

**STUDIA I RAPORTY IUNG - PIB**

**ZESZYT 7**

**2007**

**Jan Kuś, Antoni Faber**

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

**ALTERNATYWNE KIERUNKI PRODUKCJI ROLNICZEJ\***

**Wstęp**

Pojęcie roślin alternatywnych odnosi się do grupy ziemiopłodów, które nie stanowią pożywienia człowieka lub paszy dla zwierząt, a są wykorzystywane w innych działach gospodarki. W ostatnim okresie areał uprawy tej grupy roślin był znikomy, gdyż około 5-6 tys. ha zajmowały rośliny włókniste (len i konopie) i 4 tys. ha wiklina (7). W najbliższych latach czynnikiem rewolucjonizującym alternatywne kierunki produkcji rolniczej może być produkcja roślinna na cele energetyczne.

Rozwój energetyki odnawialnej znajduje umocowanie prawne w Polsce w przyjętej przez Sejm RP w 2001 r. strategii rozwoju energetyki odnawialnej (21) oraz UE – Biała Księga UE (1). Wśród potencjalnych źródeł energii odnawialnej, przynajmniej w pierwszym okresie, ponad 90% będzie stanowić biomasa. Dodatkowo Dyrektywa 2003/30/EC w sprawie użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych zobowiązuje kraje członkowskie UE do podniesienia udziału biokomponentów (estry i bioetanol) w rynku paliw używanych w transporcie z 2% (wg wartości energetycznej) w 2005 r. do 5,75% w 2010 r. W dalszej perspektywie zakłada się wzrost udziału biokomponentów do 7,8% w roku 2015 i 10% w 2020 r.

Produkcja biomasy na cele energetyczne wpisana została w plany rozwojowe wielofunkcyjnego modelu rolnictwa europejskiego. W dokumencie UE (Biofuels in the European Union a visio for 2030 and beyond) założono, że do 2030 r. jedną czwartą paliw do pojazdów w UE będą stanowiły biopaliwa. Według innych szacunków w 2040 r. około 1/3 powierzchni UR w krajach UE (około 36 mln ha) przeznaczona zostanie pod uprawy energetyczne, co może dać produkcję biomasy rzędu 360-540 mln ton (19). Rozwiązanie to może być realne po wdrożeniu biopaliw tzw. drugiej generacji, produkowanych z biomasy celonowo-ligninowej.

Realizacja planowanej substytucji paliw przez biopaliwa płynne od początku nastrożca jednak wiele trudności. W celu realizacji założeń Dyrektywy 2003/30/EC w 2005 r. pod produkcję biomasy przeznaczonej na produkcję biopaliw płynnych w EU-25 powinno być przeznaczonych około 4,5 mln ha gruntów, co pozwoliłoby

---

\* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.2 w programie wieloletnim IUNG - PIB

wyprodukować 5,76 mln toe<sup>1</sup> biopaliw, a faktycznie założenie to zrealizowano tylko w około 40% (17).

W 2010 r. dla uzyskania dodatku 5,75% biopaliw do paliw płynnych należałoby na ten kierunek produkcji przeznaczyć 14 mln ha, w tym 10 mln ha pod sam rzepak (17). Dałoby to produkcję biopaliw płynnych rzędu 16 mln toe, w tym 11 mln toe biodiesela oraz 5 mln toe bioetanolu. Produkcji tej wielkości nie da się uzyskać na gruntach ugorowanych i odłogowanych, których jest ogółem 8,2 mln ha w EU-25, w tym przydatnych do uprawy około 5,7 mln ha. Tak więc pod produkcję surowca przetwarzanego na biopaliwa płynne należałoby przeznaczyć dodatkowo 8,3 mln ha GO, wykorzystywanych obecnie do produkcji żywnościowej. Konkurencję pomiędzy produkcją na cele żywnościowe i energetyczne pogłębiać będzie dodatkowo produkcja biomasy na biopaliwa stałe. W 2010 r. na gruntach ornych w EU powinno zostać wyprodukowane około 30 mln toe (około 66 mln ton) biomasy na paliwa stałe (12).

W niniejszym opracowaniu starano się określić jakie powierzchnie użytków rolnych powinny być przeznaczone pod produkcję roślinną wykorzystywaną na cele energetyczne, aby Polska mogła zrealizować podane powyżej założenia.

