). Roślina uprawiana na całym świecie jako roślina oleista i ozdobna. Hodowla w celach ozdobnych jest niebezpieczna ze względu na trującą rycynę. Spożycie 10-20 nasion rącznika może spowodować śmierć człowieka. Z nasion tłoczonych na ciepło otrzymuje się do 60% procent oleju.

^b Jatropha curcas to pochodzące z tropikalnych obszarów Ameryki drzewo z rodziny wilczomleczowatych. Jatropha ma minimalne wymagania: wystarczy jej 300 mm opadów rocznie i może rosnąć na najsłabszych glebach. Stosowana jest przy rekultywacjach gleb, walce z pustyńnieniem, a przede wszystkim jako roślina oleista, której olej służy do produkcji paliw. Pierwsza w Europie rafineria biodiesla z nasion tego gatunku powstała w Londynie. Ze względu na wysokie koszty środowiskowe produkcji biopaliw z rzepaku przewiduje się, że jatropha zastąpi rzepak w Europie, zwłaszcza w obliczu zmian klimatycznych. 1 ha uprawy jathropy dostarcza surowca do produkcji 3 tysięcy litrów biodiesla [9].

Źródło: [3].



Rys. 3. Prognozowany poziom wykorzystania kukurydzy do produkcji etanolu w kolejnych latach (bushel: GB 1 bu=36,368 dm³; US 1 bu=35,238 dm³)

Źródło: [26].

Ekspansja produkcji biopaliw na świecie wiąże się z większymi dostawami surowców roślinnych. W związku z tym rośnie zapotrzebowanie na coraz większy areal upraw. W Stanach Zjednoczonych przemysł biopaliwowy wywołał nie tylko wzrost cen surowców, ale także zbóż i produktów nie związanych z produkcją biomasy. Plony zbóż w USA w ostatnich dziesięciu latach rosły, ale w stopniu niższym niż 2%. Nawet podwojenie powierzchni upraw nie zaspokoilo bieżącego popytu na ten surowiec. Planuje się jednak przeznaczyć jeszcze większe obszary pod uprawę zbóż. Będą to musiały być obszary „słabe” pod względem uwarunkowań przyrodniczych, a także pastwiska, ugory, tereny przeznaczone wcześniej pod produkcję innych upraw jak np. bawełnę [26]. W latach 2008/2009 spodziewany jest wzrost powierzchni upraw kukurydzy [28].

W Amazońskiej Puszczy corocznie wycina się i wypala lasy pod uprawy rolnicze i pastwiska [11]. W latach 2001-2004 przeznaczono zalesione obszary bezpośrednio na grunty uprawne o powierzchni około 540 tys. ha [10]. W Brazylii zajmowanie naturalnych ekosystemów (głównie lasów) i tworzenie gruntów rolnych, a także pastwisk jest głównie powiązane z produkcją zwierzęcą i prawdopodobnie proces ten ze względu na opłacalność będzie się rozwijać [24]. Postępujący wzrost wylesień ma związek także z nielegalnym pozyskaniem surowca na sprzedaż. Jednakże nie będzie to jedyny czynnik, gdyż rozwój biopaliw będzie potęgował niekorzystne zmiany w środowisku naturalnym. Uprawy soi i trzciny cukrowej przeznacza się nie tylko na pasze, ale i produkcję biopaliw. Produkcja etanolu w Brazylii wzrosła w ostatnich latach o 10% (z 15,1 mld l w 2004 r. do 16,6 mld l w 2006 r.) [18]. Przewiduje się, że w latach kolejnych eksport soi będzie rósł, natomiast w Stanach Zjednoczonych produkcja tego surowca będzie spadać, gdyż zwiększy się zapotrzebowanie na kukurydzę.

Problem karczowania lasów pojawił się także w innych krajach. Produkcja oleju palmowego w Malezji i Indonezji oraz jatrophy w Malawi i Ugandzie wy-

maga znacznych nakładów ziemi, co wiąże się z pozyskaniem obszarów przeznaczonych na produkcję żywności lub terenów zalesionych.

