ZESZYTY PROBLEMOWE POSTĘPÓW NAUK ROLNICZYCH 1999 z. 468: 31–45

ROLA I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ROŚLIN ALTERNATYWNYCH NA PRZYKŁADZIE KRAJÓW UNII EUROPEJSKIEJ

Jan Olejniczak, Wojciech Rybiński

Instytut Genetyki Roślin Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu

Wstęp

W latach siedemdzisątych i osiemdziesiątych rozwinięte kraje przemysłowe Unii Europejskiej zaczęły notować szybki wzrost nadwyżek żywności. Umieszczenie ich na światowych rynkach produktów agrarnych wymagało coraz wyższych subwencji, które w znacznym stopniu obciążały budżet poszczególnych państw. Sytuacja ta wymusiła na krajach UE istotną rewizję dotychczasowej polityki rolnej. Stopniowo zaczęto wprowadzać system odłogowania, mający na celu zahamowanie dynamicznego wzrostu produkcji żywności. Dla przykładu w Niemczech w latach 1991/1992 odłogowaniem objęto 800 tys. ha. Po roku 1993 areał ten wzrósł do 1,4 mln ha. Wraz ze wzrostem wielkości odłogowanych terenów wzrastało obciążenie budżetu państwa z tytułu przyznawanych dotacji za czasowe wyłączenie terenów z produkcji rolniczej. Efektem wspólnej polityki rolnej krajów UE było wydanie rozporządzenia EWG nr 334/93 dotyczącego upraw dla pozyskania surowców odnawialnych na czasowo odłogowanych areałach.

Rozporządzenie to zezwala na taki sposób zagospodarowywania tych terenów, że zebrane z nich plony nie zostaną wykorzystane w formie produktów żywnościowych lub paszy. Regulacja prawna w tym względzie objęła większość roślin uprawnych. Dodatkowym bodźcem do produkcji surowców odtwarzalnych na terenach odłogowanych okazały się ich ceny rynkowe, które kształtowały się poniżej cen na surowce na rynkach światowych. Wg SCHÜTTE [1997, 1998] największa intensyfikacja produkcji surowców odtwarzalnych w Niemczech wystąpiła w 1995 roku kiedy areał upraw na terenach czasowo odłogowanych wyniósł 362 tys. ha. W latach 1996 i 1997 obserwowano już tendencję spadkową (odpowiednio 242 i 114 tys. ha) co związane było nie tylko z wysokością dotacji przyznawanych z tytułu wyłączenia pól z normalnego gospodarowania ale również z wieloma innymi czynnikami. Jednym z nich była niewystarczająca wydajność surowca nie pokrywająca kosztów produkcji. Niższa produktywność określonych surowców roślinnych wiąże się między innymi z zbyt niskim potencjałem genetyczno-hodowlanym uprawianych gatunków i odmian. W wielu przypadkach są to gatunki o marginalnym dotychczas zasięgu uprawowym lub wręcz bez tradycji ich uprawy w określo-

nych regionach krajów UE, co często wiązało się z ograniczoną wiedzą producenta na temat ich wymagań glebowo-klimatycznych, uprawowych, nawożenia, ochrony, techniki zbioru i przechowywania.

Produkcja surowców, celem wykorzystania przemysłowego i energetycznego, należy do tradycyjnych zadań gospodarki rolnej i leśnej. Okazuje się, że z 200 tys. form roślin kwiatowych około 3000 wykorzystuje się jako źródło pokarmu, do produkcji włókna, celów energetycznych itp. Pośród nich tylko 200 gatunków ma praktyczne znaczenie gospodarcze [ASHRI 1989]. Do gatunków tych należą między innymi rośliny o alternatywnym charakterze ich wykorzystania w produkcji surowców odnawialnych. Wytwarzane surowce przyczyniają się do zahamowania efektu cieplarnianego, ochrony wyczerpujących się zasobów kopalin, odciążenia rynku produktów żywnościowych, stwarzają inne alternatywy produkcyjne i pozyskiwania dochodów, wzbogacają krajobraz kulturowy, zachowują i stwarzają miejsca pracy na terenach wiejskich, stanowią szanse innowacyjnego rozwoju i podstawę do uzyskiwania produktów zbywanych na rynkach światowych [JÖRDENS 1997].

W krajach UE szczególną uwagę przywiązuje się do ochrony środowiska. Powołany do życia program Agenda 2000 zakłada, że w roku 2010 około 14% energii pochodzić będzie z produkcji rolniczej, co będzie skutkować w obniżeniu emisji CO_2 o 10% w porównaniu z rokiem 1990.

Na ogólną powierzchnię uprawną w krajach UE (53 mln ha) dla potrzeb przemysłu chemicznego przeznacza się zaledwie 4% powierzchni, a zakłada się, że w roku 2010 powierzchnia ta wzrośnie do 12% [VERSTEIJLEN 1998]. Realizacja powyższych celów będzie możliwa jeśli areał upraw roślin alternatywnych dla pozyskiwania surowców odtwarzalnych będzie wzrastał szybciej aniżeli dotąd.

Możliwości alternatywnego wykorzystania roślin

Roślinami o alternatywnym charakterze ich wykorzystania są następujące grupy roślin:

1. Tradycyjne rośliny przemysłowe:
   - oleiste (rzepak, słonecznik, katran abisyński, len, soja, gorczyca, *Brassica carinata*)
   - zboża (pszenica, kukurydza, jęczmień, pszenżyto)
   - włókniste (len, konopie, kenaf)
   - białkowe (łubin, soja, groch)
   - cukrowe (cykoria, topinambur, burak cukrowy).
2. Rośliny udomowione: *Cuphea, Limanthes, Lesquerella, Amaranthus, Euphorbia, Lepidium, Bohemeria, Lallenantia,* łubin andyjski.
3. Rośliny zielarskie
   - wiesiołek, żeń-szeń, ogóreczik, wrotycz i inne.