#### **Powierzchnia gruntów niezbędnych do produkcji surowców na biopaliwa płynne i stałe**

**Produkcja rzepaku z przeznaczeniem na biodiesel.** W Polsce podstawowym czynnikiem ograniczającym powierzchnię uprawy rzepaku jest jakość gleb. Względnie duże i stabilne jego plony uzyskuje się tylko na glebach dobrych i bardzo dobrych, które stanowią łącznie około 50% ogółu gruntów ornych. Dodatkowo w rejonie południowo-wschodnim areal uprawy rzepaku jest znikomy z uwagi na rozdrobnienie agrarne, w północno-wschodniej z uwagi na gorszą jakość gleb i większe niebezpieczeństwo wymarzania. Po uwzględnieniu czynników ograniczających potencjalny areal uprawy rzepaku w Polsce szacuje się na około 1,0-1,1 mln ha (14).

Według „Narodowego Celu Wskaźnikowego” przyjętego przez Ministerstwo Gospodarki udział biokomponentów w paliwach płynnych powinien systematycznie wzrastać od 2,3% w 2007 r. do 5,75% w 2010 r., 8,0% w roku 2015 i 10,0% w roku 2020 (23). Prognozę wzrostu zapotrzebowania na rzepak z przeznaczeniem na olej konsumpcyjny oraz na produkcję estrów przedstawiono w tabeli 1, z uwzględnieniem dwóch wariantów. W pierwszym wariantcie założono, że estry będą dodawane do ogółu oleju zużywanego w transporcie oraz innych działach gospodarki (ciepłownictwo), zaś w drugim tylko do oleju napędowego zużywanego w transporcie.

W pierwszym wariantcie niezbędna ilość rzepaku przeznaczonego tylko na cele substytucji paliwowej wzrasta z około 0,57 mln ton w 2007 r. do 1,6 w 2010 r. i 2,8 mln ton w 2020 r. (tab. 1). Aby uzyskać taką ilość surowca, przy założonym wroście plonów, rzepakiem na cele energetyczne należałoby obsiewać w 2010 r. 580, w 2015 r. 760, a w 2020 r. aż 880 tys. ha gruntów ornych.

<sup>1</sup> 1 toe – 1 tona paliwa ekwiwalentnego = 42 GJ

Dodatkowo rzepak na cele konsumpcyjne powinien być uprawiany na powierzchni około 450-470 tys. ha. W tej sytuacji łączny areal uprawy rzepaku już w 2010 r. przekroczyłby 1 mln ha, a w 2020 r. powinien osiągnąć 1,35 mln ha, czyli powierzchnia ta jest zdecydowanie większa od wcześniej oszacowanego potencjalnego arealu jego uprawy.

W wariantcie drugim, zakładającym dodawanie estrów tylko do oleju napędowego stosowanego w transporcie, zapotrzebowanie na rzepak do produkcji estrów wzrasta do 0,87 mln ton w roku 2010 i 1,52 mln ton w 2020 r. Dla pozyskania takiej ilości surowca powierzchnia uprawy rzepaku przetwarzanego na estry powinna wzrastać z około 150 tys. ha w 2007 r. do 410 w 2015 i 475 tys. ha w 2020 r. Uwzględniając produkcję na cele konsumpcyjne oraz substytucji paliwowej łączny prognozowany areal uprawy rzepaku w 2020 r. powinien wynosić 950 tys. ha. Wydaje się, że ten wariant jest realistyczny, a w okresie kilku najbliższych lat poziom produkcji rzepaku może być wyższy niż założony w tym wariantcie prognozy.

**Produkcja surowców roślinnych z przeznaczeniem na bioetanol.** Do produkcji alkoholu etylowego mogą być wykorzystane różne surowce roślinne: ziarno zbóż,

Tabela 1

Szacunkowe zapotrzebowanie na rzepak zużywany na konsumpcję oraz produkcję estrów

Wyszczególnienie	2007 r.	2008 r.	2010 r.	2013 r.	2015 r.	2020 r.
Udział estrów* (%)	2,3	3,45	5,75	7,10	8,0	10,0
Prognozowany plon rzepaku (t · ha <sup>-1</sup> )	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2
Wariant I – estry w całkowitym zużyciu oleju (napędowy i opałowy)						
Zapotrzebowanie na estry ogółem* (tys. ton)	226	356	648	801	910	1 128
Rzepak na estry (tys. ton.)	565	890	1 620	2 005	2 275	2 820
Rzepak na konsumpcję (tys. ton)	1 000	1 200	1 300	1 300	1 400	1 500
Zapotrzebowanie na rzepak ogółem (tys. ton)	1 565	2 090	2 920	3 305	3 675	4 320
Powierzchnia uprawy rzepaku (tys. ha)	630	780	1 040	1 140	1 225	1 350
Wariant II – estry w oleju napędowym						
Zapotrzebowanie na estry w transporcie* (tys. ton)	140	209	349	431	492	607
Zapotrzebowanie na rzepak (tys. ton.)	350	520	870	1 080	1 230	1 520
Rzepak na konsumpcję (tys. ton)	1 000	1 200	1 300	1 300	1 400	1 500
Zapotrzebowanie na rzepak ogółem (tys. ton)	1 350	1 720	2 170	2 380	2 630	3 020
Powierzchnia uprawy rzepaku (tys. ha)	540	640	775	820	880	950