Ograniczenia w ekosystemie dotyczące zasobów wodnych mogą także nabrać dramatycznych rozmiarów, szczególnie w niektórych regionach świata. Problem ten pojawia się w Indiach, gdzie rząd położył nacisk na produkcję jatrophy na nieużytkach o powierzchni 50 mln ha. Roślina ta może rosnąć na najsłabszych glebach. Jednak na suchych, wyschniętych glebach wymaga nawożenia i nawadniania w ciągu trzech pierwszych lat uprawy. Przeznaczenie tak olbrzymiego terenu prowadzi do monokultury i może mieć poważne skutki dla zasobów wody.

Zagrożenia pojawiają się także w wykorzystaniu wody przy technicznym pozyskaniu biokomponentu. Badania Międzynarodowego Instytutu Gospodarki Wodnej (IWMI – International Water Management Institute) wykazały, że w Indiach do wyprodukowania jednego litra etanolu potrzeba aż 3500 litrów wody. W innych krajach, na przykład na Sri Lance, od 1000 do 4000 litrów wody (w zależności od rośliny i stosowanych technik produkcji), natomiast w Brazylii – 2200 litrów wody³.

Obecne i przyszłe konsekwencje rozwoju biopaliw na świecie

Gwałtowne zmiany, których należy spodziewać się w latach następnych, będą mieć wpływ na światowy system żywnościowy, zagospodarowanie przestrzenne zasobów naturalnych oraz rozwój gospodarczy w wielu krajach. Potencjalne korzyści i straty wynikające z produkcji nowego segmentu w rolnictwie zostały zestawione w tabeli 2.

Kwestia ekspansji biopaliw stwarza zaniepokojenie w zakresie rosnących cen żywności. Wg Międzynarodowego Funduszu Walutowego w 2006 r. światowe ceny żywności zwiększyły się o 10% z powodu wzrostu cen zbóż, pszenicy i soi, spowodowanych głównie czynnikami popytowymi, w tym wzrostem popytu na biokomponenty do produkcji biopaliw [3].

Obecnie przemysł biopaliwowy w Stanach Zjednoczonych pochłania olbrzymie tereny uprawy kukurydzy. W latach 2005-2006 w USA wykorzystano do produkcji etanolu 14% podaży kukurydzy. W latach 2009/2010 przewiduje się wykorzystanie aż 30%. Jednakże nawet w 2017 r. etanol w rynku paliw pokryje zapotrzebowanie w wielkości mniej niż 8%. Przewiduje się, że w latach 2009/2010 cena kukurydzy wzrośnie, jednakże w latach następnych cena będzie ustabilizowana wskutek zmniejszenia ekspansji produkcji etanolu.

Ceny kukurydzy determinują również opłacalność produkcji zwierzęcej. Wyższe koszty pasz spowodowały gwałtowny spadek produkcji zwłaszcza wieprzowiny. Głównym składnikiem pasz dla zwierząt w USA jest kukurydza, której udział stanowi 50-60%. Wzrost cen tego surowca ograniczył spadek wykorzystanie go do produkcji pasz w latach 2006/2007 do 40% i wg prognozy USDA⁴ tendencja ta utrzyma się do 2009 r.

³ Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie komunikatu Komisji dla Rady i Parlamentu Europejskiego [19].

⁴ USDA – Departament ds. Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (z ang. United States Department of Agricultural).