Rośliny o alternatywnym charakterze ich wykorzystania stanowią źródło produkcji licznych surowców odnawialnych. Według MALICKIEGO i NABZDYKA [1997] generalnie produkcję surowców odnawialnych ze względu na ich pochodzenie można podzielić na surowce roślinne i zwierzęce. Surowce roślinne mogą być otrzymywane z roślin przemysłowych (oleje i tłuszcze, skrobia, cukier, substancje lecznicze, włókna i barwniki) lub roślin energetycznych (cukier i skrobia na

etanol, olcje na paliwa napędowe i opałowe, energia cieplna i elektryczna z biomasy).

Omawiając zagadnienia produkcji surowców odtwarzalnych, źródła ich pochodzenia oraz sposobu wykorzystania przyjęliśmy podział problemów wg najważniejszych finalnych produktów uzyskiwanych z uprawy roślin alternatywnych: biopaliwa, bioenergia, biowłókno, bioplastiki oraz bioskładniki.

Biopaliwa

W krajach UE rośliny oleiste są zasadniczym elementem struktury areałów przeznaczonych do uprawy surowców odtwarzalnych (tab. 1). Ich wykorzystanie koncentruje się wokół dwóch zasadniczych zagadnień. Pierwszym z nich jest aspekt chemiczno-techniczny dotyczący produkcji podstawowych surowców dla przemysłu chemicznego oraz jako składników smarów i surowców technologicznych (tab. 2).

Tabela 1; Table 1

Struktura plonu, zawartość oleju i udział kwasów tłuszczowych u wybranych gatunków roślin oleistych dla potrzeb przemysłu [BRAMM 1993]

Yield structure, oil content and content of fatty acids in selected oilseeds crops for industrial purposes [BRAMM 1993]

Główne kwasy tłuszczowe/gatunki Main fatty acids/species	Udział kwasów tłuszczowych Content of fatty acids (%)	Zakres zawartości oleju Range of oil content (%)	Relatywny plon (rzepak = 100% = 30 $q \cdot ha^{-1}$) Relative yield (rape = 100% = 30 $q \cdot ha^{-1}$)
Kwas petrozolinowy – C18:1; Petroselinic acid – C18:1			
– kolendra; coriander	82	16–34	80
– koper włoski; fennel	71	18–26	20
Kwas oleinowy – C18:1; Oleic acid – C18:1			
– słonecznik; sunflower	83	40–50	80
– saflor barwieski; safflower	80	17–50	60
– wilczomlecz; euphorbia	84	43–53	50
– rzepak; rapeseed	60	40–52	100
Kwas linolowy – C18:2; Linoleic acis - C18:2			
– słonecznik; sunflower	80	40–50	90
– saflor barwieski; safflower	79	17–50	60
– soja; soybean	52	17–21	70
Kwas linolenowy – C18:3; Linolenic acid – C18:3			
– len; flax	67	30–47	60
– lnicznik; bigseed false flax	44	33–41	75
Kwas erukowy – C22:1; Erucic acid - C22:1			
– rzepak (stare formy); rapeseed	54	30–47	90
– konopie; hemp	59	25–50	70
– gorczyca brązowa; brown mustard	53	11–46	60
– gorczyca biała; white mustard	53	12–41	65

Znacznie ważniejszą pozycje zajmuje drugi z problemów, tj. produkcja biopaliw (biodiesla), które z uwagi na swe właściwości proekologiczne, należą do grupy odnawialnych źródeł energii. Biodiesel pozyskiwany z rzepaku oprócz zna-

cznej redukcji emisji węgla do atmosfery (spalanie jednego litra biopaliwa z rzepaku w porównaniu do spalania 1 litra oleju napędowego zmniejsza ilość wydzielanego CO_2 o 2–2,5 kg) przyczynia się do zmniejszenia zawartości związków toksycznych w spalinach [ROSZKOWSKI 1997].

Tabela 2; Table 2

Zużycie olejów roślinnych dla celów technicznych pozapaliwowych w krajach Unii Europejskiej w roku 1996 [FOCHEM 1998]

Consumption of plant oils for technical purposes in the EU countries in 1996 [FOCHEM 1998]

Olej roślinny; Plants oil	Zużycie oleju (w tonach); Oil consumption (ton)
Olej rzepakowy; Rapeseed oil	210 000
Olej erukowy; Erucic oil	60 000
Olej słonecznikowy; Sunflower oil	50 000
Olej laurynowy; Lauric oil	620 000
Olej palmowy; Palmic oil	130 000
Olej rycynowy; Ricinic oil	110 000
Olej lniany; Linseed oil	70 000
Inne; Others	80 000

Cechą ujemną produkcji biopaliwa z rzepaku jest stosunkowo wysoki koszt wytwarzania, podobnie jak w przypadku etanolu wyższy od ceny paliw mineralnych. Praktyczne wdrażanie estrów z przerobu oleju rzepakowego jako paliwa w silnikach o zapłonie samoczynnym będzie zależało od jego konkurencyjności w stosunku do paliw tradycyjnych. O tej konkurencyjności decyduje między innymi efektywność nakładów związanych z produkcją surowca wyjściowego, jego przetwarzaniem i dystrybucją produktów finalnych [PAWLAK 1997]. W strukturze zasiewów dominującym gatunkiem jest rzepak i w mniejszym stopniu słonecznik oraz len oleisty. W roku 1993 w Niemczech uprawiano 1,1 mln ha roślin oleistych z czego 30%, tj. 300–350 tys. ha było przewidziane do upraw na terenach czasowo odłogowanych dla celów przemysłowych (biodiesel, olej rzepakowy dla hydrauliki, smary). Wg SCHÜTTE [1997, 1998] w roku 1997 rośliny oleiste uprawiano na areale 227 000 ha czasowo wyłączonych z uprawy roślin tradycyjnych. Jak podaje [HAGEN 1996] w Niemczech pośród 500 000 ha na których uprawiano rośliny dla pozyskania ich w przemyśle prawie 390 000 ha stanowił rzepak, 30 000 ha len oleisty i 17 000 ha słonecznik. Liczby te wskazują jednoznacznie na istotną rolę rzepaku. Mniejszą rolę odgrywała lnianka, wilczomlecz i kolendra. Wg EIGENA [1994] wiodąca rola rzepaku będzie utrzymana a produkowany biodiesel i jego zużycie winno kształtować się w Niemczech na poziomie 5% (w Europie 10%). Aby wyjść naprzeciw tym oczekiwaniom należy uprawiać około 1 mln ha rzepaku. W Szwajcarii [WOLFENSBERGER 1994] przewiduje się, że areał pod produkcję surowców odtwarzalnych dla przemysłu winien wynosć 80–100 tys. ha. Roczną produkcję biodiesla określa się z upływem czasu na 20 000 ton. Wraz z budową kilku wytwórni biodiesla w ramach spółdzielczości rolniczej należy oczekiwać produkcji na poziomie 500–1 000 ton w ramach jednej przetwórni. Wg SCHÜTTE [1997] jako surowiec płynny do celów energetycznych wykorzystywany jest prawie wyłącznie metyloester oleju rzepakowego (na rynku znany pod nazwą biodiesel). W roku

