

## ZIEMNIAK – ALTERNATYWNYM SUROWCEM DO PRODUKCJI BIOETANOLU

*Wojciech Nowacki*

Zakład Agronomii Ziemiaka,  
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

### Wstęp

Popularność uprawy ziemniaków w Polsce wynika z tradycji, uwarunkowań przyrodniczych, jakości gleb, struktury agrarnej gospodarstw oraz możliwości ich wielokierunkowego wykorzystania. W 2003 roku areał uprawy ziemniaków w naszym kraju wyniósł 766 tys. ha, co stanowi około 7% ogółu zasiewów [PRACA ZBIOROWA 2003]. Czynnikiem ograniczającym i redukującym z roku na rok powierzchnię uprawy ziemniaków jest głównie bariera niskiego popytu rynkowego na tle dużej podaży. Aby ziemniaki w dalszym ciągu mogły stanowić istotną pozycję w strukturze zasiewów, konieczna jest poprawa racjonalności ich zagospodarowania. Jednym ze sposobów może być wykorzystanie ziemniaków jako surowca do produkcji biopaliw [KITA 1998; NOWACKI 2002]. Idea wykorzystania surowców roślinnych w produkcji biopaliw zrodziła się w świecie dość dawno. Z rolniczych roślin skrobiowych lub węglowodanowych na drodze fermentacji uzyskuje się alkohol, który po odwodnieniu nazywany jest bioetanolem.

Bioetanol może być dodawany bezpośrednio do benzyn lub po uprzednim przetworzeniu go do eteru etyl-tert-butyłowego (pol. EETB, ang. ETBE). W świecie głównymi rolniczymi roślinami będącymi surowcem do produkcji bioetanolu są: trzcina cukrowa, rośliny zbożowe, ziemniaki i buraki cukrowe [STELMA-CHOWSKI, MARCINISZYN 2002]. Dodatek bioetanolu do paliw pochodzenia mineralnego podyktowany jest następującymi argumentami [KOSSOWICZ 1995; KULCZYCKI 2002]:

- zmniejszenie tempa zużycia nieodtwarzalnych źródeł paliw pochodzenia mineralnego w skali całego globu ziemskiego;
- redukcja zawartości tlenu węgla w spaliniach poprawiająca ochronę środowiska przyrodniczego jako aspekt ekologiczny;
- polepszenie spalania węglowodorów aromatycznych zawartych w paliwie konwencjonalnym jako groźnych dla zdrowia człowieka substancji rakotwórczych;
- redukcja tzw. „efektu cieplarnianego” poprzez wprowadzenie do obiegu masy roślinnej, która w okresie wegetacji wchłania dwutlenek węgla w procesach fotosyntezy;
- poprawa rentowności gospodarowania w rolnictwie poprzez przemysłowe wykorzystanie surowców rolniczych.

W latach 70-tych i 80-tych ziemniaki były podstawowym surowcem w kraju w produkcji spirytusu. Aktualnie ich udział wynosi od kilku do kilkudziesięciu procent. Coraz częściej spirytus produkuje się z nasion zbóż (żyto, kukurydza) lub z melasy jako produktu ubocznego przemysłu cukrowniczego. Wdrożenie na szeroką skalę produkcji biopaliw mogłoby dać większą szansę rozwoju rolnictwa, w tym także dla branży ziemniaczanej [STELMACHOWSKI, MARCINISZYN 2001].

Ziemniaki skrobiowe stanowią bowiem bardzo cenny surowiec dla produkcji spirytusu z uwagi na wysoką zawartość skrobi w bulwach, a więc możliwy do uzyskania wysoki plon skrobi z jednostki powierzchni. Wyższe koszty uprawy ziemniaków skrobiowych w stosunku do innych roślin węglowodanowych (zboża, buraki) są rekompensowane przez wysoką wydajność spirytusu z ha, szczególnie na glebach lekkich [NOWACKI 2003]. Również duże ilości odpadów w skali kraju ziemniaków jadalnych, sadzeniaków lub innego towaru niespełniającego kryteriów rynkowych może i powinno być wykorzystane do produkcji spirytusu (bioetanolu). Taka była i powinna pozostać funkcja gorzelni rolniczych, w których przerabia się surowiec roślinny na spirytus.

Celem pracy jest określenie wartości ziemniaków jako alternatywnego surowca do produkcji bioetanolu w porównaniu do innych surowców rolniczych, tj. zbóż i buraków cukrowych. W pracy poddano więc analizie następujące parametry: rzeczywiste i potencjalne poziomy plonowania, wydajności jednostkowe przy produkcji spirytusu surowego, poziomy cen rynkowych surowców i koszty produkcji.

## Materiał i metody

Możliwość wykorzystania ziemniaków jako surowca do produkcji bioetanolu analizowano w oparciu o dane badawcze dostępne w literaturze, dane statystyczne GUS oraz przeprowadzając stosowne obliczenia własne.