Źródło: \* Żmuda K., 2007 (23) i obliczenia własne.

a głównie kukurydzy, ziemniak, burak cukrowy, a także melasa oraz inne produkty odpadowe bogate w cukier lub skrobię. Jednak w obecnych realiach ekonomicznych produkcja alkoholu z buraka lub ziemniaka jest ewidentnie droższa niż ze zbóż (13). W związku z tym można zakładać, że 80-90% bioetanolu będzie produkowane ze zbóż, a głównie z kukurydzy, a reszta z produktów odpadowych lub z roślin okopowych. Z danych zawartych w tabeli 2 wynika, że w 2010 r. około 1,4 mln ton ziarna należy przetworzyć na bioetanol, zaś w 2020 r. ilość ta wzrasta do 2,5 mln ton. Oszacowanie areалу gruntów niezbędnych do wyprodukowania takiej ilości ziarna jest trudne z uwagi na możliwość uprawy różnych gatunków zbóż. Dla potrzeb szacunku przedstawionego w tabeli 2 przyjęto plon ziarna  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a wówczas powierzchnia uprawy zbóż przetwarzanych na bioetanol będzie wynosić około 350 tys. ha w 2010 r., 500 w 2015 r. oraz ponad 600 tys. ha w 2020 r.

**Produkcja biomasy z przeznaczeniem na biopaliwa stałe.** Zgodnie z założeniami strategii rozwoju energetyki odnawialnej (21) udział energii odnawialnej w bilansie energii pierwotnej w Polsce powinien zwiększyć się z około 3% obecnie do 7,5% w roku 2010 i 14% w 2020 r. Zakładając osiągnięcie pierwszego celu szacowano dotąd, że zapotrzebowanie na biomasę stałą w 2010 r. wynosić będzie 10 mln ton (5). Według innych szacunków, wykonanych na ten rok, zapotrzebowanie na biomasę przez energetykę systemową określono na 11,25 mln ton, a przez ciepłownictwo na 6,22 mln ton (6). Rząd zakłada, że zapotrzebowanie na biomasę dla elektrowni węglowych wyniesie 5 mln ton w 2010 r. (11).

Autorzy niniejszego opracowania szacunki te zweryfikowali na podstawie krajowego zużycia węgla w energetyce i ciepłownictwie. W 2005 r. zużyto 62,1 mln ton węgla kamiennego i 61 mln ton węgla brunatnego (8). Biorąc za podstawę standardowe wartości opałowe węgla kamiennego (25 GJ/t) i brunatnego (8,6 GJ/t) obliczono, że dla osiągnięcia 7,5% udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w zużyciu energii pierwotnej zapotrzebowanie na biomasę wyniesie w 2010 r. 7,4 mln ton. W 2015 r. udział OZE powinien wynosić 10,8%, co wymagałoby 10,6 mln ton biomasy. W obu szacunkach założono, że udział biomasy w OZE będzie wynosił 90%. Przyjęto również, że w latach 2005–2015 nie nastąpi istotny wzrost zużycia węgla (10).

Tabela 2

Zapotrzebowanie na surowce do produkcji bioetanolu

Wyszczególnienie	2007 r.	2008 r.	2010 r.	2013 r.	2015 r.	2020 r.
Udział bioetanolu w zużyciu benzyn* (%)	2,3	3,45	5,75	7,10	8,0	10,0
Zapotrzebowanie na bioetanol* (tys. ton)	194	287	463	572	650	806
Zapotrzebowanie na zboża do produkcji bioetanolu (tys. ton)	582	860	1 390	1 716	1 950	2 417
Powierzchnia uprawy zbóż (tys. ha)**	146	215	348	429	488	604

Źródło: \* Żmuda K., 2007 (23) i obliczenia własne

\*\* plon zbóż –  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$

Zakładając, że leśnictwo może dostarczać rocznie około 2 mln ton drewna odpadowego (18), a z rolnictwa wykorzystane zostanie 2 mln ton słomy (15), to dla osiągnięcia celu pierwszego należałoby pozyskać z trwałych plantacji energetycznych około 3,4 mln ton biomasy w 2010 r. oraz 6,6 mln ton w 2015 r.