1996 dla potrzeb produkcji biodiesla uprawiano 50 tys. ha rzepaku co stanowi to znacznie mniej aniżeli 1% całkowitego zużycia oleju napędowego silników wysokoprężnych w Niemczech. Niewątpiwym impulsem do produkcji biopaliw jest fakt, że paliwa te zostały w krajach UE zwolnione z podatku od materiałów pędnych. Powierzchnię upraw roślin oleistych dla potrzeb produkcji biodiesla w krajach UE w roku 1998 przedstawia tabela 3.

Tabela 3; Table 3

Powierzchnia uprawy roślin oleistych na potrzeby produkcji paliw (biodiesel) w krajach Unii Europejskiej [ROCCHIETTA 1998]

Area of oil plants cultivation for biofuel production in the EU countries [ROCCHIETTA 1998]

Kraje; Countries	Powierzchnia (ha); Area in ha			
	1994	1995	1996	1997
Francja; France	222 000	373 000	250 000	180 000
Niemcy; Germany	147 000	350 000	328 000	107 000
Włochy; Italy	61 000	61 000	33 000	11 000
Wielka Brytania; Great Britain	92 000	85 000	70 000	30 000
Inne; Others	90 000	92 000	33 000	20 000
Razem; Total	612 000	961 000	714 000	348 000

Reasumując sytuację produkcji biopaliw w krajach UE należy wskazać na rosnące zainteresowanie produkcją rzepaku co znalazło swoje odzwierciedlenie w produkcji rocznej (1997) prawie 600 tys. ton biodisla w 15 krajach UE łącznie. Jedną z barier ograniczających produkcję biopaliwa jest o 30% wyższy koszt produkcji w porównaniu z olejem napędowym produkowanym z ropy naftowej. Stymulująca polityka poszczególnych państw przy redukcji kosztów biodisla w produkcji masowej jest elementem sprzyjającym upowszechnianiu jego stosowaniu. We Francji powszechnie wykorzystuje się bioetanol i biometanol jako biopaliwo do napędu silników spalinowych. W 1998 roku we Włoszech wyprodukowano etanol i biodiesel z powierzchni uprawowej 100 tys. ha.

Szczególne zainteresowanie wzbudza możliwość uprawy roślin alternatywnych na terenach skażonych metalami ciężkimi. Estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego z terenów skażonych (Legnicko-Głogowskie Zagłębie Miedziowe) charakteryzują się właściwościami zgodnymi z wymaganiami stawianymi paliwom z rzepaku obowiązującymi w kraju i za granicą i mogą być bezproblemowo stosowane jako paliwa do silników diesla [WIŚLICKI i in. 1997]. Zaostrzenie wymogów dotyczących ochrony środowiska zainicjowało konieczność opracowania i wykorzystywania biodegradowalnych środków smarowych. Dotyczy to w szczególności krajów UE gdzie w roku 1992 zużycie biodegradowalnych środków smarowych wynosiło 20 tys. ton: w roku 2000 planuje się wzrost zużycia rzędu 120 tys. ton. Biodegradowalne środki smarowe znalazły zastosowanie między innymi jako oleje do pił łańcuchowych, oleje hydrauliczne, smary plastyczne oraz oleje antyadhezyjne [ZAJĘZIERSKA 1997].

Nie bez znaczenia jest wykorzystanie rzepaku a estry oleju rzepakowego służą do wytwarzania olejów smarowniczo-hydraulicznych o korzystnych wskaźni-

kach lepkości i mogących znaleźć zastosowanie w urządzeniach poddwanych znacznym obciążeniom mechanicznym. Z rzepaku można wytwarzać oleje znajdujące zastosowanie w różnego rodzaju przekładniach, stałe smary maszynowe i zwrotnicowe dla kolejnictwa, środki antykorozyjne i przeciwzużyciowe [Roszkowski 1997]. W Niemczech, szereg producentów dostarcza na rynek już prawie 150 produktów o różnym charakterze przeznaczenia. Oleje hydrauliczne pochodzenia rzepakowego znajdują coraz szersze zastosowanie w rolnictwie i budownictwie (ciągniki, maszyny rolnicze, maszyny budowlane) a rynek niemiecki oferuje już ponad 40 gatunków różnego rodzaju olejów hydraulicznych.

W niektórych krajach UE (a także wyznaczonych regionach) z uwagi na rygorystyczne przepisy ochrony środowiska stosowanie biodegradowalnych olejów smarowych jest prawnie nakazane.

Bioenergia

Około 80% światowego zapotrzebowania na energię pokrywane jest dzięki paliwom kopalnym (gaz, węgiel, ropa). Przy wzrastających potrzebach na energię, wobec szybkiego przyrostu naturalnego i cywilizacyjnego postępu społeczeństw, prognozy wskazują, że naturalnych kopalin na cele energetyczne wystarczy na około 100 lat [Hall, Grot 1987]. Ponadto wykorzystywaniu kopalin towarzyszy znaczne zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Przyjmuje się, że 75% zanieczyszczeń środowiska związanych jest ze spalaniem skamielin naturalnych. Sytuacja ta skłoniła wiele ośrodków naukowo-badawczych do szukania odnawialnych źródeł energii którą mogą dostarczyć nam surowce roślinne, neutralne pod względem produkcji CO_2. Rośliny autotroficzne, dzięki efektywnemu wykorzystaniu energi słonecznej tworzą w przeliczeniu na węgiel ekwiwalent energetyczny rocznego zużycia rzędu 200 miliardów ton, to jest 10 razy więcej aniżeli wielkość rocznego zapotrzebowania na energię w skali świata. Z tego tylko 800 mln ton czyli 0,25% jest wykorzystywane przez populację ludzką.