W oparciu o dane statystyczne GUS i IERiGŻ [GUS 1999–2003; PRACA ZBIOROWA 2003] przedstawiono:

- skalę produkcji spirytusu w Polsce, w tym pochodzącego z ziemniaków,
- strukturę uprawy wybranych gatunków roślin wg wskaźnika jakości użytków rolnych,
- bilanse zagospodarowania zbiorów wybranych roślin,
- średnie plony ziemniaków w kraju z lat 1999–2003,
- ceny skupu wybranych plonów roślin rolniczych w Polsce.

Wydajność spirytusu (100%) w  $\text{dm}^3\text{t}^{-1}$  z wybranych gatunków roślin określono w oparciu o dane gorzelni HZ Zamarte, sp. z o.o.

Plony wybranych roślin rolniczych uzyskiwanych w latach 1998–2000 w COBORU podano wg Listy Opisowej Odmian 2002. Wartości maksymalne i minimalne plonowania wybranych roślin rolniczych podano za PRACĄ ZBIOROWĄ [1975]. Procent wskaźnika wykorzystania potencjału plonowania (tab. 4) określa udział średniego plonu w kraju w plonie wg COBORU dla danego gatunku. Jednostkowe koszty pozyskania surowca dla produkcji spirytusu określono na podstawie badań własnych, przyjmując koszty uprawy 1 ha ziemniaków przy różnej intensywności technologii. Charakterystykę odmian skrobiowych ziemniaka podano za COBORU [LISTA OPISOWA ODMIAN 2002]. Efektywność energetyczną produkcji (tab. 6) surowców wykorzystanych w produkcji spirytusu obliczono na podstawie stosunku energii włożonej do uzyskanej w  $\text{GJ}\text{t}^{-1}$  dla poszczególnych gatunków.

## Wyniki i dyskusja

### Wielokierunkowe zabezpieczenie surowcowe dla krajowej produkcji bioetanolu

Ustawa „O biokomponentach stosowanych w paliwach ciekłych i biopaliwach” z dnia 2 października 2003 roku, która obowiązywała od 1 stycznia do kwietnia 2004 roku (zakwestionowana ostatnio przez Trybunał Konstytucyjny), wskazywała następujące surowce rolnicze do produkcji bioetanolu: ziarna zbóż, kukurydzę, ziemniaki i buraki cukrowe oraz odpady przemysłu spożywczego lub gastronomii zawierające węglowodany (dotyczy to głównie melasy). Dotychczasowa struktura produkcji spirytusu surowego w Polsce była bardzo ściśle związana z sektorem rolnym, ponieważ większość gorzelni rolniczych była organicznie związana z dużymi gospodarstwami rolnymi. Podstawową funkcją takich gorzelni było przetwarzanie surowców rolniczych niespełniających norm jakościowych obowiązujących w obrocie rynkowym lub przetwarzanie nadmiaru surowca w przypadku większego urodzaju ziemniaków czy zbóż oraz spadku ich cen rynkowych niepokrywających kosztów produkcji. Przy produkcji spirytusu, traktowanej jako działalność uboczną, gorzelnie wytwarzały duże ilości wywaru używanego jako cenna pasza czy nawóz. W ten sposób gospodarstwa równoważyły poziom produkcji roślinnej z poziomem produkcji zwierzęcej oraz utrzymywały na wysokim poziomie żyzność gleb, szczególnie lekkich [JAROSZ 2003].

Udział poszczególnych surowców rolniczych w wykorzystaniu ich do produkcji spirytusu zależy głównie od ich bilansu zagospodarowania zbiorów i układu cen w danym roku. W latach 70-tych i 80-tych ubiegłego stulecia ziemniaki stanowiły około 70% ogółu surowców, z których produkowano spirytus surowy. Obecnie udział ziemniaka w produkcji spirytusu surowego drastycznie się obniżył. Przedstawia to tab. 1.

Tabela 1; Table 1

Udział ziemniaków w produkcji spirytusu surowego w Polsce w latach 1995–2002  
Potato share in raw bioethanol production in Poland in 1995–2002

Lata Years	Produkcja spirytusu – w mln dm <sup>3</sup> Bioethanol production in mln dm <sup>3</sup>			% udział spirytusu ziemniaczanego Share (%) of potato bioethanol	Ilość przerobionych ziemniaków – tys. ton Processed potatoes – th. t
	ogółem total	w tym bioetanolu bioethanol	z ziemniaków from potatoes		
1995	245	63,0	7,6	3,1	74
1996	288	100,9	54,1	18,8	665
1997	253	110,6	29,9	11,8	306
1998	213	99,8	23,9	11,2	273
1999	167	88,5	10,1	6,0	113
2000	173	51,5	13,9	8,0	168
2001	181	69,4	11,0	6,1	131
2002	210	82,8	7,5	3,6	87

Źródło: analizy rynkowe [PRACA ZBIOROWA 2003]; Source: market analyses [PRACA ZBIOROWA 2003]

Z danych wynika, że udział ziemniaka w przerobie na spirytus surowy nie przekroczył w ostatnich latach 20%, co pozwoliło zagospodarować corocznie od 70 do ponad 600 tys. ton ziemniaków najgorszej jakości oraz tych partii, które nie mogły być sprzedane jako ziemniaki jadalne lub sadzeniaki.