Tabela 2

Potencjalne korzyści i straty wynikające z produkcji biopaliw

Potencjalne korzyści	Potencjalne straty
1. Wzrost miejsc pracy w sektorze rolniczym i przemysłowym	1. Wzrost cen żywności. Wzrost cen surowca do produkcji etanolu (szczególnie kukurydzy, oleju palmowego, soi, które są podstawą wyżywienia ludności w krajach rozwijających się). Wzrost cen pozostałych zbóż. Spadek produkcji zwierzęcej i wzrost cen szczególnie żywca wołowego i wieprzowego
2. Rozwój nowych rynków zbytu dzięki przemysłowemu przetwarzaniu produktów rolnych	2. Monokultura, erozja gleb, spadek jakości gleby
3. Poprawa dochodowości gospodarstw	3. Utrata bioróżnorodności
4. Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych	4. Pogorszenie sytuacji finansowej gospodarstw o niewielkim areale upraw w dłuższym okresie czasu, wskutek wzrostu konkurencyjności producentów o wysokiej skali produkcji
5. Uniezależnienie się gospodarki od wzrastających cen ropy naftowej - bezpieczeństwo energetyczne	5. Możliwość wzrostu wykorzystywania GMO
6. Redukcja i utylizacja odpadów	6. Wycinanie lasów pod uprawę soi i innych upraw
	7. Przewiduje się negatywny wpływ etanolu na zdrowie człowieka za kilkanaście lat
	8. Wysoki koszt pozyskania biopaliw. Produkcja biopaliw wymaga uprawy, transportu i przerobu chemicznego

Źródło: Opracowanie własne.

Wzrost cen i zapotrzebowania kukurydzy do produkcji etanolu ma swoje odzwierciedlenie w globalnym handlu i międzynarodowym rynku. USA eksportują 60-70% produkcji kukurydzy na rynki zagraniczne. Jednakże w ostatnich latach 2006/2007 nastąpił spadek eksportu, zwiększył się natomiast import tego surowca [26].

Wg analiz Departamentu Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (USDA) gwałtowny wzrost produkcji biopaliw przyczynia się także do zmian w strukturze zasiewów, co prowadzi do zjawiska monokultury, zmiany te mają również wpływ na spadek поголовья zwierząt gospodarskich wskutek wyższych cen pasz. Wzrost

cen surowca do produkcji pasz zachęca rolników do zwiększania powierzchni upraw kukurydzy, co potęguje negatywne skutki środowiskowe.

W Unii Europejskiej zwiększenie powierzchni upraw pod rośliny energetyczne (zwłaszcza rzepaku) pogorszyło sytuację na rynku zbóż. Dodatkowo warunki klimatyczne spowodowały spadek plonów i wyższą cenę pozostałych zbóż. Wyjątkowo na sezon 2007/2008 Komisja Europejska zniósła obowiązek odłogowania dla krajów UE-15. Planowane wyższe zbiory mają na celu odbudowanie zapasów europejskich i pokrycie zapotrzebowania na zużycie przemysłowe⁵.

Szybki rozwój przemysłu biopaliwowego wpływa także na bioróżnorodność krajobrazu. W Brazylii, w takich regionach jak Sao Paulo, Franca, Araquara, Ribeirao i Sao Carlos, 85% powierzchni zostało zniszczone w dużej mierze z powodu ekspansji plantacji trzciny cukrowej i soi. Jest to teren sawanny Cerrado, która słynie z bogatej bioróżnorodności. Szacuje się, że obszary te pokrywa 10 tys. różnych gatunków roślin oraz zamieszkuje 195 gatunków ssaków, 607 ptaków, 225 gadów, 186 płazów oraz około 800 gatunków ryb [8]. W 2005 r. eksperci z Uniwersytetu Stanów Zjednoczonych wskazują, że równina Pantanal⁶ w Ameryce Południowej jest również zagrożona nie tylko przez rozwój urbanizacyjny i przemysł, ale także przez otaczające intensywne rolnictwo, związane z produkcją trzciny cukrowej i soi oraz przez intensywny wypas bydła. Są to również czynniki, w których należy upatrywać negatywnego wpływu na zmiany klimatyczne^{7,8}. Równina Pantanal jest dla Ameryki Południowej bardzo cenna, gdyż skupia kilka ekosystemów i jest jednym z największych terenów podmokłych o wysokiej bioróżnorodności na świecie.