Energetyczne wykorzystanie surowców roślinnych można podzielić na produkcję surowców płynnych (omówione wcześniej zagadnienie produkcji biodiesla) oraz surowców stałych. Aktualnie w Niemczech surowce stałe zaspakajają zaledwie 1% ogólnych potrzeb energetycznych. Dominują tu odpady rolnicze i leśne, a profesjonalna uprawa roślin na cele energetyczne jeszcze nie istnieje. Można założyć, że przy odpowiedniej polityce rolnej i wykorzystaniu prac genetyczno-hodowlanych możliwe będzie pokrycie zapotrzebowania energetycznego Niemiec rzędu 8–10% [Fochem 1998].

W Norwegii, Szwecji i Danii na szeroką skalę energię cieplną pozyskuje się z coraz bardziej powszechnych plantacji wikliny i tzw. miękkich drzew (topola) uprawianych między innymi na terenach odłogowanych. W krajach UE drewno zajmuje szczególną pozycję. Dotyczy to w szczególności krajów skandynawskich oraz Niemiec w którym to kraju bez uszczerbku dla środowiska naturalnego produkcję można zwiększyć z aktualnych 35 mln m^3 do około 57,4 mln m^3. Wiklina, wierzba i topola mogą być wykorzystane jako źródło energii opałowej, jak również do produkcji papieru. Wieloletnie plantacje tych gatunków mogą być zakładane na terenach nieprzydatnych do tradycyjnej produkcji rolniczej. W Polsce wiklina stanowi ważny materiał do produkcji wyrobów wikliniarskich. Nie bez znaczenia są również znaczne nadwyżki słomy zbóż. Wartość opałowa słomy wynosi od 14,3 do 15,2 $MJ \cdot kg^{-1}$. Jeśli porównać to z wartością energetyczną węgla

(18,8–29,3 MJ·kg^{-1}) to oznacza to, że pod względem energetycznym 1,5 tony słomy jest porównywalne do 1,0 tony węgla. W roku 1988 w Danii udział słomy wynosił 16%, a w 1992 r. wzrósł do 55% w energetycznych odpadach roślinnych. Wg RASMUSSENA [1990] do końca lat osiemdziesiątych działało już około 12 000 małych i 40 dużych kotłowni spalających słomę. W Polsce 58% zebranej słomy wykorzystuje się na ściółkę, 36% na paszę i tylko 6% na cele inne [CHWEĆKO 1979; KOZAKIEWICZ, NIEŚCIÓR 1984]. Wskazuje to na znaczne krajowe zasoby słomy które z powodzeniem przeznaczyć można na cele produkcji energii cieplnej. Nie bez znaczenia są starsze, ekstensywne gatunki zbóż o wysokim udziale słomy w plonie, mogące być uprawiane na odłogowanych gruntach ornych. W okresie od 1986 do 1993 roku produkcja słomy podstawowych zbóż w kraju wynosiła 28 700 tys. ton, a uwzględniając mieszanki zbóż z roślinami strączkowymi – 34 900 tys. ton. Z danych szacunkowych można wnioskować, że dla celów energetycznych w Polsce można wykorzystać od 2,9 do 10,5 mln ton, co jest równoważne 1,72–6,3 mln ton węgla. W Danii nadwyżka słomy wynosi 3 mln ton, a dla celów energetycznych zużywa się 0,78 mln ton. Wykorzystanie słomy w warunkach krajowych wzorem krajów UE wymaga dobrze zorganizowanego rynku słomy opałowej [DAWIDOWSKI, NOWOWIEJSKI 1997] co umożliwiłoby powstanie kilkunastu kotłowni do spalania słomy w małych obiektach o mocy do 100 kW oraz kilku większych obiektów dysponujących mocą powyżej 100 kW.

Słoma zawiera 3–5% popiołu, który charakteryzuje się znaczną zawartością potasu i innych składników nawozowych i stanowić może uzupełnienie zasadniczego nawożenia pól.

Tabela 4; Table 4

Plon zielonej masy i zawartość suchej masy różnych roślin z przeznaczeniem na cele energetyczne [EL BASSAM i in. 1992]

Yield of biomass and dry matter content in different crops cultivated for energetic purposes [EL BASSAM i in. 1992]

Gatunki; Species Odmiany; Cultivars	Zawartość suchej masy Dry matter content (%)	Plon zielonej masy Biomass yield (t·ha^{-1})
Miscanthus sinensis (Thunb.) Andersson		
'Giganteus'	62,2	25,4
'Fontana'	67,6	13,1
'Goliath'	76,6	12,5
'Silberturm'	75,9	8,0
'Undine'	75,2	6,9
'Malepartus"	72,9	6,9
'Wetterfane'	76,0	6,6
Kukurydza; Maize	37,5	16,5
Pszenica ozima; Winter wheat	60,9	12,9
Pszenżyto ozime; Winter triticale	31,3	17,9
Żyto ozime; Winter rye	66,4	14,6
Pszenica jara; Spring wheat	54,3	10,7
Żyto jare; Spring rye	65,8	11,0

Alternatywą stosowania słomy zbóż w celach pozyskiwania energii może być słoma rzepakowa. Zakładając, że na cele produkcji biopaliw, olejów i smarów

wzrost uprawy rzepaku może wzrosnąć o 15–20%, produkcja słomy rzepakowej stanowić może obok słomy zbóż istone źródło pozyskiwania energii. W chwili obecnej duże nadzieje wiąże się z wykorzystaniem dla celów energetycznych szybko rosnących gatunków roślin (rośliny z grupy C_4) jak *Miscanthus, Arundo donax* czy *Spartina pectinata*. Niewątpliwie najbardziej perspektywiczną rośliną w tym względzie jest *Miscanthus sinensis* 'Giganteus'. Bardzo wysoki plon zielonej masy tych roślin (25 $t \cdot ha^{-1}$) w porównaniu z innymi gatunkami (tab. 4) skłonił do introdukcji tego gatunku do wieloletniej uprawy [EL BASSAM i in. 1992]. Uzyskiwana energia cieplna z spalania biomasy jest wykorzystywana do ogrzewania ale może służyć również do produkcji energii elektrycznej. Również w Instytucie Genetyki Roślin PAN prowadzone są badania nad adaptacją muskanta chińskiego do warunków klimatycznych Polski [JEŻOWSKI 1994; JEŻOWSKI, DEUTER 1998]. Dość dobrze poznano już warunki wzrostu i uprawy tej rośliny. Barierą pozostaje nadal wysoki koszt produkcji sadzonek z uwagi na triploidalny charakter genetyczny rośliny co w praktyce sprowadza się do wegetatywnego rozmnażania lub korzystania z pomocy kultur *in vitro*.