Przy wyborze surowca do produkcji spirytusu należy uwzględnić także wymagania glebowe poszczególnych roślin będących wyjściowym surowcem oraz ko-

niezność stosowania właściwych płodozmianów na danych typach gleb. Ziemniak jest rośliną wysoko tolerancyjną w stosunku do jakości gleb i jest uprawiany na prawie wszystkich typach gleb w Polsce w przeciwieństwie do innych roślin energetycznych, które są uprawiane albo na glebach słabszych (żyto) lub glebach lepszych (buraki, pszenica, kukurydza). Potwierdzają to dane GUS [2002] – tab. 2.

Tabela 2; Table 2

Struktura uprawy (%) wybranych gatunków roślin rolniczych w zależności od wskaźnika jakości użytków rolnych [GUS 2002]

Cultivation structure (%) of some agriculture crops depending on agricultural lands quality coefficient [GUS 2002]

Gatunek Growing plant	Wskaźnik jakości użytków rolnych Quality coefficient of agricultural lands			
	< 0,4	0,4-0,7	0,7-1,0	> 1,0
Ziemniaki; Potatoes	22,0	26,9	24,5	26,6
Buraki; Sugar beet	1,3	6,5	20,9	71,3
Żyto; Rye	32,4	33,2	22,9	11,5
Pszenica ozima; Winter wheat	3,8	12,5	25,8	57,9
Kukurydza, ziarno; Corn	3,9	14,8	29,0	52,3

Ziemniaki oraz żyto są naturalnymi gatunkami, które stanowią i mogą dalej stanowić zaplecze surowcowe dla przemysłu gorzelniczego na glebach lekkich, a tych w Polsce jest najwięcej, bo ponad 60% ogółu wszystkich użytków rolnych.

Tabela 3; Table 3

Bilans zagospodarowania zbiorów wybranych gatunków roślin rolniczych w 1999/2000 w mln ton [GUS 1999–2003]

Balance of crop utilisation of some agriculture plants in 1999/2000 in mln tonnes [GUS 1999–2003]

Wyszczególnienie Specification	Kukurydza Corn	Żyto Rye	Buraki Sugar beet	Pszenica Winter wheat	Pszenżyto Winter triticale	Ziemniaki Potatoes
Zbiory; Crops	0,6	5,2	12,6	9,0	2,1	19,9
Eksport; Export	0	0	0	0,1	0	0,1
Import; Import	0,3	0,3	0	0,3	0	0,1
Zużycie krajowe Domestic utilisation	0,9	5,4	12,6	9,7	2,1	19,9
– spasanie; feeding	0,9	3,1	0	4,1	1,8	9,2
– siew; sowing	0	0,4	0	0,7	0,2	2,8
– ubytki i straty; losses and wastes	0	0,3	0	0,5	0,1	2,4
– spożycie; consumption	0	1,2	0	4,3	0	4,6
– dla przemysłu; processing	0	0,4	12,6	0,1	0	0,9

Bardzo ważnym argumentem przy wyborze roślin do produkcji spirytusu w przyszłości jest bilans zagospodarowania zbiorów danego gatunku. Zboża aktualnie stanowią już około 70% w strukturze zasiewów i jest to już udział przekraczający zasady dobrego gospodarowania w rolnictwie, a ponadto Polska jest krajem

nieposiadającym corocznych nadwyżek zboża w swym bilansie. Udział ziemniaków i buraków w strukturze zasiewów jest już niski, bo nieprzekraczający 7% i 3%, a graniczną wartością udziału w zmianowaniach dla tych roślin jest 20% [PRACA ZBIOROWA 1991, 2002].

Bilanse zagospodarowania poszczególnych gatunków roślin stanowiących potencjalne źródło surowca do produkcji spirytusu – tab. 3 wskazują, że ziemniaki z uwagi na trudności z zagospodarowaniem ich zbiorów są predystynowane aktualnie do wykorzystania w gorzelnictwie obok melasy pochodzącej z przemysłu cukrowniczego oraz żyta, którego moglibyśmy uprawiać w kraju znacznie więcej niż obecnie, z uwagi na przewagę gleb lekkich a także kukurydzy, której z każdym rokiem produkujemy coraz więcej.