Olej palmowy uważany jest za jeden z najlepszych i najtańszych składników biopaliwa dla silnika diesla. Jednym z głównych producentów tego surowca jest Indonezja. Powierzchnia uprawy oleju palmowego wzrosła w tym kraju z 600 tys. ha w 1985 r. do 6,4 mln ha w 2006 r. Jednocześnie na przełomie lat 1990-2005 zmniejszono powierzchnię lasów o 24,1%. Wiele rolników z rejonu Kalimantan dzierżawiło lub przekazało swoje ziemie przedsiębiorstwom pod uprawę oleju palmowego, manioku oraz trzciny cukrowej. Na plantację tych upraw prze-

⁵ Obowiązkowe odłogowanie pojawiło się w Unii Europejskiej w 1992 roku, gdy istniał problem z nadpodażą zbóż. Już w tym sezonie 2006/2007 z produkcji wyłączono prawie 4 miliony hektarów ziemi. Bruksela musi jednak z odłogowania zrezygnować, bo w tym roku ziarna brakuje, a jego ceny znacznie wzrosły.

⁶ Pantanal to rozległa aluwialna równina w Ameryce Południowej. Rozciąga się na obszarze centralno-wschodniej Brazylii (stany Mato Grosso i Mato Grosso do Sul), wschodniej Boliwii, północno-wschodniego Paragwaju. Nazwa Pantanal pochodzi od portugalskiego słowa pantano oznaczającego bagno. O bogactwie tego rejonu świadczy przede wszystkim wielkość awifauny. Dotąd opisano ponad 700 gatunków ptaków (w Europie około 500). Występuje tu 45 gatunków ptaków drapieżnych i 26 gatunków papug. Jest największym i najzasobniejszym terenem zimowisk dla ptaków z Ameryki Północnej. Na południu i północy tej równiny występują suche i wilgotne lasy tropikalne, na wschodzie otwarte sawanny Carrado, bliżej Boliwii słonawe jeziora i laguny [7].

⁷ Brazylijski rząd ogłosił raport, z którego wynika, że z powodu wypalania lasów w tym kraju do atmosfery trafiło w 1994 r. 1,03 miliarda ton dwutlenku węgla, w 1990 – 979 milionów ton [9].

⁸ Wg analityków z UNU ocieplenie klimatu o 3 do 4 stopni Celsjusza (5,4 do 7,2 stopni Fahrenheita) może wyeliminować 85% wszystkich utrzymywanych terenów podmokłych na świecie.

znaczano również nielegalnie lasy. Dochody z produkcji roślin energetycznych poprawiły w znacznym stopniu sytuację finansową tamtejszej ludności. Wiele rodzin jest w stanie wyżywić swoje dzieci i zapewnić edukację. Wg planu rozwoju przemysłu biopaliwowego przewiduje się, że będzie tworzonych od 3 do 4 milionów miejsc pracy, a Indonezja będzie przyciągać wielu inwestorów [27].

Rząd Indonezji planuje zwiększenia powierzchni pod uprawy oleju palmowego o 20 mln hektarów w ciągu następnych dwudziestu lat. W 2006 r. prawie pół miliona nowych plantacji oleju palmowego zostało sfinansowanych przez krajowe banki. Wiele przedsiębiorstw jest zainteresowanych produkcją biodiesla, gdyż przewiduje duże korzyści finansowe w ekspansji tej uprawy. Stąd też ogromna ilość kontraktów i porozumień została podpisana w ciągu ostatniego okresu [15].

W tym samym czasie w krajach takich jak Kamerun, Kolumbia czy Ekwador następuje również zanikanie bioróżnorodności z powodu zwiększania powierzchni upraw oleju palmowego na terenach dotychczas zalesionych [1]. W Kolumbii uprawa oleju palmowego zajmuje powierzchnię 285 tys. ha gruntów. Tereny te znajdują się głównie wzdłuż wybrzeża Caribbean na północy oraz wybrzeża Pacyfiku prowincji Choco. Są to tereny o bogatej bioróżnorodności. Rząd jednak dąży do produkcji tego oleju na większą skalę, co stwarza zagrożenie w utrzymaniu tamtejszego ekosystemu [6].