Dotychczas nie dysponujemy szerszymi informacjami dotyczącymi produktywności poszczególnych gatunków roślin energetycznych w różnych warunkach siedliskowych Polski. Wyniki doświadczeń zestawionych w tabelach 3-5 należy traktować jako wstępne, gdyż dotyczą one okresu od 2 do 4 roku prowadzenia plantacji, czyli nie wszystkie gatunki osiągnęły jeszcze maksymalną produktywność. Dodatkowo czynnikiem ograniczającym poziom plonów był niedobór wody, gdyż doświadczenia zlokalizowano na glebach o opadowej gospodarce wodnej, a dwa ostatnie lata były suche; szczególnie drastyczny niedobór opadów wystąpił w okresie wegetacyjnym 2006 r.

Plon suchej masy drewna wierzby (*Salix viminalis*) zależy od odmiany, częstotliwości zbioru, warunków siedliskowych, a także agrotechniki (obsada i ochrona roślin). W naszych doświadczeniach, których wyniki przedstawiono w tabelach 3-5, wierzba zbierana była w cyklu 1-rocznym. Średnio za 3 lata, niezależnie od klonu, jej plon wahał się od 11 do 13 t · ha<sup>-1</sup> suchej masy. Na ciężkiej czarnej ziemi (kompleks 8) plon był tylko o około 8% większy niż na glebie średniej (kompleks 4) i 12% większy niż na glebie lekkiej (kompleks 5). Uzyskiwane plony w poszczególnych latach wahały się, w zależności klonu, częstotliwości zbioru i jakości gleby, od 9,7 do 18,3 t · ha<sup>-1</sup> (3). Zbiór w cyklu 3-letnim umożliwiał uzyskanie we wszystkich siedliskach polonu

Tabela 3

Plon suchej masy (t · ha<sup>-1</sup> · rok<sup>-1</sup>) wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne na glebie bardzo dobrej (Osiny – ciężka czarna ziemia, kompleks - 8 – zbożowo-pastewny mocny)

Gatunek rośliny	2004 r.	2005 r.	2006 r.	Średnio
Wierzba krzewiasta – średnio z 4 klonów	14,7	12,8	11,1	12,9
Miskant – średnio z 5 genotypów	10,2	19,2	16,6	15,0
Sida – obsada 10 tys. roślin/ha	7,4	10,0	10,3	9,2
Sida – obsada 20 tys. roślin/ha	14,8	20,8	20,4	18,7
Mozga trzcinowata (2 pokosy)	-	16,3	19,8	18,0
Mozga trzcinowata (1 zbiór)	-	13,0	11,7	12,4

Źródło: Badania własne.

Tabela 4

Plon suchej masy (t · ha<sup>-1</sup> · rok<sup>-1</sup>) wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne na glebie średniej (Grabów – gleba płowa, kompleks - 4 – żytni bardzo dobry)

Gatunek rośliny	2004 r.	2005 r.	2006 r.	Średnio
Wierzba krzewiasta – średnio z 4 klonów	13,3	10,8	11,5	11,9
Miskant – średnio z 5 genotypów	13,9	20,7	16,7	17,1
Sida – obsada 10 tys. roślin/ha	6,4	9,0	11,4	8,9

Źródło: Badania własne.

o około 20% większego, w porównaniu ze zbiorem corocznym. Dodatkowo pędy 3-letnie zawierały 53% suchej masy, a jednoroczne tylko 47% (3).

Uzyskane plony wierzby w omawianych doświadczeniach były zdecydowanie mniejsze od zbieranych na ciężkiej madzie próchnicznej (19, 21), co należy wiązać przede wszystkim z niedoborem wody. W 2004 r., o korzystniejszym rozkładzie opadów, plony drewna wierzby, tak na glebie ciężkiej, jak i średniej były o 15-30% większe niż w bardzo suchym 2006 r. (tab. 3 i 4).

Plon suchej masy różnych genotypów miskanta (*Miscanthus x giganteus* i *Miscanthus sienensis*) zbieranego późną jesienią, średnio za 3 lata dla 5 porównywanych genotypów, wynosił 15,0 t · ha<sup>-1</sup> na glebie ciężkiej i 17,1 t · ha<sup>-1</sup> na glebie średniej i niespełna 9,0 t · ha<sup>-1</sup> na glebie lekkiej (tab. 3-5). Zróżnicowanie wielkości plonu, w zależności od klonu, w latach było bardzo duże, gdyż na glebie ciężkiej wynosiło od 8,4 do 21,7, a na glebie średniej od 10, 4 do 26,8 t · ha<sup>-1</sup> suchej masy (2, 3). Niższy plon na ciężkiej czarnej ziemi należy wiązać z położeniem jej w obniżeniu terenowym, co opóźniało wznowienie wegetacji wiosną i zwiększało uszkodzenia roślin przez późnowiosenne przymrozki.