### Porównanie efektywności technologicznej i ekonomicznej produkcji surowców rolniczych używanych przy wytwarzaniu bioetanolu

O tym, która roślina rolnicza najbardziej nadaje się do uprawy jako surowiec dla produkcji etanolu decyduje wysokość osiąganych i potencjalnych plonów, zawartość substancji węglowodanowych w jednostce masy, decydująca o wydajności spirytusu, cena rynkowa oraz koszty jej produkcji. Parametry te są bardzo istotne dla rolnika i dla gorzelni przetwarzającej surowiec na spirytus.

#### A – Plony rzeczywiste i potencjalne a wydajność etanolu z jednostki powierzchni

W tab. 4 przedstawiono rzeczywiste plony uzyskiwane w powszechnej praktyce rolniczej, plony uzyskane w badaniach oraz ekstrema plonowania poszczególnych gatunków w Polsce [PRACA ZBIOROWA 1975].

Tabela 4; Table 4

Plonowanie ( $t \cdot ha^{-1}$ ) wybranych gatunków roślin rolniczych używanych w produkcji spirytusu

Yielding ( $t \cdot ha^{-1}$ ) of some agricultural crops used in bioethanol production

Gatunek Growing plant	Ekstrema plonowania w kraju Extreme yielding in Poland		Średni plon z lat 1999–2003 wg GUS Average yield for 1999–2003 (GUS)	Plon wg doświadczeń COBORU (śr. 1998–2000) Yield – acc. to COBORU (average 1998–2000)	% wskaźnik wykorzystania potencjału plonowania % coefficient of potential yielding utilisation
	min.	maks. max.			
Ziemniak jadalny Table potato	15,0	70,0	17,7	45,5	38,9
Ziemniak skrobiowy Starch potato	20,0	60,0	21,2	46,3	45,8
Burak cukrowy Sugar beet	20,0	80,0	38,3	70,7	54,2
Żyto; Rye	1,8	7,0	2,3	6,0	38,3
Pszenica ozima Winter wheat	1,8	9,0	3,6	7,2	50,0
Kukurydza; Corn	3,0	12,0	5,9	10,2	57,8

Przedstawione wyniki świadczą o niskim wskaźniku wykorzystania potencjału plonowania wszystkich gatunków, ale najniższy wskaźnik dotyczy żyta i ziemniaków. Jest to związane przede wszystkim z faktem uprawy ich na najłagodniejszych glebach oraz z bardzo luźnym powiązaniem uprawy tych roślin z zapotrzebowaniem rynkowym w przeciwieństwie do pozostałych gatunków.

Tabela 5; Table 5

Wydajność ( $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) 100% spirytusu surowego wybranych gatunków roślin rolniczych  
Productivity ( $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) of 100% raw bioethanol of some agricultural crops

Gatunek Growing plant	Przeciętna wydajność 100% spirytusu ( $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ )* Average productivity of 100% bioethanol ( $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ )*	Wydajność 100% spirytusu surowego przy poziomie plonowania ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ); Productivity of 100% raw bioethanol at yielding level ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )			
		wg GUS acc. to GUS	wg COBORU acc. to COBORU	min.	maks. max.
Ziemniak jadalny Table potato	85	1505	3868	1275	5950
Ziemniak skrobiowy Starch potato	124	2629	5741	2480	7440
Burak cukrowy Sugar beet	98	3753	6929	1960	7840
Żyto; Rye	330	759	1980	594	2310
Pszenica ozima Winter wheat	360	1296	2592	648	3240
Kukurydza; Corn	360	2124	3672	780	4320

\* – wg gorzelnii HZ Zamarte, sp. z o.o.; data HZ Zamarte, Co. Ltd.

W tab. 5 zilustrowano wydajność 100% spirytusu z 1 ha upraw wybranych gatunków roślin rolniczych, uwzględniając przeciętną wydajność spirytusu z jednostki masy. Najwyższą wydajność spirytusu z 1 ha uzyskują wśród analizowanych gatunków ziemniaki skrobiowe i buraki cukrowe we wszystkich wariantach plonowania (GUS, COBORU, ekstrema). Przy planowaniu zaplecza surowcowego dla gorzelnii w produkcji biokomponentów paliwowych należy tę analizę wziąć pod uwagę.

## B – Efektywność ekonomiczna produkcji surowca na cele paliwowe

Miarą efektywności ekonomicznej produkcji surowca do przetwarzania na etanol jest cena pozyskania 1 litra w oparciu o cenę rynkową surowca, koszty produkcji jednostki masy surowca oraz relacja nakładów energetycznych do pozyskanej energii. Wskaźniki efektywności zilustrowano w tab. 6.