W kwestii rozwoju biopaliw duże znaczenie ma stosowanie organizmów genetycznie modyfikowanych. Obecnie produkcja organizmów genetycznie modyfikowanych (GMO z ang. *Genetically Modified Organisms*) nie jest powszechnie akceptowana przez społeczeństwo jako źródło żywności. Jednakże przy wzroście zapotrzebowania na bioenergię w kolejnych latach, pozyskanie oleju z roślin GMO będzie bardzo opłacalne, zmniejsza się bowiem nakłady pozyskania surowca. Wiele krajów będzie dążyć do produkcji biopaliw na bazie organizmów GMO. Przemysł biotechnologiczny jest zainteresowany biopaliwami, które umożliwiłyby szybki dostęp do nowych rynków, ale obecnie badania nad roślinami odpornymi np. na suszę są bardzo kosztowne.

Doświadczenia Argentyny budzą wiele wątpliwości co do produkcji biopaliw na dużą skalę z wykorzystaniem GMO. W 1996 r. soja genetycznie modyfikowana była produkowana w Argentynie bez publicznej akceptacji i porozumienia z Kongresem. Kraj ten stał się źródłem nielegalnego pozyskiwania nasion GMO. Dziesięcioletni okres uprawy soi doprowadził do monokultury, skażenia jakości ziemi i zasobów wodnych. Pojawiły się przy tym chwasty odporne na herbicydy wskutek uprawy soi na dużą skalę i nadużywania pestycydów [1]. Stosowany powszechnie środek chemiczny, tzw. glyphosate, w celu zwiększenia plonu i rozpylany często w powietrzu przyczynił się do chorób ludzi i rozprzestrzenił się na innych uprawach [13], niszcząc tym samym tradycyjne rośliny. W wyniku ekspansji upraw soi małe gospodarstwa zostały wyparte z rynku. W latach 1998-2004 powierzchnia i zbiory soi wzrosły odpowiednio o 107% i 68%, natomiast powierzchnia i zbiory kukurydzy spadły o 26 % i 21%, ziarna bawełny odpowiednio o 70% i 22%, a ziemniaków o 30%

i 34% [21]. Produkcja soi jest najbardziej opłacalna dla właścicieli wielkich arealów upraw, gdyż drobni rolnicy nie są w stanie konkurować z wielkimi farmami.

Celem rozwoju produkcji biopaliw są korzyści środowiskowe, w tym możliwość ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Ocenia się, że 25% globalnej emisji dwutlenku węgla, głównego gazu cieplarnianego, wytworzonego w związku z działalnością człowieka, pochodzi z transportu samochodowego. W procesie spalania zarówno biopaliw jak i benzyny uwalniany jest dwutlenek węgla. Teoretycznie biopaliwa są neutralne pod względem dwutlenku węgla, uwalniając zaabsorbowany CO₂ podczas wzrostu rośliny użytej do produkcji biopaliwa. Benzyna i inne paliwa konwencjonalne dodają CO₂ do atmosfery, uwalniając CO₂ zgromadzony wcześniej w materiale organicznym miliony lat temu [3]. Badania dowodzą, że bilans energetyczny biopaliw jest pozytywny, bowiem uzyskanie energii jest wyższe od wkładu energii. Najkorzystniejszy jest etanol na bazie trzciny cukrowej, gdyż redukuje o 90% więcej gazów cieplarnianych niż benzyna, natomiast etanol uzyskiwany z celulozy redukuje od 70 do 90% [4]. Uzysk netto w przypadku etanolu ze zbóż jest niewielki [28].

Wg innych badań może się okazać, że etanol będzie szkodzić zdrowiu człowieka. Do takich wniosków doprowadziło wykorzystanie modelu komputerowego do symulacji jakości powietrza w Stanach Zjednoczonych. Mark Jacobson, ekspert w dziedzinie atmosfery z Uniwersytetu Standforda w Kalifornii, przeprowadził symulację na rok 2020 z wykorzystaniem różnych czynników atmosferycznych np. temperatury, opadów czy nasłonecznienia. Stwierdził, że w pewnych rejonach USA wzrosło znacznie stężenie ozonu, który gromadzony przy powierzchni ziemi uczestniczy w tworzeniu smogu i wpływa negatywnie na układ oddechowy ludzi, bardziej niż benzyna [12].