Biowłókna

Intensywny rozwój przemysłu chemicznego w latach sześćdziesiątych przyczynił się do częściowego wyeliminowania z rynku tradycyjnych roślin włóknistych takich jak len czy konopie. Obecnie obserwuje się wzrost zainteresowania krajów UE włóknem naturalnym znajdującym zastosowanie w przemyśle tekstylnym, papierniczym i budownictwie. Najważniejszą pozycje zajmuje len włóknisty, który w krajach UE uprawia się na powierzchni 650 000 ha, a konopie na powierzchni 40 000 ha. We Włoszech i Grecji prowadzone są próby wykorzystania włókien naturalnych z kenafu. W Niemczech dla celów tekstylnych i technicznych len włóknisty uprawia się na powierzchni 4 600 ha, a konopie na 1 400 ha SCHÜTTE [1998]. Uprawiając len włóknisty oraz konopie za każdy hektar uprawy wypłaca się stały dodatek produkcyjny. W roku 1996/1997 dopłaty do uprawy lnu za każdy hektar uprawy kształtowały się na poziomie 1677 marek oraz 1510 marek w odniesieniu do konopii. W Polsce w roku 1938 areał uprawy lnu wynosił 148 tys. ha a w Niemczech 59 tys. ha. Lata osiemdziesiąte to początek stałego spadku areału uprawy lnu w Polsce, który najniższy poziom osiągnął w roku 1997, kiedy to len uprawiano na areale 2 tys. ha [PAWELEC 1997].

Udział włókna lnu na rynku tekstylnym nie przekracza 1%. Na ten niski udział niewątpliwy wpływ wywierały czynniki ekonomiczne, gdyż ceny bawełny były niższe w porównaniu z ceną lnu włóknistego. Innym czynnikiem jest zbyt niska jakość włókna dla celów przemysłowych. Znaczne perspektywy ma włókno lnu dla celów przemysłowych, gdzie z powodzeniem wykorzystywane są włókna krótkie znajdujące zastosowanie w produkcji płyt cementowo-włóknistych, elementów prasowanych, wyposażenia wnętrz samochodów itp. Dla potrzeb przemysłu tekstylnego wymagana jest wysoka jakość włókna. Poprzez prace hodowlane możliwe jest poprawienie udziału zawartości włókna w stosunku do części zdrewniałych łodygi lnu. U większości odmian udział ten wynosi 20%, maksymalnie – 28%. Zawartość włókna zależna jest od ilości wiązek włókna, ich długości, rozkładu w łodydze oraz składu komórek włókna. Wzrost jakości włókien lnu winien przyczynić się do wzrostu jego udziału w produkcji tekstyliów. Zasadniczym elementem produkcji włókien to przede wszystkim zmiana obecnego sposobu pro-

dukcji w pozyskiwaniu włókien kotonizowanych mogących znaleźć zastosowanie do wyrobu przędz mieszankowych, dziewiarskich i tkackich z wełną i bawełną na maszynach stosowanych w przemyśle czesankowym. Nie bez znaczenia są uboczne produkty roślin włóknistych (paździerze) mogące znaleźć zastosowanie do produkcji past lepiszczowych.

Produkty wytwarzane z włókien naturalnych ulegają szybkiej biodegradacji, co znacznie obniża zanieczyszczanie środowiska. Jednocześnie len włóknisty i konopie można uprawiać na terenach ekologicznie skażonych, co przyczynia się do oczyszczania gleby między innymi z metali ciężkich. GRABOWSKA i in. [1998] wykazali, że len posiada znaczne właściwości fitoerekcji metali ciężkich. Ich badania wykazały możliwość uprawy lnu włóknistego na terenach skażonych co sprzyja rekultywacji gleb. Surowiec z terenów skażonych można wykorzystać do produkcji mas celulozowych długowłóknistych do wyrobu papieru specjalnego. Dla podobnych celów można wykorzystać mozgę trzcinowatą, miskant i ślazowiec pensylwański. Łodygi ślazowca (*Sida hermophordia hermaphrodita* L.) mogą być przeznaczone na cele energetyczne ale przede wszystkim zostać wykorzystane w przemyśle celulozowo-papierniczym [BORKOWSKA, STYK 1998].

Bioplastiki

Ogólne zużycie plastików wytwarzanych w przemyśle petrochemicznym krajów UE wynosi 125 mln ton (tab. 5) przewyższając roczne zużycie stali, co przyczynia się do silnego zanieczyszczenia środowiska naturalnego i wzrostu zawartości CO_2 w atmosferze. Prace nad wytwarzaniem bioplastików rozpoczęto w latach osiemdziesiątych. Obecnie wszystkie kraje UE produkują około 1 mln ton bioplastików, a produkcja wykazuje tendencję zwyżkową. Jedną z barier produkcyjnych jest ich wyższy koszt produkcji w porównaniu z kosztami wytwarzania plastików tradycyjnych. Cena biopolimerów kształtuje się się na poziomie 2,5–5,0 ECU za kg.