Prezentowane dane wskazują, że na tle innych gatunków rolniczych, ziemniak skrobiowy jest z punktu widzenia ekonomicznego i energetycznego dość cennym surowcem, którego można wykorzystywać do produkcji bioetanolu. Ziemniaki odmian jadalnych mogą być wykorzystywane przez gorzelnie ale tylko jako surowiec odpadowy, którego zagospodarowanie jest koniecznością i stanowi część składową całego procesu produkcji ziemniaka jadalnego.

Obniżenie kosztów jednostkowych pozyskania surowca dla produkcji bioetanolu z ziemniaków można osiągnąć poprzez intensyfikację produkcji ziemniaków wysokoskrobiowych, która zwiększając plony powoduje jednocześnie zmniejszenie się kosztów jednostkowych pozyskania plonu. Ilustruje to tab. 7.

Tabela 6; Table 6

Efektywność produkcji surowca dla przetwarzania na spirytus  
wybranych gatunków roślin rolniczych  
Efficiency of raw material production for bioethanol processing  
of some agricultural crops

Gatunek Growing plant	Średnia cena skupu surowca z lat 1999–2002 (PLN·t <sup>-1</sup> ) Average price of buying ma- terial (1999–2002 – PLN·t <sup>-1</sup> )	W tym: w przeliczeniu na koszt 1 dm <sup>3</sup> 100% spirytu- su (PLN·dm <sup>-3</sup> ) In this: in recount on 1 dm <sup>3</sup> of 100% bioethanol cost – PLN	Średni koszt produkcji 1 t surowca w 2002 r. (PLN·t <sup>-1</sup> )* Average cost of 1 t ma- terial produc- tion	W tym: w przeliczeniu na koszt 1 dm <sup>3</sup> 100% spirytu- su (PLN·dm <sup>-3</sup> ) In this: in recount on 1 dm <sup>3</sup> of 100% bioetha- nol cost PLN	Efektywność energetyczna Ee (stosunek energii uzyska- nej do włożo- nej)**; Energy efficiency**
Ziemniak jadalny Table potato	332	3,91	137	1,61	1,00
Ziemniak skrobiowy Starch potato	183	1,48	123	0,99	1,75
Burak cukrowy Sugar beet	106	1,08	81	0,83	2,06
Żyto; Ryc Winter wheat	340	1,03	351	1,06	0,95
Pszenna ozima Winter wheat	470	1,31	340	0,94	1,49
Kukurydza; Corn	409	1,12	320	0,89	1,82

\* – koszty bezpośrednie wg IERiGŻ; direct cost

\*\* – przyjęto następujące nakłady energetyczne dla uprawy 1 ha: ziemniaków – 45,0 GJ; buraka cukrowego – 54,4 GJ; pszenicy – 26,2 GJ; żyta – 23,9 GJ; kukurydzy – 35,0 GJ; wartość energetyczna etanolu – 30,0 GJ·t<sup>-1</sup>; following energetic expenditures were used for growing of 1 ha: potatoes – 45,0 GJ; sugar beet – 54,4 GJ; winter wheat – 26,2 GJ; rye – 23,9 GJ; corn – 35,0 GJ; energetic value of etanol – 30,0 GJ·t<sup>-1</sup>

Źródło; Source: [SKUP I CENY PRODUKTÓW ROLNYCH 1999, 2000, 2001, 2002]

Tabela 7; Table 7

Koszty jednostkowe pozyskania surowca dla produkcji spirytusu surowego  
w uprawie ziemniaków

Unit costs of material production for raw bioethanol production in potato growing

Poziom zawartości skrobi w bulwach (%) Starch content level in tubers (%)	Jednostkowe koszty całkowite produkcji surowca (PLN) potrzebne dla wyprodukowania 1 dm <sup>3</sup> spirytusu surowego przy poziomie plonów ziemniaka; Total unit costs of material production (PLN) needed for 1 dm <sup>3</sup> of raw bioethanol production at the the potato yield level:			
	15 t·ha <sup>-1</sup>	25 t·ha <sup>-1</sup>	35 t·ha <sup>-1</sup>	45 t·ha <sup>-1</sup>
13	2,65	2,04	1,85	1,66
15	2,30	1,77	1,60	1,44
17	2,03	1,56	1,41	1,27
19	1,83	1,40	1,27	1,14
21	1,64	1,26	1,14	1,03
Przyjęte całkowite koszty uprawy 1 ha ziemniaków (PLN·ha <sup>-1</sup> ); Total growing costs of 1 ha po- tatoes (PLN·ha <sup>-1</sup> )	3200	4100	5200	6000

Źródło: obliczenia własne; Source: own data

Z danych wynika, że przy produkcji ziemniaków odmian skrobiowych, koszt pozyskania surowca dla produkcji spirytusu wynosi aktualnie około 1 PLN i jest to koszt konkurencyjny w stosunku do większości innych gatunków roślin rolniczych.