Przyszłość biopaliw

Istnieje wiele przeciwwskazań dla paliw pierwszej generacji. Produkcja biokomponentów powoduje skutki środowiskowe, społeczne i gospodarcze, a także stwarza trudności techniczne. W zakresie produkcji biodiesla pojawiają się takie problemy jak ograniczona wydajność, wysokie koszty produkcji (0,4-0,7 euro/l) i magazynowania (ze względu na obecność grup tlenowych). Natomiast bioetanol wymaga znacznego zużycia wody i nawozów i nie może być przesyłany obecnymi rurociągami przeznaczonymi na paliwa naftowe (problemy z korozją). W związku z tym przyszłość biopaliw upatruje się w paliwach drugiej generacji, pozwalających na pozyskanie energii w sposób bardziej ekonomiczny.

Paliwa drugiej generacji nie są jeszcze tak rozpowszechnione. Istnieją jednak dwie bariery dla opanowania biopaliw następnej generacji na skalę przemysłową – technologia i koszty wytwarzania. Jedynie kilka krajów, jak: Stany Zjednoczone, Kanada, Chiny, Brazylia, Japonia są zainteresowane produkcją tego rodzaju biopaliwa dzięki wysokim dotacjom rządowym. Paliwa drugiej ge-

neracji uzyskuje się z celulozy, resztek drewnianych, siana lub poprzez upłynianie biomasy (BtL z ang. *biomass to liquid*)⁹.

Istnieje jeszcze możliwość produkcji paliw trzeciej generacji. Biobutanol, uzyskiwany z biomasy i biodegradowalnych odpadów, przy wykorzystaniu odpowiednich kultur bakterii, charakteryzuje się niskim ciśnieniem i tolerancją na zanieczyszczenia wodą w mieszkankach benzyny, co ułatwia jego stosowanie w obecnych kanałach zaopatrzenia w benzynę i jej dystrybucji. Biobutanol może być mieszany z benzyną w większym stężeniu niż obecne biopaliwa, bez konieczności wprowadzania modyfikacji do pojazdów. Obecnie nie został jeszcze opracowany proces jego otrzymywania na dużą skalę.

Obok ww. trzech generacji prowadzone są badania nad innymi paliwami alternatywnymi, co prowadzić ma w konsekwencji do wyprodukowania różnymi metodami paliwa, zgodnie z koncepcją rozwoju zrównoważonego spełniającego trzy warunki: uzasadnienie ekonomiczne, ochrona środowiska i akceptacja społeczna. Paliwem, z którym wiąże się obecnie duże nadzieje jest wodór, produkowany zarówno w czystych technologiach wykorzystujących surowce kopalne, jak i z surowców rolniczych czy odpadów przemysłowych (biowodór).

Rozwój produkcji biopaliw w Polsce

Europejski rynek biopaliw jest daleko bardziej rozwinięty od polskiego, głównie z powodu rozwiązań legislacyjnych sprzyjających producentom i konsumentom biopaliw.

Polska jest na etapie rosnącego wykorzystania pierwszej generacji paliw transportowych, opartej na produkcji rzepaku. Od początku lat 90. ubiegłego stulecia niemalże cały produkowany rzepak był wykorzystywany przez przemysł tłuszczowy do produkcji olejów i tłuszczów jadalnych. Przewiduje się, że zapotrzebowanie przemysłu tłuszczowego na rzepak na cele spożywcze wzrośnie z 1 mln t w latach 2005-2006 do 1,3 mln t w 2010 r. Rozwój biopaliw i spełnienie celów wskaźnikowych spowoduje także wzrost zapotrzebowania na ok. 0,6-1,4 mln t rzepaku [22]. Przy zakładanym plonie 2,46 t/ha (średnia z lat 2001-2005) uprawa rzepaku będzie wymagała 1,3 mln ha w 2010 r. Czynniki przyrodnicze i organizacyjne nie pozwolą zwiększyć areалу uprawy rzepaku powyżej 1,0-1,1 mln ha, w związku z tym wzrost produkcji może nastąpić głównie poprzez zwiększenie plonów. Rzekpak jest bowiem rośliną o dużych wymaganiach glebowych, a dodatkowymi ograniczeniami są niebezpieczeństwo wymarzania oraz struktura obszarowa gospodarstw. Małe gospodarstwa nie są w stanie zapewnić poprawnej technologii produkcji rzepaku, a także wydajność pracy nowoczesnego sprzętu w takich warunkach jest niska, co czyni produkcję nieopłacalną [6].