Tabela 5; Table 5

Struktura zużycia plastików w krajach Unii Europejskiej [FOCHEM 1998]
The structure of plastics utilization in the EU countries [FOCHEM 1998]

Produkty; Products	Wykorzystanie; Utilization (%)
Papier pakunkowy; Packaging paper	33
Telekomunikacja; Telecommunication	7
Transport; Transportation	7
Meble; Furniture	6
Rolnictwo; Agriculture	3
Konstrukcje-budownictwo; Construction-architecture	20
Inne; Others	24

Ogólna produkcja palstiku – 125 mln ton w tym 1,0 mln bioplastiku; Total plastic production – 125 Mio tons including 1.0 mln of bioplastic

Głównymi elementami wyjściowymi do produkcji bioplastików są: skrobia (ziemniaki, pszenica, kukurydza), cukier (buraki cukrowe, topinambur, cykoria),

celuloza (słoma zbóż) i rośliny białkowe (soja, łubin). Surowcem o największym znaczeniu jest skrobia. W Niemczech rośliny dla pozyskania skrobi uprawia się na areale 135 000 ha (w tym ziemniak stanowi 62%, pszenica 19%, kukurydza 19%) co pozwala uzyskać 600 000 ton skrobi stanowiącej prawie połowę całej skrobi wykorzystywanej w branżach pozaspożywczych [SCHÜTTE 1997]. Na uwagę zasługuje roczny wskaźnik wzrostu skrobi na rynku rzędu 4%, przy czym na rynku skrobi pozaspożywczej rośnie on nieco szybciej i wynosi 4,4%. W chwili obecnej przemysł wytwarza już ponad 600 produktów z udziałem skrobi [SCHITTELHELM 1991]. Porównanie wydajności wybranych gatunków roślin wykorzystywanych dla pozyskania skrobi przedstawia tabela 6. Nie bez znaczenia jest rola skrobi w ochronie środowiska naturalnego. Dla przykładu same Niemcy w ramch UE produkują rocznie 7–10 mln ton odpadów plastikowych, które w mniejszym lub większym stopniu nie ulegają rozkładowi przez bakterie. Okazuje się, że można wprowadzić do polietylenu (plastiku) ziarna skrobi. Ziarna te są rozrzucone w polietylenie bez wchodzenia z nim w trwałą reakcję. Z tak utworzonym konglomeratem plastikowo-skrobiowym bakterie doskonale dają sobie radę rozkładając go w stosunkowo krótkim czasie. Szybkość biodegradacji zależy od ilościowego stosunku skrobi do polimeru. Im więcej skrobi tym lepiej lecz jej udział nie powinien przekraczać 60%.

Tabela 6; Table 6

Porównanie średniej zawartości i plonu skrobi pozyskiwanej z uprawy roślin różnych gatunków [MEUSER, ALTHOFF 1990]

Comparison of starch yield and content from different plant species [MEUSER, ALTHOFF 1990]

Gatunek; Species	Średnia zawartość skrobi Average starch content (%)	Średni plon skrobi Average starch yield ($q \cdot ha^{-1}$)
Ziemniaki; Potatoe	18	72
Kukurydza; Maize	70	49
Pszenica; Wheat	65	39
Jęczmień; Barley	60	33
Groch; Pea	40	14

Dla produkcji bioplastików wykorzystuje się również oleje zawierające kwas erukowy (rzepak erukowy, katran abisyński, pierzyca polna). W nasionach rzepaku zawartość kwasu erukowego waha się od 45–60% i występuje głównie w trójglicerydach w pozycji sn-1 i sn-3. Dzięki zabiegom selekcyjnym czy mutagenezie można teoretycznie zwiększyć zawartość kwasu erukowego do około 66% [MURPHY i in. 1994]. TAYLOR i in. [1992] badając formy *Brassica oleracea* zbadali obecność kwasu erukowego w pozycji sn-2. Zawartość kwasu erukowego u tych form wynosiła powyżej 60%, natomiast u *Brassica napus* (rzepak), tj. w pozycji (sn-2) jego zawartość wynosiła tylko 30%. Informacja ta daje teoretyczną szansę, że za pomocą krzyżowania oddalonego i kultur *in vitro* będzie można przenieść geny warunkujące syntezę kwasu erukowego w pozycji sn-2 *Brassica oleracea* do *Brassica napus* i w ten sposób zwiększyć zawartość kwasu erukowego do 90%.

Bioskładniki

W przemyśle farmaceutycznym wykorzystuje się różne komponenty będące naturalnymi wyciągami z różnych części roślin. Jak wiadomo wiele roślin zielarskich i ich ekstrakty były od początku naszej cywilizacji wykorzystywane w tzw. medycynie ludowej. Działanie lecznicze tych specyfików wytwarzanych z roślin polega na wybitnie selektywnym działaniu na czynnik lub proces chorobotwórczy nie wywołując ubocznych skutków. W uprawie znajduje się kilkadziesiąt roślin takich jak: żeń-szeń, wiesiołek czy ogórecznik lekarski.

Zastosowanie rożnorodnych chemicznych środków ochrony roślin stwarza szereg problemów natury ekologicznej i toksykologicznej. Wynika stąd potrzeba poszukiwania nowych i efektywniejszych pestycydów w celu ograniczenia negatywnego wpływu chemicznych środków ochrony roślin. Znaczne możliwości w tym względzie wykazują substancje roślinne o chrakterze pestycydów lub substancje wpływające na zachowanie owadów (repelenty, antyfidanty). Świat roślin stanowi bogate źródło różnych związków organicznych. Większość z nich stanowią związki o działaniu allelopatycznym, bakteriobójczym lub owadobójczym [WYROSTKIEWICZ, WAWRZYNIAK 1997]. Dotąd u roślin określono około 1000 wtórnych metabolitów roślinnych, a naukowcy szacują, że ich ilość może wynosić 4000.

Znane obecnie związki naturalne i syntetyczne pochodzenia roślinnego powodują hamowanie żerowania jednego lub całej grupy szkodników. W grupie antyfidantów uzyskiwanych z roślin szereg aktywnych związków notuje się w grupie glikozydów, kumaryn, alkaloidów, saponin, poliacetylantów i triterpenów. Wg WYROSTKIEWICZ i WAWRZYNIAK [1997] w praktyce do zwalczania owadów wykorzystuje się perytryny i cyneryny otrzymywane z *Chrysanthemum cinerariaefolium* (złocień dalmatyński), retenon z korzeni *Derris eliptica* (derys trujący), nikotynę i anabazynę z liści tytoniu.