Podczas jesienniego zbioru miskanta pozyskiwano biomasę o wilgotności 38-52%, w zależności od roku i genotypu. Przy zbiorze wiosennym wilgotność wynosiła około 20-25%, ale plon był o około 30% mniejszy, gdyż rośliny utraciły większość liści.

Ślaziowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita*) przy obsadzie roślin 10 tys./ha plonował nisko, niezależnie od jakości gleby (tab. 3-5). Natomiast duże jego plony uzyskano przy zwiększonej obsadzie roślin do 20 tys./ha. Na glebie lekkiej (kompleks 5) zebrano, średnio za 3 lata, około 13 t · ha<sup>-1</sup> suchej masy, a na ciężkiej czarnej ziemi powyżej 18 t · ha<sup>-1</sup>. Dodatkową zaletą tej rośliny jest niska wilgotność (około 30%) biomasy pozyskiwanej jesienią.

W omawianych doświadczeniach dobrze plonowała szwedzka odmiana (Bamse) mozgi trzcinowatej. Łączny jej plon z dwóch pokosów na ciężkiej glebie wynosił 16-19 t · ha<sup>-1</sup> (tab. 3), a na glebie lekkiej ponad 14 t · ha<sup>-1</sup> suchej masy (tab. 5). Przy jednokrotnym zbiorze późną jesienią uzyskiwano ewidentnie mniejsze plony. Gatunek ten może okazać się szczególnie przydatny do produkcji biomasy na cele energetyczne na wyłączonych z użytkowania rolniczego trwałych użytków zielonych.

Tabela 5

Plon suchej masy (t · ha<sup>-1</sup> · rok<sup>-1</sup>) wybranych gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne na glebie lekkiej (Osiny – gleba płowa, kompleks - 5 – żytni dobry)

Gatunek rośliny	2004 r.	2005 r.	2006 r.	Średnio
Wierzba krzewiasta – średnio z 4 klonów	-	12,9	10,1	11,5
Miskant – średnio z 5 genotypów	-	8,5	8,8	8,6
Sida – obsada 20 tys. roślin/ha	11,2	14,9	12,9	13,0
Mozga trzcinowata (2 pokosy)	-	14,6	14,5	14,5
Mozga trzcinowata (1 zbiór)	-	9,3	10,3	9,8
Topinambur (części nadziemne)	7,8	13,2	8,1	9,7

Źródło: Badania własne.

Topinambur (*Helianthus tuberosus*) w omawianych doświadczeniach uprawiano tylko na glebie lekkiej (kompleks 5 – żytni dobry). Plon suchej masy jego części nadziemnej, średnio za trzy lata, wynosił  $9,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w poszczególnych latach wahał się od  $7,8$  do  $13,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (tab. 5). Dodatkowo można zebrać około  $8-10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  świeżej masy bulw, które mogą być wykorzystane do produkcji alkoholu lub biogazu.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że potencjalnie do produkcji biomasy na paliwa stałe można wykorzystywać kilka gatunków roślin. W praktyce dobór ten będzie uzależniony od warunków siedliskowych, przyjętego sposobu zagospodarowania biomasy (spalanie, produkcja biogazu, produkcja gazu drzewnego itp.) oraz kosztów produkcji i transportu. Przeciętny plon suchej masy, niezależnie od gatunku uprawnych roślin energetycznych, wynosił na glebie ciężkiej  $14,3$ ; na średniej  $12,6$ ; zaś na lekkiej  $11,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W ścisłych doświadczeniach polowych uzyskuje się przeciętnie plony większe o około 20% niż w produkcji, a w przypadku roślin energetycznych różnica ta może być nawet większa, z uwagi na konieczność wprowadzenia odpowiednich dróg technologicznych. Przeprowadzony szacunek wskazuje, że realne plony roślin energetycznych możliwe do uzyskiwania w produkcji mogą wynosić około  $9-11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  suchej masy. Do dalszych analiz przyjęto plon wynoszący  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  suchej masy. W celu realizacji założeń strategii (21), przy takiej wydajności w 2010 r. trwałe plantacje energetyczne powinny obejmować 340 tys. ha gruntów, a do roku 2015 ich areal powinien wzrosnąć do 660 tys. ha.