W kolejnych latach narodowy cel wskaźnikowy w UE będzie stopniowo zwiększany i w 2020 r. powinien osiągnąć wielkość 10% udziału paliw alterna-

⁹ Komisja Unii Europejskiej przewiduje, że biopaliwa drugiej generacji wejdą na rynek w latach 2010-2015 [9].

tywnych w systemach zasilania w transporcie paliw, wobec 5,75% w 2010 r. Obecnie w Polsce, podobnie jak w innych krajach, za popytem na surowce do produkcji biopaliw „nie nadaża” rolnictwo. Jednakże przewiduje się, że zwiększenie areалу uprawy rzepaku będzie następować kosztem zbóż [22]. Rzepak jest bowiem rośliną konkurującą o ziemię z uprawą buraków, pszenicy i innych zbóż o wysokiej wydajności z jednostki powierzchni (kukurydzy, jęczmienia). Jeśli nie nastąpi wzrost produkcji rzepaku, to pozostaje import tego surowca, co będzie miało swoje konsekwencje we wzroście ceny oleju spożywczego. Alternatywą są paliwa drugiej generacji, jednakże w warunkach polskich produkcja tego rodzaju biopaliwa wymaga obecnie dużych nakładów na prace naukowobadawcze i budowę nowoczesnych instalacji.

Podsumowanie

Na przykładzie wybranych krajów wskazano na wielostronne aspekty oddziaływania bioenergii. W wielu przypadkach produkcja biopaliw jest jednym z wielu czynników potęgującym zmiany w środowisku i systemie żywnościowym. Na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań i symulacji można stwierdzić, że nieracjonalna i niekontrolowana ekspansja rozwoju tego segmentu rolnictwa doprowadzi do strat nie tylko zasobów naturalnych.

Uprawa surowców, w związku z większym wykorzystaniem biopaliw na terenach nieodpowiednich do tego celu, takich jak lasy tropikalne i inne siedliska o wysokiej wartości przyrodniczej, spowoduje poważne i nieodwracalne zniszczenia środowiska naturalnego i przyczyni się do niekorzystnych zmian klimatu. W wielu krajach, szczególnie rozwijających się, dochodzi do zniszczeń ekosystemu, często w sposób nielegalny. Drobnicy są poddani presji rozwoju rynku biopaliw i wielokrotnie tracą na konkurencji z producentami o większym areale upraw.

Najprawdopodobniej w przyszłości gospodarka biopaliwami będzie charakteryzować się różnymi typami produkcji z dominacją wielkich producentów. Skala produkcji biopaliw będzie determinowana wieloma czynnikami, np. ceną surowca czy bliskością rynku zbytu. Wzrost cen dostrzec można w Stanach Zjednoczonych i Brazylii, w krajach w których opłacalna staje się produkcja etanolu na dużą skalę, co umacnia rozwój dużych przedsiębiorstw. Ograniczona podaż surowców prowadzi do wyżki cen podstawowych zbóż, które są podstawą wyżywienia ludności krajów rozwijających się.

Produkcja biopaliw na świecie wymaga przemyślanej strategii, zwłaszcza gdy rozważane będą możliwości wykorzystywania na dużą skalę organizmów genetycznie modyfikowanych. Dotyczy to także kwestii ilości stosowania etanolu w paliwach transportowych. Symulacje przeprowadzone przez Jacobsona odnośnie wpływu stosowania etanolu na zdrowie człowieka wymagają dodatkowych badań ekspertów.

