

MICHAŁ BORYCHOWSKI

PRODUKCJA I ZUŻYCIĘ BIOPALIW PŁYNNYCH W POLSCE I NA ŚWIECIE – SZANSE, ZAGROŻENIA, KONTROWERSJE

Streszczenie: W ostatnich dekadach obserwuje się znaczny rozwój komunikacji oraz transportu, przede wszystkim drogowego i lotniczego. Pojawiają się coraz nowsze technologie produkcji pojazdów oraz silniki, które mogą być napędzane odnawialnymi nośnikami energii, w tym biopaliwami płynnymi (bioetanołem oraz biodieslem). Ich produkcja i zużycie dynamicznie rosną w ostatnim czasie, w związku z czym biokomponenty ciekłe zyskują na znaczeniu w szeroko rozumianej polityce energetycznej, jednej z najważniejszych polityk sektorowych w każdym kraju. Wytwarzanie biokomponentów w oparciu o jadalne surowce rolne spotyka się z zarzutami, że konkuruje z produkcją żywności i jest poważnym zagrożeniem dla bezpieczeństwa żywnościowego, a ich stosowanie przynosi więcej strat niż korzyści w skali kraju i świata. W argumentacji zarówno zwolenników, jak i przeciwników biokomponentów kryje się część racji, wobec czego trudno jest stwierdzić, czy bilans zalet i wad, wynikających z wytwarzania i stosowania biopaliw płynnych jest jednoznacznie dodatni czy ujemny. Należy przyjrzeć się tej kwestii z punktu widzenia krajowego oraz globalnego, ponieważ istnieje możliwość występowania typowego błędu złożenia. Racjonalność w skali całego świata nie musi być sumą racjonalności cząstkowej, a więc na poziomie mikro. Produkcja i wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii, do których zaliczają się między innymi biokomponenty płynne, spotykają się dzięki swoim zaletom przeważnie z pozytywnym odbiorem i społeczną akceptacją, ale nie można lekceważyć głosów konstruktywnej krytyki i negocjowania zasadności wytwarzania i stosowania biopaliw ciekłych oraz wspierania tej branży.

Słowa kluczowe: biopaliwa, bioetanol, biodiesel, sektor biopaliw w Polsce i na świecie, światowe surowce rolne, zmiany cen surowców rolnych.

1. WSTĘP

Głównym celem artykułu jest próba przeanalizowania szans i zagrożeń, wynikających z wytwarzania i stosowania biopaliw płynnych oraz oceny tego bilansu. Rozmyślenia mają charakter zarówno teoretyczny, jak i praktyczny,

gdyż odnoszą się do aktualnego funkcjonowania sektora biopaliw w Polsce oraz w wiodących w tym względzie krajach. Wśród celów szczegółowych wyróżniono próbę odpowiedzi na pytanie, czy globalny wzrost produkcji biopaliw ciekłych ma wpływ na wzrosty cen surowców rolnych oraz czy produkcja biopaliw z jadalnych surowców rolnych stoi w opozycji do wytwarzania żywności. Postawiono tezę, że wytwarzanie i wykorzystywanie biopaliw płynnych przynosi gospodarce więcej korzyści niż strat. Mimo to autor zakłada istnienie dodatniego związku pomiędzy wzrostem produkcji biopaliw a wzrostem cen surowców rolnych, ale stoi na stanowisku, że wytwarzanie biokomponentów z pewnością nie jest jedynym istotnym czynnikiem, podnoszącym ceny surowców rolnych. W artykule przedstawione zostały także produkcja oraz zużycie biokomponentów w wybranych krajach, w tym w Polsce w celu ukazania stanu i dynamiki tej gałęzi.

Poruszone rozważania obejmują głównie lata współczesne, mianowicie od początku wieku do chwili obecnej. Odwołania do lat wcześniejszych mają na celu jedynie zaznaczenie pewnych tendencji oraz zarysowanie szerszego kontekstu, związanego z sektorem biopaliw płynnych na świecie. Przeprowadzone badania dotyczą głównych producentów i konsumentów biokomponentów ciekłych oraz Polski. Jej ukazanie na tle wiodących w tym zakresie państw ma dać odpowiedź, w jakim stadium rozwoju jest obecnie jej sektor biokomponentów oraz w jakim kierunku powinien się on rozwijać. Przytoczone korzyści i zagrożenia mają w dużej mierze charakter uniwersalny i globalny. Z pewnością istnieją elementy charakterystyczne dla kraju lub regionu, ale większość wad i zalet jest wspólna dla wielu państw. W badaniach przyjęto metody indukcji i dedukcji, a także analizę korelacji, regresji oraz dynamiki. Antycypuje się, że bilans zalet i wad, związanych z produkowaniem i wykorzystywaniem biokomponentów ciekłych będzie pozytywny, a także że wzrost produkcji biopaliw może podnosić ceny podstawowych surowców rolnych. Dane dotyczące produkcji oraz zużycia biopaliw w Polsce, a także światowe ceny surowców rolnych pochodzą z Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej (IERiGŻ), natomiast dane dotyczące sektora biopaliw na świecie z bazy Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) oraz Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO).

2. POZYCJA SEKTORA BIOPALIW PŁYNNYCH W POLSCE I NA ŚWIECIE

Pomysły stosowania olejów roślinnych jako paliwa silnikowego nie są nowe, gdyż sięgają końca XIX wieku, kiedy Rudolf Diesel zbudował silnik zasilany olejem arachidowym. Skłoniła go wówczas do tego obawa przed brakiem dostępności ropy naftowej w najbliższej perspektywie czasowej. Entuzjazm związany z napędzaniem silników olejem roślinnym szybko jednak osłabł. Do koncepcji tej powrócono dopiero w latach osiemdziesiątych XX wieku wskutek napięć po-

litycznych, konfliktów i poważnych kryzysów naftowych z lat siedemdziesiątych. Ponownie zaczęto rozważać możliwości wykorzystywania olejów roślinnych jako nośników energii¹. Dzisiaj najpowszechniej używanymi olejami do produkcji biodiesla są: sojowy, palmowy oraz rzepakowy². Z kolei pierwsze zastosowanie etanolu jako nośnika energii datuje się na 1908 rok, gdy skonstruowano silnik, który mógł być zasilany zarówno benzyną, jak i alkoholami. W kolejnych latach produkcja etanolu z surowców rolnych rozwijała się bardzo dynamicznie, ale niskie ceny ropy naftowej zgasiły tę wytwórczość. Do produkcji i stosowania alkoholi w celach energetycznych powrócono kilkadziesiąt lat temu, dostrzegając ich znaczny potencjał³. Obecnie kilka największych koncernów samochodowych produkuje silniki, które wolno zasilac jedynie alkoholami, tym niemniej należy zauważyć, że na razie etanol częściej jest wykorzystywany jako komponent tradycyjnych benzyn aniżeli samodzielne paliwo⁴.

W Polsce produkcja etanolu ma długą historię, a jej początki sięgają nawet lat dwudziestych ubiegłego stulecia. Polska zajmowała wówczas jedno z czołowych miejsc w Europie w branży, ale sektor ten na dobre rozwinął się dopiero w latach dziewięćdziesiątych. Dokonano znacznych inwestycji, a produkcja została skoncentrowana w kilkunastu dużych zakładach⁵. Początki sektora estrów metylowych w kraju szacuje się na lata 2004/2005, kiedy to uruchomiono pierwszą rafinerię, produkującą estry metylowe oleju rzepakowego. Kolejne lata przyniosły rozwój tego segmentu i otwarcie nowych zakładów⁶. Od początku swego istnienia gałąź ta rozwijała się znacznie bardziej dynamicznie niż branża bioetanolu, co jest podyktowane faktem, że większość pojazdów w Polsce, a także w całej Europie, posiada silniki wysokoprężne (silniki Diesla), które zasilane są olejem napędowym bądź alternatywnie – biodieslem.

Sektor biopaliw płynnych zajmuje istotne miejsce w polityce energetycznej Unii Europejskiej, a ich stosowanie jest obowiązkiem każdego kraju członkowskiego⁷. Udział biokomponentów w łącznej sumie konsumowanych paliw, liczony według wartości opałowej, ma sukcesywnie wzrastać tak, by w 2020 roku osiągnąć wartość minimum 10%⁸. Regularne monitorowanie realizacji tego

¹ K. W. Szewczyk, *Zarys możliwości wykorzystania etanolu jako odnawialnego źródła energii*, Praca ekspercka dla Ministerstwa Infrastruktury, Warszawa 2004, s. 11.

² E. Rosiak, W. Łopaciuk, M. Krzemiński, *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, IERiGŻ – PIB, Warszawa 2011, s. 61.

³ K. W. Szewczyk, *Zarys...*, dz. cyt., s. 2.

⁴ P. Gradziuk (red.), *Biopaliwa*, Wieś Jutra, Warszawa 2003, s. 134.