Na szczególną uwagę zasługują rośliny z rodzaju *Polygonum*: *P. bistoria* L. (rdest wężownik), *P. convolvulus* L. (rdest powojowy), *P. hydropiper* L. (rdest ostrogorzki), *P. aviculare* L. (rdest ptasi), *P. persicaria* L. (rdest plamisty) i *P. sachalinense* F. Schmidt (rdestowiec sachaliński). Pośród badanych form najwyższą aktywność przeciw patogenom uzyskano dla ektraktów izolowanych z *Polygonum bistoria* L. [SAS-PIOTROWSKA, PIOTROWSKI 1997].

Niektóre wyciągi z roślin (np. wyciąg z *Uriginea maritima* – cebuli morskiej) zawierają również składniki, które działają hamująco na rozwój larw różnych szkodników (biopestycydy).

Wnioski

1. Surowce odnawialne w znacznym stopniu ograniczają wzrost stężenia CO_2 w atmosferze, a ponadto przyczyniają się do ochrony szybko eksploatowanych zasobów kopalin takich jak: ropa naftowa, węgiel i gaz ziemny.
2. Dane literaturowe wskazują, że w krajach Unii Europejskiej systematycznie rośnie potencjał rozwojowy biologicznego oleju napędowego, a wiodącą rośliną uprawną stosowaną dla pozyskiwania biodiesla jest rzepak.
3. W krajach UE wśród różnych odnawialnych źródeł energii biomasa zalicza się do tych, z najwyższym teoretycznym potencjałem wykorzystania.

4. Pośród roślin uprawianych dla pozyskiwania biowłókien dominującą pozycję w strukturze zasiewów UE stanowi len włóknisty i konopie. Istotne znaczenie dla dalszego rozwoju produkcji biowłókien ma zmiana dotychczasowego sposobu produkcji, biodegradowalność produktów oraz możliwość uprawy na terenach skażonych.
5. Atrakcyjność bioplastików w krajach UE warunkuje stopień ich biodegradowalności. Udział skrobi pozyskiwanej z ziemniaków, pszenicy i kukurydzy w konglomeracie plastikowo-skrobiowym przyczynia się do wzrostu tempa biodegradacji różnego rodzaju produktów.
6. Bioprodukty w formie różnorodnych ekstraktów roślinnych o działaniu grzybobójczym, bakteriobójczym czy owadobójczym mogą stanowić jedną z alternatywnych możliwości ograniczenia stosowania tradycyjnych chemicznych środków ochrony roślin.
7. Uprawa roślin alternatywnych może przyczynić się do odciążenia rynku produktów żywnościowych, stwarza dla rolnictwa nowe alternatywy produkcyjne i zapewnia dodatkowe źródło dochodów.

Literatura

ASHRI A. 1989. *Major gene and domestication of plants.* In: Plant Domestic by Induced Mutation. IAEA, Vienna: 3-9.

BORKOWSKA H., STYK B. 1998. *Ślazowiec pensylwański (Sida hermaphrodita Rusby) - alternatywne źródło białka oraz włókna i energii z upraw rekultywacyjnych.* Hod. Roślin i Nasien. 2: 27–29.

BRAMM A. 1993. *Produktionmöglichkeiten pflanzlicher Öle und ihre Verwnedung im technischen Bereich.* Landbauforschung Volkenrode 43: 112–120.

CHWEĆKO L. 1979. *Czynniki kształtujące rynek słomy i siana w makroregionie środkowo-wschodnim.* AR Lublin, Praca Doktorska 12.

DAWIDOWSKI J.B., NOWOWIEJSKI R. 1997. *Proekologiczna gospodarka rolna – ekologiczne i ekonomiczne aspekty pozyskiwania energii z niekonwencjonalnych źródeł na przykładzie słomy.* Surowce Odnawialne, AR Szczecin: 103–114.

EIGEN K. 1994. *Glänzende Chancen für pflanzliche Öle.* Raps 1: 4–6.

EL BASSAM N., DAMBROTH M., JACKS I. 1992. *Die nutzung von Miscanthus sinensis 'Giganteus' (Chinaschilf) als Energie und Industriegrundstoff.* Landbauforschung 42: 199–205.

FOCHEM H. 1998. *Oil and fats for chemicals in the EU.* The First ERMA Conference; Agriculture: Source of Raw Materials for Industry, 27th March 1998 – European Parliament – Brussels: 61–71.

GRABOWSKA L., BARANIECKI P., KOZŁOWSKI R. 1998. *Wyniki trzyletnich badań nad możliwością zagospodarowania gleb skażonych przez przemysł miedziowy.* Hod. Roślin i Nasien. 2: 35–40.

HAGEN M. 1996. *Neue Entwicklungen bei Pflanzenölen.* Raps 14: 40–42.

HALL D., GROT P.J. 1987. *Biomass regenerable energie.* Chichester: 3–24.

JEŻOWSKI S. 1994. *Miscanthus sinensis 'Giganteus' – trawa o przeznaczeniu przemysłowym i energetycznym.* Genet. Pol. 35: 371–375.

JEŻOWSKI S., DEUTER M. 1998. *Szanse i problemy hodowli traw z rodzaju Miscanthus jako roślin alternatywnych.* Hod. Rośl. i Nasien. 2: 45–48.

JÖRDENS R. 1997. *Surowce odnawilne – szansą dla rolnictwa.* Surowce Odnawialne, AR Szczecin: 33–44.

KOZAKIEWICZ J., NIEŚCIÓR E. 1984. *Słoma i sposoby jej użytkowania w gospodarstwach rolniczych.* IUNG Puławy Ser. R. 196: 1–23.

MALICKI M., NABZDYK W. 1997. *Surowce odnawialne – szansą polskiego rolnictwa.* Surowce Odnawialne, AR Szczecin: 19–32.

MEUSER F., ALTHOFF F. 1990. *Vergleichende Betrachtung über die Gewinnung von Stärke aus Mais, Weizen und Kartoffeln.* Stärke in Nichtnahrungsbereich, Heft 380: 41–55

MURPHY J., TAYLOR J., RICHARD R. 1994. *Manipulation of seed oil content to produce industrial crops.* Industrial Crops and Products 3: 17–27.