Tabela 8; Table 8

Charakterystyka polskich odmian ziemniaka skrobiowego  
pod względem wykorzystania ich w uprawie na cele gorzelnicze

Characteristic of Polish starch potato varieties grown for bioethanol utilisation

Grupa wczesności Group of earliness	Nazwa odmiany Variety	Plon t·ha <sup>-1</sup> wg COBORU Yield t·ha <sup>-1</sup> acc. to COBORU	% zawartości skrobi % of starch content	Plon skrobi (t·ha <sup>-1</sup> ) Starch yield (t·ha <sup>-1</sup> )	Wydajność etanolu (dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ) Etanol productivity (dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> )
Wczesne Early	Cedron	32,8	18,1	5,94	3671
	Dorota	42,7	17,4	7,43	4592
	Gabi	43,7	18,2	7,95	4915
Średnio wczesne Mid-early	Albatros	37,2	21,3	7,92	4897
	Alicja	49,8	18,2	9,06	5601
	Głada	33,3	17,8	5,93	3663
	Harpun	28,7	17,2	4,94	3051
	Ikar	32,3	18,6	6,00	3713
	Kuba	46,3	19,6	9,07	5608
	Łucja	46,2	17,2	7,95	4913
	Pasat	53,2	18,9	10,05	6214
Rumpel	47,2	19,4	9,16	5659	
Średnio późne Mid-late	Fregata	32,0	18,4	5,89	3639
	Grot	31,6	17,9	5,66	3496
	Klepa	36,6	19,0	6,95	4298
	Lawina	39,2	17,5	6,86	4239
	Omulew	38,9	16,7	6,40	3953
	Pasja	44,6	20,8	9,28	5733
Vistula	37,8	15,9	6,01	3714	
Późne Late	Bzura	37,7	18,4	6,94	4287
	Dunajec	33,9	19,2	6,51	4022
	Hinga	35,1	19,0	6,67	4121
	Jantar	35,7	19,0	6,78	4192
	Jasia	51,8	18,6	9,63	5954
	Koga	36,1	18,5	6,68	4127
	Meduza	35,4	21,0	7,43	4594
	Neptun	50,8	20,2	10,26	6342
	Nimfy	35,5	22,0	7,81	4827
	Rudawa	46,9	22,3	10,46	6463
	Skawa	43,9	22,4	9,83	6077
	Sonda	59,1	19,2	11,35	7013
	Umiak	51,2	20,3	10,39	6423

Źródło: COBORU i obliczenia własne; Source: COBORU and own data

Bardzo ważnym elementem w określaniu efektywności wykorzystania ziemniaków dla produkcji biopaliw jest odpowiedni dobór odmian skrobiowych. Najcenniejsze są odmiany wysokoplonujące, a jednocześnie odznaczające się wysoką zawartością skrobi w bulwach. Do Rejestru Odmian COBORU wpisano dużą grupę odmian skrobiowych o zróżnicowanej wczesności polecanych do przerobu



na skrobię lub spirytus. W tab. 8 przedstawiono charakterystykę odmian skrobiowych możliwych do wykorzystania w gorzelnictwie [LISTA OPISOWA ODMIAN 2002].

### Przyszłość produkcji ziemniaków jako jednego z surowców na cele biopaliwowe

Nie ulega wątpliwości, że w najbliższej przyszłości rynek biopaliw w świecie (a także i w Polsce) będzie się rozszerzał. Wg GUS w 2002 roku zużycie krajowe wszystkich benzyn wyniosło około 5700 mln litrów, w tym około 82 mln dm<sup>3</sup> bioetanolu, co stanowiło około 1,45% ogółu sprzedanych benzyn. Według Dyrektywy UE 2003/30 WE z dnia 8 maja 2003 roku w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych określono krajom członkowskim UE w latach 2005–2010 minimalne udziały biokomponentów. Ilustruje to tab. 9.

Tabela 9; Table 9

Minimalne ilości biokomponentów (%) w paliwach wg Dyrektywy UE 2003/30 WE w latach 2005–2010

Minimum quantity of biocomponents (%) in fuels according to EU Directive 2003/30 WE in 2005–2010

Rok Year	Zawartość energetyczna biokomponentu (%) Energetic content of biocomponent (%)	Udział objętościowy biokomponentów (%) Capacity share of biocomponents (%)	
		bioetanol bioethanol	EETB ETBE
2005	2,00	3,20	6,82
2006	2,75	4,41	9,37
2007	3,50	5,61	11,93
2008	4,25	6,81	14,49
2009	5,00	8,01	17,04
2010	5,75	9,21	19,60

Dyrektywa UE zakłada, że państwa członkowskie UE powinny wprowadzić jej postanowienia do ustaw krajowych, lecz nie na zasadzie obligatoryjności. Są kraje, które bardzo interesują się biopaliwami (Francja, Hiszpania, Niemcy) lub interesują się w małym stopniu (np. Holandia). Polska posiadała już Ustawę o biokomponentach stosowanych w paliwach ciekłych i biopaliwach, która weszła w życie z dniem 1 stycznia 2004 roku, ale została z początkiem kwietnia br. zakwestionowana przez Trybunał Konstytucyjny. Stwarza to pewną szansę na lepsze wykorzystanie surowców rolniczych na cele produkcji biopaliw, co mogłoby spowodować zwiększenie rentowności w rolnictwie, możliwości funkcjonowania większej liczby gorzelnii rolniczych i zakładów odwadniających spirytus [INOROWICZ 2003]. Konieczne jest więc opracowanie nowej, poprawnej ustawy.