Należy jednoznacznie podkreślić, że osiągnięcie takiego areалу uprawy roślin energetycznych w 2010 r. jest mało realne, gdyż:

- aktualnie produkcja ta znajduje się w początkowym stadium organizacji. W 2006 r. areal ich uprawy wynosił tylko około 10 tys. ha, w tym 80% stanowiły plantacje wierzby ukierunkowane głównie na pozyskanie zrzechów;
- prawie całkowicie brak jest, poza wierzbą, materiałów rozmnożeniowych;
- nie rozwiązanych jest wiele elementów technologii produkcji biomasy na cele energetyczne – produkcja materiałów rozmnożeniowych, mechanizacja produkcji, a głównie zbioru, logistyka zaopatrzenia zakładów energetycznych w biomasę itp.;
- nie w pełni rozpoznano ekonomikę produkcji.

W następnej kolejności szacunki zapotrzebowania na biomasę na cele energetyczne skonfrontowano z potencjalnymi zasobami gruntów przydatnych do założenia trwałych plantacji. Według analiz wykonanych przez Fischera i in. (4) w Polsce możliwe jest pokrycie potrzeb żywnościowych z produkcji rolniczej prowadzonej na powierzchni około 9,5 mln ha gruntów ornyc, a areal około 2,2 mln ha mógłby być przeznaczony pod uprawę roślin energetycznych (wierzba, miskant, sida, topola itp.). Według naszego rozeznania dane te wydają się być znacznie zawyżone.

Inwentaryzacja gruntów wykonana w IUNG-PIB wykazała, że gleb najbardziej odpowiednich do uprawy roślin energetycznych mamy 569 tys. ha (tab. 6). Są to gleby kompleksów przydatności rolniczej 5, 8, 9 i 3z, leżące poza obszarami chronionymi oraz położone w rejonach o rocznej sumie opadów powyżej 550 mm, w których poziom wody gruntowej występuje powyżej 200 cm. Nawet gdyby plantacje lokalizo-

wać dodatkowo na glebach kompleksu 6, mniej przydatnych do uprawy roślin energetycznych, to potencjalna sumaryczna powierzchnia gleb przydatnych wynosiłaby 954 tys. ha.

Wykorzystanie gruntów odłogowanych do zakładania plantacji roślin energetycznych wydaje się być również mało realne. Duże powierzchnie odłogów, prawdopodobnie na lepszych glebach, występują na terenach o rozdrobnionej strukturze agrarnej – mazowieckie, podkarpackie, śląskie, lubelskie lub też w województwach z dużym udziałem gleb słabych i bardzo słabych – zachodniopomorskie, lubuskie i warmińsko-mazurskie (tab. 6).

Tabela 6

Powierzchnie użytków rolnych (w tys. ha) potencjalnie przydatnych pod uprawę roślin energetycznych\* oraz ugorów i odłogów w 2005 r.\*\*

Województwo	Kompleks przydatności rolniczej gleb***					Razem		Ugory i odłogi (tys. ha)
	5	6	8	9	3z	tys. ha	% UR	
Dolnośląskie	29,71	40,51	15,68	0,37	2,01	<b>88,27</b>	<b>6,8</b>	<b>73,9</b>
Kujawsko-pomorskie	0,18	7,54	0,0	0,0	0,37	<b>8,09</b>	<b>0,6</b>	<b>19,8</b>
Lubelskie	16,15	26,94	0,0	0,0	25,72	<b>68,81</b>	<b>3,1</b>	<b>57,2</b>
Lubuskie	10,27	32,31	2,28	1,96	6,62	<b>53,43</b>	<b>6,5</b>	<b>62,4</b>
Łódzkie	25,04	42,76	0,0	1,40	11,05	<b>80,24</b>	<b>4,9</b>	<b>55,5</b>
Małopolskie	9,54	1,44	3,94	0,16	0,08	<b>15,13</b>	<b>2,3</b>	<b>49,8</b>
Mazowieckie	38,36	30,26	8,84	1,16	34,55	<b>105,16</b>	<b>3,3</b>	<b>141,5</b>
Opolskie	13,90	13,03	13,94	6,68	2,36	<b>49,90</b>	<b>7,2</b>	<b>33,0</b>
Podkarpackie	12,46	59,41	4,54	0,01	15,81	<b>92,22</b>	<b>10,3</b>	<b>90,8</b>
Podlaskie	24,06	13,73	0,51	1,08	16,82	<b>56,19</b>	<b>3,6</b>	<b>36,6</b>
Pomorskie	10,04	15,09	2,59	1,16	20,20	<b>49,08</b>	<b>3,8</b>	<b>66,7</b>
Śląskie	22,36	29,88	3,46	0,63	14,42	<b>70,75</b>	<b>9,0</b>	<b>60,5</b>
Świętokrzyskie	5,69	14,18	0,12	0,0	1,95	<b>21,94</b>	<b>2,3</b>	<b>33,0</b>
Warmińsko-mazurskie	6,43	10,84	6,84	0,0	18,53	<b>42,64</b>	<b>2,3</b>	<b>84,8</b>
Wielkopolskie	12,36	19,75	0,14	1,55	9,09	<b>42,89</b>	<b>1,8</b>	<b>37,1</b>
Zachodniopomorskie	28,50	27,33	2,26	1,52	49,74	<b>109,35</b>	<b>6,5</b>	<b>126,0</b>
<b>Polska</b>	<b>265,00</b>	<b>385,00</b>	<b>57,10</b>	<b>17,70</b>	<b>229,30</b>	<b>954,10</b>	<b>4,6</b>	<b>1028,6</b>