⁵ A. Kupczyk, *Tłuszcze odpadowe wypierają rośliny jadalne*, „Agroenergetyka” 2009, nr 2 (28), s. 37–38.

⁶ A. Kupczyk, M. Kupczyk, *Wysoko postawiona poprzeczka*, „Agroenergetyka” 2009, nr 4 (30), s. 39.

⁷ A. Korycińska, *Stan rozwoju sektora bioenergii*, [w:] B. Kucharska (red.), *Odnawialne źródła energii nowym wyzwaniem dla obszarów wiejskich w Polsce*, Opole 2009, s. 9.

⁸ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.

postanowienia ma pomóc w osiągnięciu końcowego sukcesu. W 2012 roku udział ten ma wynieść w Polsce oraz całej Unii 6,65%, a w 2015 – 8%⁹. W wiodących na świecie pod względem produkcji i konsumpcji biokomponentów krajach również poczyniono założenia, by zwiększać udział biopaliw w rynku paliw ciekłych. W Brazylii udział bioetanolu w benzynie po 2010 roku ma stanowić powyżej 20%, natomiast w Stanach Zjednoczonych udział zużywanych biopaliw w paliwach ogółem powyżej 8%¹⁰. Powodzenie realizacji tych postulatów zależy od wielu czynników, wśród których najważniejszymi są dostępność oraz ceny surowców służących do produkcji biokomponentów, ceny ropy naftowej oraz polityka wsparcia strony podażowej i popytowej. Znaczenie sektora biokomponentów podkreśla się przede wszystkim ze względów ekologicznych (ochrona środowiska naturalnego), ekonomicznych (wzrosty i silne wahania cen ropy naftowej), społecznych (tworzenie dodatkowego popytu na surowce rolne, co pozytywnie wpływa na rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich) oraz względów bezpieczeństwa energetycznego (chęć uzyskania niezależności energetycznej od krajów zasobnych w ropę naftową)¹¹.

Najbardziej podstawowa klasyfikacja biokomponentów dzieli je na alkohole oraz estry. Wśród alkoholi na wyróżnienie zasługuje przede wszystkim etanol, natomiast pozostałe, jak na przykład metanol lub butanol stosuje się bardzo rzadko. Etanol stanowi alternatywne paliwo dla silników niskoprężnych (benzynowych) i może być wykorzystywany zarówno jako samoistne paliwo (E100 = bioetanol) lub jako dodatek do tradycyjnej benzyny bezołowiowej w różnych proporcjach. Estry etylowe lub metylowe, jak wspomniano, mogą być substytutem (B100 = biodiesel) lub dodatkiem do oleju napędowego także w różnych proporcjach¹². Obecny stan nauki i technologii pozwala wytwarzać na przemysłową skalę jedynie biopaliwa I generacji (to znaczy biopaliwa konwencjonalne), czyli z jadalnych surowców rolnych (głównie zbóż i trzciny cukrowej oraz olejów roślinnych). Produkcja biokomponentów drugiej generacji jest w fazie badań i odbywa się na razie jedynie na niewielką skalę, natomiast opracowanie i rozpowszechnienie metod produkcji biopaliw wyższych generacji szacuje się na rok 2030¹³.

⁹ Rozporządzenie Rady Ministrów z 15 czerwca 2007 r. w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2008–2013, Dz.U., Nr 110, poz. 757 oraz Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2011–2016, wersja 1.0.

¹⁰ E. Rosiak, W. Łopaciuk, M. Krzemiński, *Produkcja...*, dz. cyt., s. 56.

¹¹ A. Drosio, M. Klimkiewicz, *Efektywność i samowystarczalność energetyczna rolnictwa*, [w:] B. Klepacki (red.), *Ekonomiczne uwarunkowania stosowania odnawialnych źródeł energii*, SGGW, Warszawa 2009, s. 28 oraz J. Sobierajewska, *Aspekty ekonomiczne stosowania biostru 100 w polskim rolnictwie*, [w:] B. Klepacki (red.), *Ekonomiczne uwarunkowania stosowania odnawialnych źródeł energii*, SGGW, Warszawa 2009, s. 37–38.

¹² PKN ORLEN, <http://www.e-biopaliwa.pl/> [dostęp 16.10.2012].

¹³ A. Kupczyk, *Thuszcze...*, dz. cyt., s. 37.

3. WOLUMEN PRODUKCJI I ZUŻYCIA BIOKOMPONENTÓW PŁYNNYCH W POLSCE I NA ŚWIECIE

Jako że biodiesel stanowi alternatywne paliwo dla oleju napędowego, a więc paliwo do silników Diesla, jego produkcja i zużycie w Polsce spośród wszystkich biopaliw są zdecydowanie największe. Analogiczna sytuacja ma miejsce w całej Europie. Estry wykorzystuje się w komunikacji miejskiej oraz transporcie towarów, a także w rolnictwie, zarówno w postaci domieszki, jak i samodzielnego paliwa. W kilku krajach Europy Zachodniej (Austrii, Francji, Niemczech) oraz krajach skandynawskich estry są od lat stosowanym rozwiązaniem właśnie w wymienionych sektorach¹⁴, natomiast w Polsce rozwój tego kierunku zaznaczył się wyraźniej dopiero na początku 2008 roku (tabela 1). W tamtym czasie znacznie – prawie czterokrotnie, w ujęciu rok do roku, wzrosła produkcja estrów z uwagi na wprowadzenie regulacji prawnych i ulgi akcyzowej dla wytwórców tego biokomponentu. Od tego czasu Polska odnotowuje relatywnie wysoki poziom produkcji tego biopaliwa. W latach 2009–2011 przekraczał on 360 tys. ton, natomiast w 2012 roku ma przewyższyć 550 tys. ton. Warto zatem zaznaczyć, że wytworzone w ostatnich czterech okresach estry stanowią blisko 82% łącznej produkcji dla całego ośmiolecia. Obecna produkcja estrów (553 tys. ton) jest wyższa od produkcji w 2005 roku (63,9 tys. ton) o ponad 750%, natomiast od ubiegłorocznej o ponad 50%. Świadczy to o bardzo dynamicznym rozwoju branży estrów w Polsce.

Produkcja bioetanolu z kolei wykazywała w analizowanym okresie stosunkowo niską zmienność. Jej przeciętna wartość przekracza 122 tys. ton, przy czym w pięciu okresach wolumen produkcji przewyższył 125 tys. ton, co można uznać za sytuację pozytywną. Trudno w tym zakresie wskazać jednoznaczną tendencję rozwojową, gdyż czterokrotnie wystąpiły wzrosty oraz trzykrotnie spadki, a ponadto osiem lat nie jest wystarczającym szeregiem do rzetelnej oceny dynamiki tego sektora. Ostatnie cztery lata odpowiadają za 60% łącznej produkcji, co w odniesieniu do branży estrów nie jest wysokim wynikiem. Na przestrzeni całego ośmiolecia (2012 wobec 2005) produkcja bioetanolu w Polsce wzrosła o niecałe 80%, natomiast w ostatnim roku o blisko 20% w porównaniu z poprzednim. W całym omawianym okresie wytworzono w Polsce łącznie prawie 3 mln ton wszystkich biokomponentów, z czego ponad 67% stanowiły estry (2 mln ton), a 32% bioetanol (prawie 1 mln ton). Sprzedaż biokomponentów w Polsce i za granicą prawie bilansowała się z ich łączną produkcją w kraju. Jedynie w kilku okresach można mówić o nadwyżce podaży nad popytem, przeważnie w branży bioetanolu.

Powyższe rozważania prowadzą do jednoznacznej konkluzji, że sektor biopaliw płynnych w Polsce rozwija się i sukcesywnie chce zwiększać swoje rozmiary. Jak powiedziano, postępy te nie są równomierne, gdyż sektor biodiesla jest na

¹⁴ K. Perkowska, *Czas przelamać niemoc*, „Agroenergetyka” 2009, nr 3 (29), s. 5.

znacznie wyższym etapie rozwoju, ale obydwie segmenty powinny być wspierane skutecznymi instrumentami rządowej polityki energetycznej. Jest to nader istotne przede wszystkim w kontekście odgórnego obowiązku zwiększania udziału biopaliw we wszystkich zużywanych paliwach. Unijne wymagania stopniowo wzrastają, więc Polska powinna jak najprędzej zatroszczyć się o dobry i chłonny rynek zbytu, który przyniesie korzyści zarówno producentom, jak i konsumentom biokomponentów. Wspólne działanie na rzecz rozwoju gałęzi biopaliwowej ujawniłoby efekty mnożnikowe i wzmocniło koniunkturę całej krajowej gospodarki szczególnie w obecnej sytuacji światowego spowolnienia ekonomicznego.