Rzeczywistość aktualna jest jednak inna. Z 900 gorzelnii pracujących na początku lat 90-tych pozostało w 2000 roku tylko 350 zakładów, a w 2003 roku przerabiała surowce rolnicze tylko 150 gorzelnii. Ograniczenie zapotrzebowania na spirytus ze strony odbiorców rynkowych spowodowało w wielu gorzelniach złą sytuację ekonomiczną, większość gorzelnii zostało zamkniętych lub zawiesiło swą działalność [MARCINISZYN 2001; INOROWICZ 2003].

Scenariusz likwidacji małych gorzelní rolniczych proponowany przez niektóre gremia i powstawanie w ich miejsce dużych przemysłowych zakładów gorzelnicznych nie jest zdaniem autora korzystny. Podobną do Polski strukturę produkcji spirytusu posiadają Niemcy, gdzie funkcjonuje około 1400 gorzelní, a ceny oferowane przy zakupie spirytusu są ponad 2-krotnie wyższe niż w naszym kraju. Można przyjąć, że obecna cena zbytu spirytusu surowego w kraju nie przekracza 2 PLN·dm<sup>-3</sup>, z czego 60% ceny stanowią koszty pozyskania surowca, a 40% koszty przerobu i jest ceną bardzo niską. Pomimo, że rynek spirytusu nie podlega wspólnej polityce rolnej UE, to obrót nim nie jest wolnorynkowy i zależy od wewnętrznej polityki rolnej danego kraju.

W skali światowej produkcja etanolu z przeznaczeniem na paliwa systematycznie wzrasta. W 1985 roku wyprodukowano 20 mln m<sup>3</sup> bioetanolu, 1990 – 25 mln m<sup>3</sup>, a prognoza na 2005 rok wynosi 40 mln m<sup>3</sup> bioetanolu. Coraz większe zużycie biopaliw wynika z ekologicznych i rolniczych względów oraz z tzw. bezpieczeństwa energetycznego krajów [INOROWICZ 2003].

W Polsce konieczne jest utrwalenie polityki obniżającej podatek akcyzowy od ekopaliw, aby wyrównać szanse biokomponentów z konwencjonalnymi paliwami pochodzenia mineralnego. Stosowanie ulg w podatku akcyzowym jest realizowane już od 1999 roku, ale stosowany poziom ulg nie daje szans na szybkie wprowadzenie biokomponentów do paliw.

Szansę ziemniaków jako surowca do produkcji etanolu będą w przyszłości zależeć od relacji cen w stosunku do innych surowców, a szczególnie melasy. Odpady powstające przy produkcji ziemniaków jadalnych oraz partie ziemniaków porażonych chorobami kwarantannowymi powinny być priorytetowo kierowane do gorzelní. Organizacja ziemniaczanego zaplecza surowcowego dla gorzelní w oparciu o odmiany wysokoskrobiowe i niskonakładową technologię (wykorzystanie wysokiej odporności odmian skrobiowych na szereg chorób pochodzenia wirusowego i grzybowego) wydaje się w pełni uzasadniona.

## Wnioski

1. Stosowanie biokomponentów przy produkcji paliw płynnych jest działaniem strategicznie perspektywicznym i dotyczy całego świata, w tym także Polski.
2. Przy wyborze surowca do produkcji spirytusu rolniczego należy uwzględnić kompleks uwarunkowań:
  - a) wymagania glebowe i klimatyczne poszczególnych gatunków,
  - b) utrzymanie stosowania właściwych płodozmianów w gospodarstwach,
  - c) bilans zagospodarowania zbiorów poszczególnych gatunków roślin,
  - d) wysokość osiągniętych i potencjalnych plonów oraz zawartość w nich substancji węglowodanowych,
  - e) cenę rynkową,
  - f) koszty produkcji (efektywność ekonomiczną i energetyczną).
3. Na tle innych gatunków roślin rolniczych ziemniak skrobiowy z punktu widzenia przyrodniczego, ekonomicznego i energetycznego jest cennym surowcem w produkcji bioetanolu.
4. Odpady powstające przy produkcji ziemniaka jadalnego, przetwórczego i sadzeniaków mogą stanowić racjonalny surowiec dla gorzelnictwa ze szcze-

gólnym uwzględnieniem utylizacji partii dotkniętych organizmami kwarantannowymi.