Źródło: \* Jadczyzyn J. i Zaliwski A., 2006 (9)

\*\* GUS Ochrona środowiska (8)

\*\*\* 5 – żytni dobry

6 – żytni słaby

8 – zbożowo-pastewny mocny

9 – zbożowo-pastewny słaby

3z – użytki zielone słabe i bardzo słabe

## Podsumowanie

Przedstawiona analiza wskazuje, że produkcja roślinna na cele substytucji paliwowej może stanowić w najbliższym okresie znaczącą alternatywę dla produkcji żywnościowej. Z uwagi na asortyment uprawianych roślin, obok gleb marginalnych, pod ten kierunek produkcji muszą być również wykorzystywane grunty orne dobrej jakości, zajmowane obecnie przez rośliny rolnicze. Realizacja przez Polskę regulacji prawnych UE (Dyrektywa 2003/30/EC) oraz krajowych (21) wymagałaby, według przeprowadzonego szacunku, przeznaczenia do roku 2015 w sumie ponad 1,5 mln ha gruntów pod produkcję ziemiopłodów na cele substytucji paliwowej, z podziałem na następujące grupy roślin:

- ponad 400 tys. ha gleb dobrych pod produkcję rzepaku przetwarzanego na estry dodawane do oleju napędowego zużywanego w transporcie. Nasze warunki siedliskowe nie pozwalają na takie zwiększenie produkcji rzepaku, aby estry mogły być również dodawane do oleju stosowanego w ciepłownictwie. Wzrost areału uprawy rzepaku może nastąpić głównie kosztem pszenicy i jęczmienia;
- około 500 tys. ha gruntów ornych powinno być przeznaczonych pod ziemiopłody przetwarzane na bioetanol. Podstawowymi surowcami będą tu: kukurydza, pszenżyto i żyto, czyli rośliny uprawiane zarówno na glebach dobrych, jak i słabszych. O mniejszym wykorzystaniu okopowych, a głównie buraka cukrowego, przesądzą wyższe koszty produkcji alkoholu niż ze zbóż;
- pokrycie zapotrzebowania na biomasę przeznaczoną na paliwa stałe wymagałoby założenia trwałych plantacji roślin energetycznych na powierzchni 340 tys. gruntów do 2010 r. i 660 tys. do 2015 r. Produkcja ta powinna być lokalizowana przede wszystkim na glebach kompleksów: zbożowo-pastewnego mocnego, zbożowo-pastewnego słabego, żytniego dobrego oraz na użytkach zielonych słabych i bardzo słabych. Gleby żytnie słabe i żytnie bardzo słabe, z uwagi na deficyt wody, będą mało przydatne do tego kierunku produkcji. Z uwagi na brak odpowiedniej ilości materiałów rozmnożeniowych, niedostateczne zmechanizowanie technologii produkcji, a także nierozwiązane problemy logistyczne prognozy produkcji biomasy stałej będzie bardzo trudno zrealizować;
- możliwości przeznaczenia gruntów obecnie odłogowanych pod produkcję na cele energetyczne są bardzo ograniczone, gdyż największe powierzchnie odłogów występują w województwach o rozdrobnionej strukturze agrarnej lub w województwach o dużym udziale gleb bardzo słabych.

Czynnikiem nie uwzględnianym w analizach, który może mieć duże znaczenie dla rozwoju tego kierunku produkcji może być niedobór wody, który coraz częściej zaznacza się w naszych warunkach.