PAWELEC T. 1997. *Rośliny włókniste – źródło surowców odtwarzalnych.* Surowce Odnawialne, AR Szczecin: 125–130.

PAWLAK J. 1997. *Aspekty ekonomiczno organizacyjne pozyskiwania rzepaku jako surowca do produkcji biopaliwa i pochodnych.* Konf. Nauk. pt. „Produkcja roślinna jako źródło surowców dla przemysłu chemicznego i przetwórczego". IBMiER, Warszawa 15–16 kwietnia 1997. Zbiór referatów: 1–12

RASMUSSEN B. 1990. *Ein Blick über die Grenzen: Regenerative Energien in Dänemark.* Energie/Abfall, Umweltmesse 90, Innova: 86–124.

ROCCHIETTA B. 1998. *Biodiesel: a real policy for agriculture and the environment.* The First ERMA Conference; Agriculture: Source of Raw Materials for Industry, 27th March 1998 - European Parliament-Brussels: 17–22.

ROSZKOWSKI A. 1997. *Kierunki przemian w produkcji roślinnej, technologie i techniki.* Konf. Nauk. pt. „Produkcja roślinna jako źródło surowców dla przemysłu chemicznego i przetwórczego". IBMiER, Warszawa 15–16 kwietnia 1997. Zbiór referatów: 1–10.

SAS-PIOTROWSKA B., PIOTROWSKI W. 1997. *Polygonum plants (Polygonaceae) as potential source of fungicidial compounds.* Konf. Nauk. „Produkcja roślinna jako źródło surowców dla przemysłu chemicznego i przetwórczego". IBMiER, Warszawa 15–16 kwietnia 1997. Zbiór referatów: 1–4.

SCHITTELHELM S. 1991. *Untersuchungen zur Eignung langtagadaptierter Genotype von Solanum tuberosum ssp. andigena für Stärkekartoffelnzüchtung.* Dissertation Universität Giessen 21.

SCHÜTTE A. 1997. *Analiza stanu rozpowszechnienia i opłacalności upraw oraz zastosowanie surowców odtwarzalnych.* Surowce Odnawialne, AR Szczecin: 195–196.

SCHÜTTE A. 1998. *Market perspectives for biodegradable materials.* The First ERMA Conference; Agriculture: Source of Raw Materials for Industry, 27th March 1998 -European Parliament-Brussels: 41–46.

TAYLOR D.C., MC KENZIE A.R. 1992. *Seeds Oil for Future.* AOCS Press, Champaign, III: 77–102.

WIŚLICKI B., KRZYŻANOWSKI R., ZDROWSKA B., PĄGOWSKI Z. 1997. *Właściwości estrów metylowych kwasu tłuszczowego oleju rzepakowego jako paliwa do silników diesla.* Konf. Nauk. pt. „Produkcja roślinna jako źródło surowców dla przemysłu chemicznego i przetwórczego". IBMiER, Warszawa 15–16 kwietnia 1997. Zbiór referatów: 1–11.

WOLFENSBERGER U. 1994. *Hat Biodiesel in Schweiz eine Chance?.* Raps 1/94: 12–14.

WYROSTKIEWICZ K., WAWRZYNIAK M. 1997. *Wykorzystanie produktów zielarskich w ochronie roślin.* Konf. Nauk. pt. „Produkcja roślinna jako źródło surowców dla przemysłu chemicznego i przetwórczego". IBMiER, Warszawa 15–16 kwietnia 1997. Zbiór referatów: 1–12.

VERSTEIJLEN H. 1998. *Material available from agriculture for non-food application.* The First ERMA Conference; Agriculture Source of Raw Material for Industry, 27 March 1998, European Parliament-Brussels: 13–16.

ZAJEZIERSKA A. 1997. *Biodegradowalne smary plastyczne.* Konf. Nauk. pt. „Produkcja roślinna jako źródło surowców dla przemysłu chemicznego i przetwórczego". IBMiER, Warszawa 15–16 kwietnia 1997. Zbiór referatów: 1–13.

Słowa kluczowe: bioenergia, biopaliwa, surowce odnawialne, rośliny alternatywne, tereny odłogowane, Unia Europejska

Streszczenie

Wprowadzenie roślin alternatywnych, na tereny czasowo wyłączone z uprawy, nie przyczyniających się do nadprodukcji żywności a będących atrakcyjnym źródłem surowców dla potrzeb przemysłu, jest jednym z rozsądnych rozwiązań problemów współczesnego rolnictwa.

W pracy, na przykładzie krajów Unii Eurpejskiej, przedstawiono rolę i możliwości wykorzystania roślin alternatywnych dla potrzeb przemysłu. Prezentowane dane dotyczą zastosowania meteriału roślinnego do produkcji biopaliw, bioenergii, biowłókna, bioplastików i bioskładników. Wskazują one na wzrastającą rolę roślin alternatywnych, jako źródła surowców odnawialnych oraz na korzyści proekologiczne wynikające z ich wykorzystania w krajach Unii Europejskiej.

ROLE AND POSSIBILITIES OF USING ALTERNATIVE PLANTS ON AN EXAMPLE OF THE EU COUNTRIES

Jan Olejniczak, Wojciech Rybiński
Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences, Poznań

Key words: alternative plants, bioenergy, biofuels, European Community, fallows, renewable raw materials

Summary

The fallow lands charge the national budget not only with subvention but also being the reason of increased unemployment in agriculture. A solution

would be to introduce the growing of alternative plants which can be a very attractive source of raw material for industrial purposes, not involving surplus food production.

On the example of European Community countries the role and possibilities of using alternative plants for industry was shown. Presented data concern the using of plant materials for production of biofuel, bioenergy, biofibre, bioplastics and other bioproducts. The results indicate an increasing role of alternative plants as a source of renewable raw materials and proecological advantage of their use in the EC countries.

Dr hab. Jan **Olejniczak**
Instytut Genetyki Roślin
Polska Akademia Nauk
ul. Strzeszyńska 34
60–479 POZNAŃ