Tabela 1. Produkcja i sprzedaż biokomponentów w Polsce w latach 2005–2012 [w tys. ton]

Wyszczególnienie	Bioetanol		Estry		Razem	
	Produkcja	Sprzedaż	Produkcja	Sprzedaż	Produkcja	Sprzedaż
2005	88,85	92,36	63,88	50,72	152,73	143,08
2006	127,80	131,27	90,97	61,61	218,77	192,88
2007	94,07	64,24	43,83	38,96	137,89	103,20
2008	84,95	76,05	167,12	158,61	252,07	234,65
2009	130,71	80,62	364,72	355,76	495,43	436,38
2010	161,66	125,20	370,59	365,24	532,25	490,43
2011	131,90	108,23	363,77	371,86	495,67	480,10
2012	158,08	126,14	553,38	539,68	711,46	665,82
Łącznie	978,02	804,09	2018,24	1942,44	2996,26	2746,53

Produkcja obejmuje wytwórczość biokomponentów w kraju przez wszystkich zlokalizowanych w nim producentów (polskich i zagranicznych);

Sprzedaż obejmuje zbycie wyprodukowanych w Polsce biokomponentów na terenie Polski i za granicą. Dla 2012 roku podano estymację na podstawie danych za I oraz II kwartał.

Źródło: Dane Urzędu Regulacji Energetyki, <http://www.ure.gov.pl/portal/pl/> [dostęp 8.10.2012].

Aktualnie na świecie zdecydowanie dominuje produkcja bioetanolu ze względu na fakt, że większość pojazdów w Stanach Zjednoczonych oraz Brazylii posiada silniki benzynowe, natomiast silniki Diesla są stosowane głównie w Europie. Dwa wspomniane kraje są największymi wytwórcami alkoholu etylowego na świecie. W Stanach Zjednoczonych roczna produkcja przekracza 40 mln ton (tabela 2), co stanowi ponad 48% łącznej światowej produkcji (tabela 4). Od początku badanego okresu udział ten wzrastał, z 30% do 49% w 2010, ale w 2020 ma zmaleć do 41%, co wynika z faktu, że coraz większe znaczenie w globalnym sektorze biokomponentów będą odgrywały nowe kraje, w tym kraje rozwijające się. Średniorocznie produkcja bioetanolu rosła w Stanach Zjednoczonych o blisko 20%, co świadczy o dużej dynamice tego sektora. Na przestrzeni lat 2000–2011 w USA wytworzono ponad 234 mln ton alkoholu etylowego, a w 2020 roku produkcja ma przekroczyć 50 mln ton. Jednocześnie będzie to oznaczało nominalnie dziesięciokrotny wzrost w ujęciu 2020 wobec 2000.

Brazylia, drugi największy wytwórca etanolu na świecie, odnotowuje obecnie produkcję bioetanolu (przede wszystkim z trzciny cukrowej) na poziomie 22,7 mln ton, co w porównaniu z wielkością 8,4 mln ton w roku 2000 oznacza ponad dwuipółkrotny wzrost. Warto jednak zaznaczyć, że na początku analizowanego okresu (w roku 2000) produkcja etanolu w największym kraju Ameryki Południowej odpowiadała za ponad połowę łącznych światowych dostaw tego paliwa. W 2011 współczynnik ten wyniósł 27%, więc zauważalny jest znaczny spadek w tym zakresie. Brazylia rozwija sektor bioetanolu już od połowy lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia i do roku 2002 była jego zdecydowanym liderem. W latach 2000–2011 Brazylia wytworzyła łącznie ponad 175 mln ton bioetanolu, a w 2020 roku planuje osiągnąć wolumen przekraczający 39,7 mln ton.

Unia Europejska z wolumenem 5,4 mln ton bioetanolu jest obecnie czwartym największym wytwórcą tego paliwa na świecie (po USA, Brazylii oraz Chinach). Jej udział w globalnym sektorze kształtuje się na poziomie 6%, co w zestawieniu z omówionymi wcześniej krajami jest nieznaczną wartością. Należy jednak zauważyć, że na początku okresu produkcja bioetanolu w Unii wynosiła jedynie 190 tys. ton (1% udziału na świecie), więc przez 11 lat nominalnie wzrosła blisko trzydziestokrotnie. Unia Europejska zwiększa produkcję alkoholu etylowego, a w 2020 roku planuje przekroczyć wolumen 12,8 mln ton. Wówczas jej udział na świecie ma urosnąć do 10,5%. W przypadku tak dynamicznych zmian w branży bioetanolu na świecie bezzasadne wydaje się obliczanie nominalnej średniej produkcji bądź zużycia dla poszczególnych krajów, jednakże warto zwrócić uwagę na wartości realne. Stany Zjednoczone realizowały przeciętnie 38,6%, Brazylia 34,4%, natomiast Unia Europejska 5,7% globalnej produkcji tego biopaliwa. Trzy omawiane gospodarki w 2000 roku odpowiadały za ponad 82% łącznej światowej produkcji i na przestrzeni analizowanego okresu udział ten nigdy nie spadł poniżej 71% (średnio 78,7%). Oznacza to zdecydowaną koncentrację światowej produkcji szczególnie w USA oraz Brazylii.

Tabela 2. Wolumen produkcji i zużycia bioetanolu w wybranych krajach w latach 2000–2020 [w tys. ton]

Wy- szczegól- nienie	Produkcja i zużycie bioetanolu							
	Produkcja				Zużycie			
	Brazylia	UE	USA	Świat	Brazylia	UE	USA	Świat
2000	8407,6	190,4	5048,4	16 623,4	8234,5	1541,7	5150,0	38 082,0
2001	9021,4	215,4	5758,4	19 405,1	8747,1	1782,1	5449,5	45 491,5
2002	9065,6	2042,7	7244,6	22 652,3	8442,3	2060,1	8485,7	56 003,3
2003	9578,5	2028,5	9655,0	26 442,9	8976,5	2141,3	10 646,0	65 784,9
2004	10 686,2	2032,5	11 030,2	33 254,5	8765,8	2210,0	11 535,2	73 323,4
2005	12 396,8	2319,7	13 313,6	38 186,1	10 322,5	2755,2	14 419,0	38 082,0
2006	14 139,7	2898,0	16 965,1	45 828,2	11 414,5	3358,0	18 786,9	45 491,5
2007	17 616,8	3209,7	23 625,8	56 854,6	14 800,9	3953,7	24 949,0	56 003,3

c.d. Tabeli 2.

Wy- szczegół- nienie	Produkcja i zużycie bioetanolu							
	Produkcja				Zużycie			
	Brazylia	UE	USA	Świat	Brazylia	UE	USA	Świat
2008	20 898,2	3961,6	28 203,6	65 991,9	16 816,0	5284,7	30 925,6	65 784,9
2009	19 777,1	4497,3	34 995,3	72 516,2	17 223,1	5586,1	36 706,6	73 323,4
2010	21 082,1	4915,5	38 242,8	78 444,9	19 429,9	6138,4	38 085,0	78 231,0
2011	22 727,9	5363,6	40 351,0	83 324,7	19 818,9	7346,4	41 667,9	84 130,2
2015	30 356,8	9034,1	47 162,5	103 095,2	24 385,6	10 975,0	52 074,8	103 900,7
2020	39 760,1	12 873,3	50 465,2	122 264,9	32 108,4	14 746,4	57 971,8	123 070,4

Dane dla lat 2015, 2020 – szacunek OECD-FAO; światowa produkcja bioetanolu w latach 2000–2002 oraz zużycie bioetanolu w UE w latach 2000–2001 – szacunek własny autora;

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Organisation for Economic Co-operation and Development – Food and Agriculture Organization, *Agricultural Outlook 2011–2020*, OECD-FAO 2011.

Warto również zauważyć, że w całym przedstawianym okresie Brazylia pozostawała eksporterem netto bioetanolu, natomiast Stany Zjednoczone oraz Unia Europejska często zużywały więcej bioetanolu niż same były w stanie wytworzyć. Należy także powiedzieć, że w latach 2000–2004 na świecie konsumowano zdecydowanie więcej bioetanolu niż danego roku produkowano. Może to sugerować, że w latach poprzedzających badany okres (przed rokiem 2000) świat posiadał znaczne nadwyżki i wygenerował odpowiednio duże zapasy tego alkoholu. Od roku 2005 saldo produkcji i zużycia (ujemne bądź dodatnie) nie przybiera już znaczących rozmiarów i nie przekracza 1,5% rocznej produkcji, osiąganey w danym roku.

Unia Europejska jest od początku omawianego okresu niekwestionowanym liderem w światowym sektorze biodiesla (tabela 3). Jej produkcja w 2000 roku wyniosła 718 tys. ton, natomiast 11 lat później już 9,5 mln ton, co oznacza ponad trzynastokrotne zwiększenie. Udział w światowym sektorze zmniejszył się z 67% do 46% (tabela 4), ale UE nadal pozostaje największym producentem i konsumentem biodiesla. Przez cały okres Unia wytworzyła ponad 53 mln ton biodiesla, czyli sześciokrotnie więcej niż USA i ośmiokrotnie więcej niż Brazylia. W 2020 roku Unia zamierza zrealizować produkcję na poziomie 15,5 mln ton, co będzie odpowiadało około 42% łącznej globalnej dostawy tego biokomponentu.