Literatura:

1. Agrofuels. Towards a reality check in nine key areas, June 2007.
http://www.biofuelwatch.org.uk/docs/agrofuels_reality_check.pdf
2. Butler R. A.: U. S. biofuels policy drives deforestation in Indonesia, the Amazon. 2008.
<http://news.mongabay.com/2008/0117-biofuels.html>
3. Coyle W.: The future of biofuels: A global perspective. <http://www.ers.usda.gov>
4. Doornbosch R., Steenblik R.: Biofuels: Is the cure worse than the disease? OECD, Paris, 2007.
5. Garofalo R.: The future of UE biodiesel production. EOA Press Conference, Brussels, 2007.
6. <http://ipsnews.net/news.asp?idnews=35722>
7. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Pantanal>
8. <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/Pages/default.aspx>
9. http://www.lonicera.hg.pl/news/akt_uzytkowe04.html
10. <http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/0606377103v1?ck=nck>
11. <http://www.sciencedaily.com/releases/2005/09/050914105508.htm>
12. Jacobson M. Z.: Effects of ethanol (E85) versus gasoline vehicles on cancer and mortality in the United States. Stanford University, California, 2007.
13. Joensen L., Semino S., Paul H.: Argentina: A case study on the impact of genetically engineered soya. The Gaia Foundation, London, UK, 2005.
14. Kerckow B.: Competition between agricultural and renewable energy production. Quarterly Journal of International Agriculture, 46 (2007), No 4.
<http://www.econexus.info/pdf/ENx-Argentina-GE-Soya-Report-2005.pdf>
15. Klute M.: Green gold biodiesel. Players in Indonesia. http://www.biofuelwatch.org.uk/Green_Gold_Biodiesel_%20Players_in_Indonesia.doc
16. Kuś J.: Alternatywne kierunki produkcji rolnictwa polskiego. Pamiętnik Puławski, z. 132, Puławy, 2003.
17. Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie komunikatu Komisji dla Rady i Parlamentu Europejskiego. Raport w sprawie postępu w dziedzinie biopaliw – Raport w sprawie postępu w zakresie użycia biopaliw i innych paliw odnawialnych w państwach członkowskich Unii Europejskiej. COM (2006) 845 wersja ostateczna, Bruksela, 2007.
18. Podlaski S.: Burak cukrowy jako surowiec do produkcji etanolu.
www.stc.pl/dhttp.php?co=podlaski2_2007_02_23.doc
19. Raport w sprawie postępu w zakresie użycia biopaliw i innych paliw odnawialnych w państwach członkowskich Unii Europejskiej. Bruksela, 2007.
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0845:FIN:PL:DOC>
20. Rocznik Statystyki Międzynarodowej. GUS, Warszawa, 2000.
21. Rocznik Statystyki Międzynarodowej. GUS, Warszawa, 2006.
22. Rosiak E.: Rozwój rynku biopaliw szansą dla polskiego rolnictwa. <http://www.teberia.pl/news.php?id=3876>
23. Runge F. C., Senauer B.: How biofuels could starve the Poor. Foreign Affairs, May/June, 2007.
<http://www.foreignaffairs.org/20070501faessay86305/c-ford-runge-benjamin-senauer/how-biofuels-could-starve-the-poor.html>

24. Steinfeld H.: Livestock's long shadow. Environmental issues and options. FAO, 2006.
25. Sustainable bioenergy: a framework for decision makers. United States, 2007.
26. Westcott P. C.: Ethanol expansion in the United States. How will the agricultural sector adjust? Report from the Economic Research Service, USDA, May, 2007. www.ers.usda.gov
27. Williamson L.: Indonesia's push for biofuels. BBC News, Kalimantan, February 2007. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/6320285.stm>
28. Wisner R.: Global biofuels developments and limits to expansion. Presentation at the Global Biofuels Conference, Minneapolis, MN, USA. <http://www.ars.usda.gov/meetings/Biofuel2007/presentations/Econ%20Outlook/wisner.pdf>