## Literatura

1. EU Commission: Green paper. Towards a European strategy for the security of energy supply. Brussels, 2000, Com(2002) 321.
2. Faber A., Kuś J., Stasiak M.: Rośliny energetyczne dla różnych siedlisk. W: Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa – szanse i problemy. Wieś Jutra, 2007, 26-32.
3. Faber A., Kuś J., Stasiak M.: Wstępna ocena produktywności wybranych gatunków roślin energetycznych. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl. 2007, w druku.
4. Fischer G., Prieler S., van Velhuizen H.: Biomass potentials of miscanthus willow and poplar: results and policy implication for Eastern Europe, Northern and Central Asia. Biomass and Bioenergy, 2005, **28**: 119-132.
5. Gradziuk P.: Uregulowania prawne dotyczące wykorzystania odnawialnych źródeł energii ze szczególnym uwzględnieniem biomasy. Roczn. Nauk., SERiA., 2004, **6(3)**: 83-87.
6. Grzybek A.: Prognoza wykorzystania odnawialnych źródeł energii w sektorze rolnym na tle przemian. <http://www.fundacjarozwoju.szczecin.pl/biuro/teksty2/A.Grzybek.pdf> [http://www.mos.gov.pl/1/materialy\\_informacyjne/raporty\\_opracowania/energetyka/](http://www.mos.gov.pl/1/materialy_informacyjne/raporty_opracowania/energetyka/)
7. GUS: Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich. 2006.
8. GUS: Ochrona środowiska, 2006.
9. Jadczyzyn J., Zaliwski A.: Obszary potencjalnie przydatne do uprawy wierzby i ślazuwca w Polsce. IUNG-PIB Puławy, 2006 (maszynopis).
10. Kaliski M., Staszkowski D.: Prognozy energetyczne Polski w perspektywie roku 2025. Wiertnictwo Nafta Gaz, 2005, 22,1.
11. Kancelaria Prezesa Rady Ministrów. Zapotrzebowanie na paliwa i energię elektryczną do 2025 r. [http://www.kprm.gov.pl/3585\\_12946.htm](http://www.kprm.gov.pl/3585_12946.htm)
12. Komisja Wspólnot Europejskich: 2005. Plan działania w sprawie biomasy. COM(2005) 628.
13. Kupczyk A., Kiełski A.: Bioetanol – szansa dla polskiego rolnictwa. Wieś Jutra, 2002, **5**: 13-15.
14. Kuś J.: Uwarunkowania i możliwości zwiększenia produkcji rzepaku na cele energetyczne. Nasz Rzepak, 2006, **11**: 30-34.
15. Kuś J., Faber A., Madej A.: Przewidywane kierunki zmian w produkcji rolniczej w ujęciu regionalnym. IUNG, Raporty PIB, 2006, **3**: 195-210.
16. Kuś J., Madej A., Kopyński J.: Bilans słomy w ujęciu regionalnym. IUNG, Raporty PIB, 2006, **3**: 211-225.
17. Lorne D.: Potential biomass mobilization for biofuel production worldwide in Europe and France. Panorama, 2007, [http://www.ifp.fr/IFP/en/events/panorama/IFP-Panorama07\\_07-Potentiel\\_biomasse\\_VA.htm](http://www.ifp.fr/IFP/en/events/panorama/IFP-Panorama07_07-Potentiel_biomasse_VA.htm)
18. Płotkowski L.: Bilans biomasy z lasów, stan obecny i prognoza średnio- i długookresowa. W: Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa – szanse i problemy. Wyd. Wieś Jutra, 2007, 16-25.
19. Schütte A.: Industrial use of renewable resources in the EU. [http://www.bmelv.de/nn\\_1095274/SharedDocs/downloads/081-NaWaRo/MaterialFuelling/PraesSchuette.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/PraesSchuette.pdf](http://www.bmelv.de/nn_1095274/SharedDocs/downloads/081-NaWaRo/MaterialFuelling/PraesSchuette.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/PraesSchuette.pdf)
20. Stolarski M., Szczukowski S., Tworkowski J.: Ocena produktywności wierzby (*Salix* sp.) pozyskiwanej w krótkich rotacjach w dolinie dolnej Wisły. W: Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa – szanse i problemy. Wyd. Wieś Jutra, 2007, 93-99.
21. Strategia rozwoju energetyki odnawialnej. M. P. z 2001 r., **25**, poz. 365.
22. Szczukowski S., Tworkowski J.: Produktywność oraz wartość energetyczna biomasy wierzby krzewiastej *Salix* sp. na różnych typach gleb w pradolinie Wisły. Post. Nauk Rol., 2001, **2**: 29-38.
23. Żmuda K.: Biomasa do celów energetycznych – społeczne, gospodarcze i prawne uwarunkowania wykorzystania biomasy. Mat. Konf. „Biomasa dla elektroenergetyki i ciepłownictwa – szanse i problemy. Warszawa, 2007.

Adres do korespondencji:

*prof. dr hab. Jan Kuś*  
*IUNG PIB*  
*ul. Czartoryskich 8*  
*24-100 Puławy*  
*tel. (081) 886-34-21 w. 360*  
e-mail: [jankus@iung.pulawy.pl](mailto:jankus@iung.pulawy.pl)