Tabela 3. Wolumen produkcji i zużycia biodiesla w wybranych krajach w latach 2000–2020 [w tys. ton]

Wy- szczegół- nienie	Produkcja i zużycie biodiesla							
	Produkcja				Zużycie			
	Brazylia	UE	USA	Świat	Brazylia	UE	USA	Świat
2000	0,0	715,1	13,6	1069,7	0,0	0,0	6,7	4319,7
2001	0,0	802,7	25,3	1411,0	0,0	0,0	16,7	7089,0

c.d. Tabeli 3.

Wy- szczegól- nienie	Produkcja i zużycie biodiesla							
	Produkcja				Zużycie			
	Brazylia	UE	USA	Świat	Brazylia	UE	USA	Świat
2002	0,0	1064,8	30,8	1861,3	0,0	0,0	50,0	8803,9
2003	0,0	1434,4	30,8	2455,1	0,0	0,0	66,9	12 133,7
2004	0,0	1933,4	103,8	3238,5	0,0	0,0	83,6	14 469,4
2005	0,9	3183,8	284,2	4271,8	0,9	3199,7	249,9	4319,7
2006	48,4	4890,2	105,6	6888,8	47,5	5099,6	832,5	7089,0
2007	281,6	5713,0	1317,4	9636,2	281,6	6050,0	929,3	8839,1
2008	838,6	7096,3	2086,5	13 920,9	838,6	8096,0	1053,4	12 133,7
2009	1137,8	8419,8	1451,1	15 117,6	1137,8	9941,4	758,6	14 469,4
2010	2116,4	8729,6	838,6	17 446,6	2116,4	10 480,8	588,7	16 465,5
2011	2173,6	9544,5	2605,7	20 749,1	2173,6	11 440,0	2044,2	19 430,9
2015	2418,2	11 542,1	3486,6	27 122,7	2418,2	13 225,5	3477,8	26 007,7
2020	2762,3	15 496,8	3521,8	36 887,1	2762,3	17 418,7	4186,2	36 025,7

Dane dla lat 2015, 2020 – szacunek OECD-FAO; światowa produkcja biodiesla w latach 2000–2004 – szacunek własny autora;

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Organisation... dz. cyt.

Stany Zjednoczone oraz Brazylia, kolejni najwięksi producenci biodiesla na świecie wytworzyli w 2011 roku odpowiednio: 2,6 oraz 2,2 mln ton, co w odniesieniu do globalnego sektora stanowi udział na poziomie 12,3% oraz 10,5%. Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat USA oraz Brazylia znacznie wzmocniły swoje pozycje w tej branży, ale biodiesel cały czas pozostaje niewiele znaczącym paliwem odnawialnym wobec bioetanolu. Szacuje się, że w 2020 roku Brazylia wyprodukuje około 2,8 mln ton, natomiast Stany Zjednoczone nieco ponad 3,5 mln ton biodiesla, ale udział w światowym sektorze zmniejszy się w stosunku do obecnego ze względu na fakt, że wiele krajów będzie rozwijało produkcję tego nośnika energii i stawało się coraz bardziej liczącymi się uczestnikami gałęzi na świecie (między innymi Argentyna, Chiny, Malezja)¹⁵.

W ciągu ostatnich jedenastu lat światowa produkcja bioetanolu wzrosła z 16,6 do 83,3 mln ton (o ponad 400%), natomiast biodiesla z 1,1 do 20,8 mln ton (blisko dwudziestokrotnie). Z kolei w 2020 roku produkcja bioetanolu ma osiągnąć rozmiary 122,3 mln ton, a biodiesla 36,9 mln ton, zatem łączna produkcja biokomponentów ma być wyższa od obecnej o prawie 53%. Tak dynamiczne wzrosty muszą być oparte na rozsądnie prowadzonej polityce rozwoju sektora biokomponentów, w szczególności w odniesieniu do instrumentarium wsparcia strony podażowej i popytowej oraz szerokiej i łatwo dostępnej bazy surowcowej.

¹⁵ Por. Organisation..., dz. cyt.

Tabela 4. Udział produkcji biokomponentów w wybranych krajach w łącznej światowej produkcji [w %, Świat = 100]

Wyszczególnienie	Produkcja bioetanolu				Produkcja biodiesla			
	Brazylia	UE	USA	Razem	Brazylia	UE	USA	Razem
2000	50,6	1,1	30,4	82,1	0,0	66,8	1,3	68,1
2001	46,5	1,1	29,7	77,3	0,0	56,9	1,8	58,7
2002	40,0	9,0	32,0	81,0	0,0	57,2	1,7	58,9
2003	36,2	7,7	36,5	80,4	0,0	58,4	1,3	59,7
2004	32,1	6,1	33,2	71,4	0,0	59,7	3,2	62,9
2005	32,5	6,1	34,9	73,4	0,0	74,5	6,7	81,2
2006	30,9	6,3	37,0	74,2	0,7	71,0	1,5	73,2
2007	31,0	5,6	41,6	78,2	2,9	59,3	13,7	75,9
2008	31,7	6,0	42,7	80,4	6,0	51,0	15,0	72,0
2009	27,3	6,2	48,3	81,7	7,5	55,7	9,6	72,8
2010	26,9	6,3	48,8	81,9	12,1	50,0	4,8	67,0
2011	27,3	6,4	48,4	82,1	10,5	46,0	12,6	69,0
2015	29,4	8,8	45,7	84,0	8,9	42,6	12,9	64,3
2020	32,5	10,5	41,3	84,3	7,5	42,0	9,5	59,0

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z tabel 2 oraz 3.

Dzisiaj głównymi materiałami do produkcji biokomponentów pierwszej generacji są zboża (przede wszystkim pszenica i kukurydza), trzcina cukrowa oraz oleje roślinne (głównie palmowy, rzepakowy, słonecznikowy oraz sojowy), czyli jadalne surowce rolne, które w pierwszej kolejności powinny być przeznaczane na cele spożywcze, a dopiero po pełnym zaspokojeniu popytu żywnościowego mogły trafiać do sektora energetycznego. Wprawdzie świat posiada pewne możliwości zwiększania produkcji wymienionych surowców rolnych i potencjał ten ukryty jest zarówno w nieużytkowanych obecnie gruntach rolnych, jak i niskiej efektywności wytwarzania w niektórych regionach, to już teraz jest zmuszony do poszukiwania nieżywnościowych surowców, z których możliwe będzie otrzymywanie biokomponentów wyższych generacji. Wszelkie rozważania dotyczące światowego sektora biopaliw płynnych należy łączyć z kwestią bezpieczeństwa żywnościowego, by produkcja bioenergii z surowców rolnych nie konkurowała z wytwarzaniem żywności.

4. ZWIĄZKI SEKTORA BIOKOMPONENTÓW CIEKŁYCH Z CENAMI WYBRANYCH SUROWCÓW ROLNYCH

Tabela 5 stanowi zestawienie cen najważniejszych surowców rolnych, wykorzystywanych do produkcji biokomponentów płynnych w różnych krajach świata. Pokazano je, żeby wskazać dynamikę zmian cen w ostatniej dekadzie

i spróbować znaleźć zależności pomiędzy nimi a agregatami sektora biopaliw ciekłych. Spośród zbóż wybrano pszenicę oraz kukurydzę, dwa najważniejsze gatunki i o największych rocznych zbiorach. Pszenica wykorzystywana jest do produkcji bioetanolu głównie w Europie¹⁶, ale jej znaczenie ma zasięg globalny, natomiast kukurydza jest podstawowym surowcem energetycznym przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych. Uzupełnieniem tego zestawienia roślin zawierających cukry jest trzcina cukrowa, najważniejszy materiał do produkcji alkoholu etylowego w Brazylii. Z roślin oleistych wyselekcjonowano rzepak, który jest dominującym surowcem do wytwarzania estrów w Europie Północnej i Środkowej (Niemczech, Francji, Holandii, Polsce) oraz soję, która ma duże znaczenie energetyczne w pozostałych krajach, szczególnie w Stanach Zjednoczonych, Brazylii i Argentynie.

Tabela 5. Ceny wybranych surowców rolnych [w dolarach za tonę]

Wyszczególnienie	Pszenica	Kukurydza	Trzcina cukrowa	Rzepak	Soja
2000/2001	112	88	10,4	202	202
2001/2002	127	90	10,6	220	199
2002/2003	160	108	8,9	284	243
2003/2004	161	116	9,8	317	323
2004/2005	154	98	9,8	262	276
2005/2006	176	104	13,1	292	261
2006/2007	212	149	18	375	335
2007/2008	364	210	19,1	644	550
2008/2009	272	194	17,3	393	421
2009/2010	208	167	18,5	419	429
2010/2011	320	261	24	647	549

Cena pszenicy HRW nr 2 – ozimej, czerwonej twardej, amerykańskiej; ceny kukurydzy US YC nr 2; ceny rzepaku – Europa, „00”, cif Hamburg; ceny soi – US, cif Rotterdam; ceny trzciny cukrowej w Brazylii zostały podane dla lat kalendarzowych, a nie dla sezonów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: E. Rosiak i zespół, *Rynek Rzepaku: stan i perspektywy*, 2006, nr 30, s. 9, 2008, nr 34, s. 8, 2012, nr 41, s. 7; W. Łopaciuk i zespół, *Rynek Zbóż: stan i perspektywy*, 2012, nr 42, s. 36 oraz Food and Agriculture Organization of The United Nations, FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/> [dostęp 8.10.2012].

Inne nasiona oleiste, wprawdzie też popularne, wykorzystywane są na mniejszą skalę. Olej słonecznikowy służy do produkcji biodiesla głównie w Hiszpanii, Włoszech oraz Portugalii, natomiast palmowy w krajach Azji Południowo-Wschodniej, w tym Indonezji czy Malezji¹⁷. W zestawieniu 5 widać wyraźnie,

¹⁶ Drugim ważnym surowcem energetycznym, służącym do produkcji bioetanolu w Europie są buraki cukrowe.

¹⁷ E. Rosiak, W. Łopaciuk, M. Krzemiński, *Produkcja...*, dz. cyt., s. 59, 61–62.

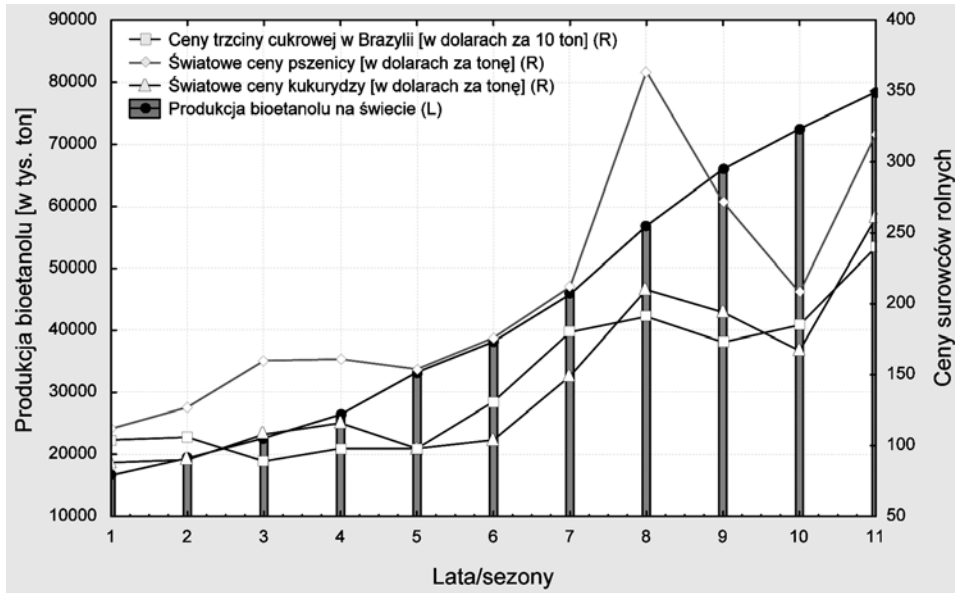
że w całym okresie wyższe ceny osiągały rośliny oleiste, w szczególności zaś rzepak. Jego średnia cena wyniosła 368 dolarów za tonę, przy czym w dwóch sezonach ceny przekroczyły 640 dolarów, a w jednym 400 dolarów. W ciągu 11 sezonów cena tej rośliny oleistej wzrosła o 445 dolarów, czyli ponad 220% i wśród wymienionych surowców był to największy absolutny wzrost. W tym samym czasie ceny soi zwiększyły się o ponad 170%, a w ujęciu bezwzględny o blisko 350 dolarów na jednej tonie. Ceny zbóż odnotowały blisko trzykrotne wzrosty, natomiast najmniejsze zmiany (zarówno względne, jak i bezwzględne) zaobserwowano w przypadku trzciny cukrowej. Warto zauważyć, że współczynniki zmienności cen dla omawianych surowców oscylują wokół 40%, co świadczy o ich niskiej zmienności oraz o tym, że przeciętna cena nie oddaje dobrze zmienności cen. Niezależnie od poziomu zmian i wahań o cenach surowców można powiedzieć, że wzrosły szczególnie silnie po 2006 roku (po czym nastąpił jednak wyraźny spadek) oraz w ostatnim badanym sezonie. Tych zmian cen należy upatrywać w wielu czynnikach. Jednym z nich z pewnością mogą być rosnące koszty produkcji, ale być może ceny surowców rolnych zwiększały się również wskutek wzrostu zainteresowania wytwarzaniem biokomponentów ciekłych. Zmiany cen wymienionych surowców rolnych były ze sobą silnie skorelowane, o czym świadczą współczynniki korelacji na poziomie 0,85 do 0,96 pomiędzy poszczególnymi szeregami. Szczególnie wyraźnie widać tę zależność na wykresie 1. W ósmym sezonie zarówno ceny pszenicy jak i kukurydzy zareagowały wyraźnym wzrostem, następnie przez dwa lata spadały, by w ostatnim badanym okresie ponownie wzrosnąć o kilkadziesiąt punktów procentowych.

Poniżej przedstawiono współzależności pomiędzy globalną produkcją bioetanolu a światowymi cenami najważniejszych zbóż (pszenicy i kukurydzy) oraz trzciny cukrowej w Brazylii (rys. 1)¹⁸. Wyraźnie zauważyć można, że istnieją pewne relacje pomiędzy tymi szeregami. Wzrosty cen surowców rolnych są silnie skorelowane ze wzrostem produkcji bioetanolu, czego dowodem są wysokie wartości współczynników korelacji, mianowicie światowej produkcji bioetanolu z cenami pszenicy na poziomie 0,81, z cenami kukurydzy 0,90 oraz cenami trzciny cukrowej w Brazylii 0,92. Silny oraz bardzo silne związki tych cech należy rozumieć następująco: rosnąca produkcja bioetanolu podnosi ceny surowców rolnych, ale zapewne nie jest jedynym elementem cenotwórczym.

Gdyby czytać tę zależność odwrotnie, to znaczy traktując wzrosty cen surowców rolnych jako przyczynę, a zmiany produkcji jako skutki, to współczynniki korelacji powinny mieć wartości ujemne, gdyż drożące surowce rolne raczej hamowałyby rozwój wytwórczości bioetanolu, a nie byłyby czynnikiem pobudzającym tę gałąź. Równanie regresji dla światowych cen pszenicy ma postać $y = -39237,82 + 19,67 * t$, co oznacza, że średniorocznie ceny te wzrastały o blisko 20 dolarów na jednej tonie. Współczynnik determinacji R^2 dla powyż-

¹⁸ Na wykresie 1 zaznaczono ceny trzciny cukrowej za 10 ton, gdyż zmiany cen na jednej tonie są na tyle niewielkie (przeważnie o zaledwie kilka dolarów rocznie), że byłyby niemalże niezauważalne w porównaniu ze zmianami cen zbóż.

Rys. 1. Zależności pomiędzy światową produkcją bioetanolu a światowymi cenami pszenicy i kukurydzy oraz cenami trzciny cukrowej w Brazylii



Produkcja bioetanolu oraz ceny trzciny cukrowej – wartości dla lat kalendarzowych, ceny pszenicy oraz kukurydzy – dla sezonów gospodarczych; rok/sezon 1 = 2000 lub 2000/2001, rok/sezon 11 = 2010 lub 2010/2011; Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z tabel 2 oraz 5.

szego równania przekracza 0,8, co świadczy o dobrym dopasowaniu modelu do zmienności cen w czasie, chociaż z obserwacji empirycznych wynika, że w kilku sezonach wahania ceny były bardzo duże. Na przełomie sezonów gospodarczych 2007/2008 oraz 2010/2011 miały miejsce wyraźne wzrosty cen, odpowiednio o 152 dolary na jednej tonie (wzrost ceny o 72%) oraz 112 dolarów (o 54%). Dla porównania warto przytoczyć sezony 2008/2009 oraz 2009/2010, kiedy to ceny w ujęciu rok do roku spadły o 92 oraz 64 dolary na jednej tonie, to znaczy o około 25%. Duże zmiany cen są najczęściej wynikami nagłych zmian po stronie podaży, co koryguje poziom równowagi pomiędzy globalną podażą a globalnym popytem i wpływa na cenę światową. Możliwa jest jednakże również sytuacja, że przy względnie stałej podaży to gwałtowna zmiana popytu przesuną punkt równowagi pomiędzy tymi agregatami, w wyniku czego ustala się nowa cena.

Równanie liniowe regresji dla cen kukurydzy przybiera postać $y = -30295,45 + 15,18 \cdot t$. Także w tym przypadku współczynnik determinacji R^2 , przekraczający 0,87, dowodzi, że model dobrze pasuje do zmienności cen w badanym okresie. Faktyczne zmiany odbiegały, rzecz jasna, od teoretycznych, ale nie były tak wysokie jak w przypadku pszenicy. Najwyższy wzrost zanotowano w ostatnim sezonie, z 167 do 261 dolarów za tonę, co daje zwiększenie o ponad 56%. Z ko-

lei ceny trzciny cukrowej w Brazylii wykazywały znacznie większą stabilność. Średniorocznie rosły o jedynie 1,38 dolara na jednej tonie, czyli ok. 10%.

Na rysunku drugim ukazano analogiczną sytuację do powyższej, ale tym razem zestawiono szeregi produkcji biodiesla na świecie i w Unii Europejskiej z cenami nasion rzepaku oraz soi. Zgodnie z tym, co zostało już wcześniej powiedziane, w początkowych latach znacząca część produkcji biodiesla na świecie odbywała się w UE¹⁹, natomiast od ósmego analizowanego roku (2007) wyraźnie widoczny jest rozwój tego kierunku także w innych regionach świata. Od razu zaważyć można wzajemną relację pomiędzy cenami rzepaku oraz soi. Współczynnik korelacji dla tych szeregów wynosi 0,97, co oznacza, że wzrostowi cen jednego surowca towarzyszy niemal proporcjonalny wzrost cen drugiego surowca. Jest to zatem zależność bliska funkcyjnej²⁰. Bardzo dobrze widać to szczególnie w sezonie 2007/2008, kiedy to ceny obydwóch surowców wzrosły o kilkadziesiąt punktów procentowych. Następnego roku nastąpiła wyraźna korekta, a dwa lata później ceny ponownie zwiększyły się o kilkaset dolarów.

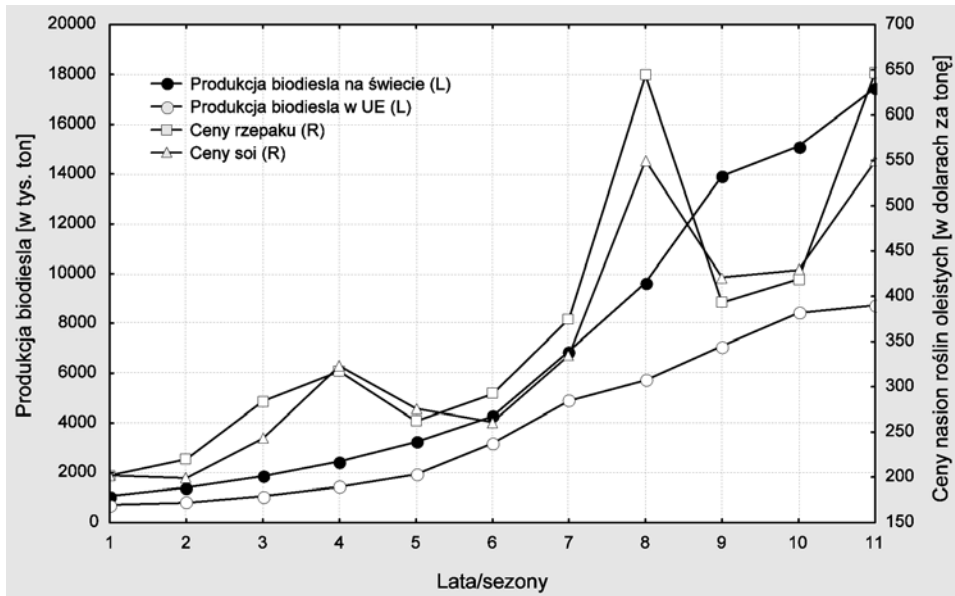
Równanie regresji dla przytoczonych w tabeli 5 cen rzepaku ma postać $y = -74636,6 + 37,41 * t$, natomiast dla cen soi $y = -67133 + 33,65 * t$. Oznacza to, że średniorocznie ceny najważniejszej europejskiej rośliny oleistej rosły o 37 dolarów na jednej tonie, natomiast ceny soi przyrastały o 34 dolary. W obydwu przypadkach wartość współczynnika determinacji R^2 przekroczyła 0,8, co jest dowodem na dobre dopasowanie modelu do zmienności cen w czasie. Jak wspomniano, najwyższe względne i bezwzględne wzrosty światowych cen rzepaku i soi miały miejsce w sezonie 2007/2008. Wówczas rzepak podrożał na jednej tonie o 269 dolarów (blisko 72%), natomiast soja o 215 dolarów (64%). Znaczne przyrosty cen nastąpiły także w ostatnim roku, o 228 dolarów na jednej tonie (o 54%) w przypadku rzepaku oraz o 120 dolarów (o 28%) w przypadku soi. Największe spadki cen z kolei odnotowano w sezonie 2008/2009, rzepaku o 251 dolarów na tonie (39%) oraz soi o 129 dolarów (23%).

Na rysunku 2 widać wyraźne związki cen z wytwórczością estrów w Unii Europejskiej i na świecie. Współczynnik korelacji pomiędzy produkcją biodiesla na świecie a cenami soi wynosi 0,87, natomiast pomiędzy produkcją biodiesla w UE a cenami rzepaku 0,8. Dodatkowo zależności pomiędzy produkcją biokomponentów (etanolu oraz estrów) a światowymi cenami poszczególnych surowców mogą sugerować, że globalny rozwój sektora biopaliw ma pewien wpływ na poziom cen najważniejszych jadalnych surowców rolnych. Tendencją naturalną we współczesnych gospodarkach jest występowanie inflacji kosztowej, a więc sytuacji rosnących cen czynników produkcji, zatem w odniesieniu do branży biopaliwowej nie można jednoznacznie powiedzieć, że tylko ona odpowiada za wzrosty cen płodów rolnych. Może być elementem inflacyjnym, ale z pewnością nie jedynym. Potwierdza to wstępne przypuszczenie, że globalny sektor

¹⁹ Z tego powodu do analizy spośród gospodarek włączono jedynie Unię Europejską.

²⁰ Zależność funkcyjna to taka, w której wzrost (spadek) wartości jednej zmiennej powoduje wprost proporcjonalny wzrost (spadek) wartości drugiej zmiennej.

Rys. 2. Zależności pomiędzy produkcją biodiesla na świecie i w Unii Europejskiej a światowymi cenami rzepaku i soi



Produkcja biodiesla – wartości dla lat kalendarzowych, ceny rzepaku oraz soi – dla sezonów gospodarczych; rok/sezon 1 = 2000 lub 2000/2001, rok/sezon 11 = 2010 lub 2010/2011;

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z tabel 3 oraz 5.

biokomponentów posiada związki z cenami podstawowych surowców rolnych, ale mimo wszystko zaskakująca może być duża siła tych relacji.

5. KORZYŚCI I ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z WYTWARZANIEM I STOSOWANIEM BIOKOMPONENTÓW CIEKŁYCH

Wytwarzanie i stosowanie biokomponentów płynnych jest tą gałęzią gospodarki, która w najbliższych dziesięcioleciach powinna się dynamicznie rozwijać. Będzie to podyktowane zaletami, jakie niesie ze sobą wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii, do których należą między innymi biopaliwa ciekłe. Z tego powodu w szeregu opracowań próbuje się uwypuklić korzyści, związane z zastępowaniem konwencjonalnych nośników energii alternatywnymi. Ogólnymi korzyściami związanymi z biopaliwami I generacji (biopaliwami konwencjonalnymi) są:

- naturalne pochodzenie i odnawialny charakter;
- możliwość zmniejszenia importu ropy naftowej i zwiększenia niezależności energetycznej;
- uniezależnienie się od wahań cen ropy naftowej oraz niepewności co do jej dostępności;

- aktywizacja wsi i obszarów wiejskich poprzez zwiększony popyt na produkty rolne i w konsekwencji dodatkowe dochody dla rolników;
- powstawanie nowych miejsc pracy na wszystkich etapach produkcji oraz sprzedaży biopaliw i biokomponentów;
- możliwość zagospodarowania nadwyżek surowców rolnych, co stabilizuje ich ceny na światowych i lokalnych rynkach;
- pochłanianie dwutlenku węgla przez rośliny (surowce rolne) w trakcie ich wzrostu;
- redukcja emisji dwutlenku węgla, węglowodorów aromatycznych, tlenków azotu i siarki, związków fosforowych, sadzy oraz części stałych (miedzi, żelaza). Jeżeli chodzi o redukcję emisji gazów cieplarnianych związanych ze spalaniem biopaliw (pominięta została emisja dwutlenku węgla w związku ze zmianą sposobu użytkowania gruntów), to w przybliżeniu przybiera ona następujące wartości: etanol z pszenicy – 32%, etanol z buraków cukrowych – 55%, etanol z trzciny cukrowej – 71%, biodiesel z oleju rzepakowego – 40%, biodiesel z oleju słonecznikowego – 55%;
- wyższa zawartość tlenu, zapewniająca lepsze spalanie paliwa²¹.

Ponadto zaletami estrów są całkowite bezpieczeństwo w zakresie transportu i magazynowania oraz biodegradowalność tego paliwa – w przeciągu 21 dni biodiesel ulega degradacji w 90%, natomiast w wypadku przedostania się go do gruntów nie dochodzi do skażenia gleb i wód gruntowych. Dodatkowo biodiesel posiada lepsze właściwości smarne, a jego stosowanie wydłuża żywotność silnika. Istotny jest również fakt, że w szeroko rozumianym procesie wytwarzania bioestrów produktami ubocznymi są śruty oraz makuchy, będące cennymi dodatkami do pasz²².

Z kolei przeciwnicy biokomponentów I generacji przekonują o dominacji wad z nimi związanych, do których należą następujące problemy:

- wzrost produkcji biopaliw I generacji zmusza do przeznaczania nowych gruntów (w tym terenów cennych i o dużej bioróżnorodności) do wytwarzania surowców – pośrednio i bezpośrednio prowadzi to do wycinki lasów, łąk i powoduje wzrost efektu cieplarnianego;
- monokultura upraw na cele energetyczne może prowadzić do wyjaławiania gleby i obniżania odporności roślin na szkodniki i choroby, z czym wiąże się konieczność większego stosowania nawozów i pestycydów, co podnosi koszty produkcji biokomponentów, a także negatywnie wpływa na środowisko naturalne;
- możliwy wzrost cen żywności wytwarzanej z surowców o zastosowaniu energetycznym ze względu na konkurencyjność kierunków wykorzystania surowców (produkcja żywności kontra produkcja biokomponentów);

²¹ A. Kupczyk, *Thuszcze...*, dz. cyt., s. 38 oraz W. Podkówka (red.), *Biopaliwo – gliceryna – pasza z rzepaku*, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz 2004, s. 18.

²² P. Gradziuk, *Biopaliwa...*, dz. cyt., s. 133 oraz J. Sobierajewska, *Aspekty...*, dz. cyt., s. 37–38.

- przy uprawie surowców zużywa się paliwo na zabiegi agrotechniczne oraz energię na wytworzenie czynników produkcji (np. nawozów);
- procesy produkcji biopaliw i biokomponentów wymagają poniesienia znacznych nakładów energii, a poza tym powstają przy nich zanieczyszczenia (np. podczas fermentacji surowców zawierających cukry);
- rosnące ceny surowców rolnych podnoszą koszty wytwarzania biokomponentów i obniżają opłacalność ich produkcji²³;
- brak precyzyjnych i adekwatnych uregulowań prawnych, które odpowiadałyby potrzebom sektora biopaliw;
- brak kompletnych norm jakości dla biopaliw i biokomponentów;
- higroskopijność biokomponentów;
- spalanie metanolu może powodować korozję części metalowych i degradację komponentów plastycznych i elastomerów;
- biopaliwa mają niższą wartość opałową, co jest równoznaczne z ich większym zużyciem w procesie spalania;
- możliwość wystąpienia problemów z mechaniką pojazdu przy spalaniu estrów – blokowanie filtrów paliwa oraz rozcieńczanie oleju silnikowego, co wymusza częstsze wymiany i zwiększa koszty utrzymania pojazdu²⁴.

Biopaliwa II generacji znacznie przewyższają biopaliwa konwencjonalne pod względem korzyści. Część z wymienionych zalet, np. dotycząca odnawialnego charakteru, możliwości ograniczenia importu ropy czy aktywizacji i rozwoju obszarów wiejskich, występuje także w przypadku tej grupy biopaliw, ale co najistotniejsze, są one wytwarzane z surowców nieżywnościowych, więc nie pojawiają się dylematy, jak wykorzystywać surowce rolne (produkcja żywności versus produkcja bioenergii). Produkcja biokomponentów II generacji nie wywiera presji na ceny surowców rolnych i nie zagraża bezpieczeństwu żywnościowemu. Co więcej, technologie produkcji biopaliw II generacji wykorzystują wiele odpadowych surowców, co ma pozytywny wpływ na środowisko naturalne, gdyż eliminuje problemy związane z ich utylizacją. Warto zwrócić uwagę na redukcję emisji gazów cieplarnianych, jaką można osiągnąć, stosując te biopaliwa: etanol ze słomy pszenicy – 85%, etanol z odpadów drzewnych i drewna uprawianego – około 75%, metanol z odpadów drzewnych i drewna uprawianego – 90%, zaś biodiesel z tych ostatnich surowców – 95%²⁵.

²³ Należy przy tym zaznaczyć, że koszty zakupu surowców stanowią największy wydatek związany z produkcją biokomponentów, oscylują one wokół 80%, por. M. Hryniewicz, *Ocena efektywności ekonomicznej produkcji bioetanolu z ziaren zbóż jako komponentu do benzyn według technologii firmy Lurgi*, „Problemy Inżynierii Rolniczej” 2008, nr 2, s. 180 oraz IMIX-BIOPALIWA, <http://www.biopaliwaon.com.pl/index.php> [dostęp 14.10.2012].

²⁴ K. Biernat, *Biopaliwa – definicje i wymagania obowiązujące w Unii Europejskiej*, „Czysta Energia” 2010, nr 10 (110), s. 26; K. Błażejewska, *Pośrednie zmiany użytkowania gruntów a produkcja bioenergii*, „Czysta Energia” 2011, nr 12 (124), s. 14; W. Podkówka (red.), *Biopaliwo...*, dz. cyt., s. 18 oraz E. Rosiak, W. Łopaciuk, M. Krzemiński, *Produkcja...*, dz. cyt., s. 60.

²⁵ A. Kupczyk, *Thuszcze...*, dz. cyt., s. 39.

Analizując wady, należy uwzględnić przede wszystkim fakt, że technologie produkcji są kosztowne i dostępne jak na razie tylko w tych krajach, które poczyniły znaczne inwestycje na badania nad nimi. Część z metod wytwarzania jest dopiero w fazie pilotażowej, a ich wdrożenie i wypromowanie będzie wiązało się z dużymi nakładami finansowymi. Kolejnym istotnym czynnikiem jest konieczność wygospodarowania dodatkowych gruntów pod uprawy roślin energetycznych, jeżeli to one są surowcem do produkcji. Możliwe jest, że przyczyni się to do wycinki lasów oraz likwidacji cennych przyrodniczo terenów i tym samym pośrednio do wzrostu efektu cieplarnianego.

Biopaliwa III i IV generacji, będące w tej chwili raczej odległą perspektywą, nie mogą podlegać ocenie pod kątem wad i zalet. Z całą pewnością ich bilans będzie bardzo korzystny, gdyż ze swojego założenia mają być o wiele lepsze niż biopaliwa poprzednich generacji. Ocena mocnych i słabych stron biopaliw poszczególnych typów skłania do jednoznacznego stwierdzenia, iż gospodarki są i będą zmuszone do stopniowego odchodzenia od produkcji konwencjonalnych biopaliw na rzecz biokomponentów wyższych kategorii.

6. PODSUMOWANIE

Reasumując poruszone w pracy rozważania wolno sformułować następujące wnioski:

- Bilans zalet i wad biokomponentów I generacji jest trudny do interpretacji, wobec czego ciężko o precyzyjną ich ocenę. Wydaje się, że ponad wszystkimi czynnikami stać będzie, wspomniany już, argument kosztowy i to on przesądzi o łącznych korzyściach biopaliw I generacji bądź ich braku. Przed 10 laty, przy cenach ropy naftowej na poziomie 20 dolarów za baryłkę, produkcja biokomponentów z surowców żywnościowych była zupełnie nieopłacalna. Obecnie (w październiku 2012 roku), gdy cena tego nośnika energii rośnie niemal z dnia na dzień i przekracza 110 dolarów²⁶, branża biopaliwowa powinna przybierać na sile. Nie sposób pominąć jednak faktu, że inflacja i wahania cen dotyczą także, a może nawet przede wszystkim, podstawowych surowców rolnych takich jak zboża czy rośliny oleiste. Niemniej można przypuszczać i szacować, że wytwarzanie biokomponentów I generacji będzie działalnością opłacalną przy cenach ropy naftowej powyżej 100 dolarów za baryłkę.
- Najistotniejsze i najpoważniejsze kontrowersje związane z sektorem biopaliw dotyczą kwestii bezpieczeństwa żywnościowego. Niektórzy uważają, że jadalne surowce rolne nie powinny stanowić materiału do wytwarzania bioenergii, gdyż w ten sposób wyraźnie ogranicza się zasoby surowców rolnych w sektorze spożywczym i paszowym, winduje ceny głównie zbóż

²⁶ Por. Money.pl, <http://www.money.pl/> [dostęp 17.10.2012].

i roślin oleistych oraz przyczynia do pogłębiania problemu głodu w wielu regionach świata²⁷. Ponadto zmniejszona podaż surowców rolnych przy sztywnym popycie mogłaby prowokować do podejmowania działań o charakterze spekulacyjnym, co jeszcze bardziej wpłynęłoby lub zniekształciło ceny surowców rolnych i żywności na świecie. W odniesieniu do sprawy bezpieczeństwa żywnościowego odzywa się również aspekt moralny – czy powinno się przeznaczać surowce jadalne na produkcję bioenergii? Tego dylematu nie sposób jednak rozstrzygnąć na kanwie rozważań o ekonomicznej stronie biopaliw.

- Ważnym punktem spornym jest także to, że koszty wsparcia sektora biokomponentów są zbyt wysokie i niewspółmierne w stosunku do jego skali i znaczenia na świecie²⁸. Podnosi się argument, że branża biopaliw przynosi zbyt małe korzyści wobec pomocy, jaką otrzymuje. Ponadto opłacalność produkcji biokomponentów I generacji jest silnie uzależniona od bieżących cen ropy naftowej oraz światowych cen surowców rolnych. Czynnikiem pobudzającym sektor biopaliw byłyby wzrosty cen ropy naftowej oraz spadki cen na rynkach rolnych.
- Przeprowadzone w pracy badania ilościowe dowodzą, że rozwój produkcji biokomponentów (bioetanolu oraz biodiesla) wpływa na wzrosty cen surowców rolnych. Zależności te są dodatnie, silne i statystycznie istotne, co oznacza, że rosnący popyt na zboża (pszenicę i kukurydzę), trzcinę cukrową oraz rośliny oleiste (rzepak i soję), zgłaszany przez sektor biopaliw może wywierać presję na ceny i podnosić je. Niemniej nie wyklucza to wpływu innych czynników na ostateczne ceny surowców rolnych.
- Aktualny stan wiedzy i nauki w krajach, będących potentatami w tej dziedzinie, pozwala produkować biopaliwa na masową skalę jedynie z surowców rolnych. Koniecznością dzisiaj wydaje się jak najszybsze rozwinięcie produkcji biopaliw drugiej i wyższych generacji, to znaczy przy użyciu surowców odpadowych lub nieżywnościowych. Jest to niezwykle istotne w czasach niskich zbiorów produktów rolnych, gdyż może pojawić się problem konkurencji o surowce rolne pomiędzy sektorem spożywczym (i paszowym) a sektorem biopaliw. Najważniejszymi obecnie produktami nierolnymi, z których możliwe jest otrzymanie płynnych biopaliw II generacji, są: rośliny energetyczne, celuloza zawarta w słomie zbóż lub drewnie, odpadowe tłuszcze zwierzęce, a także zużyte oleje roślinne. Gdy metody produkcji biopaliw wyższych generacji staną się powszechne, tań-

²⁷ Problem głodu w niektórych częściach ziemi nie wynika jednak z braku żywności w ujęciu globalnym, ale z niewłaściwej jej dystrybucji. Obecnie na świecie wytwarza się takie ilości żywności, które wystarczyłyby na zapewnienie pożywnej diety ponad 10 mld ludzi, por. T. Weis, *Światowa gospodarka żywnościowa. Batalia o przyszłość rolnictwa*, Polska Akcja Humanitarna, Warszawa 2011, s. 20.

²⁸ Niewielka rola i skala oznacza, że udział biopaliw w ogólnej sumie konsumowanych paliw wynosi kilka do maksymalnie kilkunastu procent.

sze i dostępne dla wszystkich zainteresowanych podmiotów, wytwarzanie biokomponentów na bazie produktów rolnych (zboż, buraków cukrowych, trzciny cukrowej, ziemniaków, roślin oleistych) powinno się znacznie zmniejszyć, gdyż będzie w wiele mniej opłacalne.

BIBLIOGRAFIA

- Biernat K., *Biopaliwa – definicje i wymagania obowiązujące w Unii Europejskiej*, „Czysta Energia” 2010, nr 10 (110).
- Błażejewska K., *Pośrednie zmiany użytkowania gruntów a produkcja bioenergii*, „Czysta Energia” 2011, nr 12 (124).
- Drosio A., Klimkiewicz M., *Efektywność i samowystarczalność energetyczna rolnictwa*, [w:] Klepacki B. (red.), *Ekonomiczne uwarunkowania stosowania odnawialnych źródeł energii*, SGGW, Warszawa 2009.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.
- Food and Agriculture Organization of The United Nations, FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/> [dostęp 8.10.2012].
- Gradziuk P. (red.), *Biopaliwa*, Wieś Jutra, Warszawa 2003.
- Hryniewicz M., *Ocena efektywności ekonomicznej produkcji bioetanolu z ziaren zbóż jako komponentu do benzyn według technologii firmy Lurgi*, „Problemy Inżynierii Rolniczej” 2008, nr 2.
- IMIX-BIOPALIWA, <http://www.biopaliwaon.com.pl/index.php> [dostęp 14.10.2012].
- Korycińska A., *Stan rozwoju sektora bioenergii*, [w:] Kucharska B. (red.) *Odnawialne źródła energii nowym wyzwaniem dla obszarów wiejskich w Polsce*, Opole 2009.
- Kupczyk A., *Tuszcze odpadowe wypierają rośliny jadalne*, „Agroenergetyka” 2009, nr 2 (28).
- Kupczyk A., Kupczyk M., *Wysoko postawiona poprzeczka*, „Agroenergetyka” 2009, nr 4 (30).
- Łopaciuk W. i zespół, *Rynek Zboż: stan i perspektywy*, nr 42, IERiGŻ – PIB, Warszawa 2012.
- Money.pl, 2011, <http://www.money.pl/> [dostęp 17.10.2012].
- Organisation for Economic Co-operation and Development – Food and Agriculture Organization, *Agricultural Outlook 2011–2020*, OECD-FAO 2011.
- Perkowska K., *Czas przelamać niemoc*, „Agroenergetyka” 2009, nr 3 (29).
- PKN ORLEN, <http://www.e-biopaliwa.pl/> [dostęp 16.10.2012].
- Podkówka W. (red.), *Biopaliwo – gliceryna – pasza z rzepaku*, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz 2004.
- Rosiak E., Łopaciuk W., Krzeźmiński M., *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*, IERiGŻ – PIB, Warszawa 2011.
- Rosiak E. i zespół, *Rynek Rzepaku: stan i perspektywy*, nr 30, 34, 41, IERiGŻ – PIB, Warszawa 2006–2012.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 czerwca 2007 r. w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2008–2013, Dz.U., Nr 110, poz. 757.

- Rozporządzenie Rady Ministrów, projekt z dnia 19.05.2011 w sprawie Narodowych Celów Wskaźnikowych na lata 2011–2016, wersja 1.0.
- Sobierajewska J., *Aspekty ekonomiczne stosowania biostru 100 w polskim rolnictwie*, [w:] Klepacki B. (red.), *Ekonomiczne uwarunkowania stosowania odnawialnych źródeł energii*, SGGW, Warszawa 2009.
- Szewczyk K. W., *Zarys możliwości wykorzystania etanolu jako odnawialnego źródła energii*, Praca ekspercka dla Ministerstwa Infrastruktury, Warszawa 2004.
- Urząd Regulacji Energetyki, <http://www.ure.gov.pl/portal/pl/> [dostęp 8.10.2012].
- Weis T., *Światowa gospodarka żywnościowa. Batalia o przyszłość rolnictwa*, Polska Akcja Humanitarna, Warszawa 2011.

PRODUCTION AND CONSUMPTION OF LIQUID BIOFUELS IN POLAND AND IN THE WORLD – OPPORTUNITIES, THREATS, CONTROVERSIES

Summary: In recent decades, there is a significant development of communication and transport, particularly road and air one. There are newer technologies of vehicles and engines production which could be powered by renewable energy sources including liquid biofuels (bioethanol and biodiesel). Their production and consumption are growing rapidly in recent years, the liquid bio-components are gaining importance in the wide-conceived energy policy, one of the most important sectoral policies in each country. However production of bio-components often meets with allegations that it competes food production and is a serious threat to food security and their use does not benefit on the country and the world scale. The arguments of both supporters and opponents of bio-components hide the truth, so that it is difficult to determine whether the balance of advantages and disadvantages resulting from the production and use of liquid biofuels is clearly positive or negative. It is proper to take a look at this issue from the national and global point of view because there is a possibility of occurrence of a typical false assumption. Rationality on the whole world scale does not have to be the sum of the partial rationality, so at the micro level. The production and use of renewable energy sources, which include inter alia liquid bio-components, mainly meet positive reception and public acceptance, but constructive criticism and the legitimacy of the production and apply of biofuels can not be ignored as well as support of the trade.

Key words: biofuels, bioethanol, biodiesel, biofuels sector in Poland and in the world, global agricultural resources, changes in the prices of agricultural resources.

*Mgr Michał Borychowski
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Katedra Makroekonomii i Gospodarki Żywnościowej
al. Niepodległości 10
61-875 Poznań
e-mail: michal.borychowski@phd.ue.poznan.pl*