5. Silne upolitycznienie problemu biopaliw w Polsce nie służy dobrze polskiemu rolnictwu, środowisku przyrodniczemu i rozwojowi cywilizacyjnemu kraju.

### Literatura

GUS 1999–2003. *Roczniki statystyczne*.

GUS 2002. *Użytkowanie gruntów i ich jakość*: 85 ss.

INOROWICZ J. 2003. *Ile biokomponentów można wprowadzić do obrotu w 2004 r.* *Gorzelnik Polski* nr 6: 43.

JAROSZ L. 2003. *Aktualny stan i perspektywy gorzelni rolniczych w Polsce*. Cz. 2. *Rynki Alkoholowe* 2: 4.

KITA T. 1998. *Paliwo ze spirytusem*. *Gospodarz* 11: 39.

KOSSOWICZ L. 1995. *Wykorzystanie alkoholu etylowego z ziemniaków jako paliwa silnikowego*. *Biuletyn Instytutu Ziemniaka* 45: 111–116.

KULCZYCKI A. 2002. *Zastosowanie biokomponentów w paliwach ciekłych*. Materiały z konferencji „Wiedzieć więcej o biopaliwach”, Przysiek, 19 XII 2002: 10 ss.

LISTA OPISOWA ODMIAN 2002. Wydawnictwo COBORU, Słupia Wielka: 230 ss.

MARCINISZYN J. 2001. *Polskie gorzelnie: Czy nadejdą lepsze czasy ...*. *Rynki Alkoholowe* 4: 3.

NOWACKI W. 2002. *Wykorzystanie ziemniaków do produkcji bioetanolu*. Materiały z konferencji „Wiedzieć więcej o biopaliwach”, Przysiek, 19 XII 2002: 5 ss.

NOWACKI W. 2003. *Odmiany skrobiowe jako surowiec do produkcji bioetanolu*. Materiały z konferencji „Znaczenie odmiany w agrotechnice i przechowalnictwie ziemniaka”, Jadwisin, 26–27 III 2003: 75 ss.

PRACA ZBIOROWA 1975. *Ważniejsze właściwości roślin wiążące się z pracą maszyn rolniczych*. PWN, Warszawa: 148 ss.

PRACA ZBIOROWA 1991. *Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach*. Materiały V seminarium płodozmianowego. Cz. IV, ART Olsztyn, 25–26 IX 1991: 170 ss.

PRACA ZBIOROWA 2002. *Wdrażanie nowych proekologicznych technologii w zakresie produkcji roślin uprawnych*. Puławy: 450 ss.

PRACA ZBIOROWA 2003. *Rynek Ziemniaka – stan i perspektywy 2003*. *Analizy rynkowe* 23: 24 ss.

SKUP I CENY PRODUKTÓW ROLNYCH 1999, 2000, 2001, 2002. GUS.

STELMACHOWSKI S., MARCINISZYN J. 2000. *Bioetanol jako komponent benzyn silnikowych*. <http://www.minrol.gov.pl>: 2 ss.

STELMACHOWSKI S., MARCINISZYN J. 2001. *Potencjalne i realne możliwości przerobu ziemniaka na spirytus i bioetanol w Polsce*. Materiały Ogólnopolskiego Forum Producentów, Dystrybutorów i Przetwórców Ziemniaka. Jadwisin-Brwinów, 7–8 III 2001: 82–85.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, biopaliwa, paliwa

### Streszczenie

W pracy przeanalizowano możliwości wykorzystania ziemniaka jako surowca do produkcji spirytusu wykorzystywanego z kolei w produkcji biopaliw płynnych na tle innych wybranych roślin rolniczych (burak, żyto, pszenica, kukurydza).

Analizie poddano: wymagania glebowe, bilanse zagospodarowania zbiorów, wydajność spirytusu z jednostki masy, ceny za surowiec, koszty produkcji, nakłady energetyczne. Uzyskane dane wskazują, że ziemniaki odmian skrobiowych z uwagi na wysoką wydajność skrobi z 1 ha są efektywnym surowcem w gorzelnictwie nieustępującym innym gatunkom roślin rolniczych.

Produkcja biopaliw z uwagi na kierunki światowe powinna być jak najszybciej podjęta w kraju i obejmować wykorzystanie wszystkich gatunków roślin rolniczych.

### POTATO – ALTERNATIVE RAW PRODUCT IN BIOETHANOL PRODUCTION

*Wojciech Nowacki*

Department of Potato Agronomy,  
Plant Breeding and Acclimatization Institute, Branch Jadwisin

Key words: potato, bioethanol, fuels

### Summary

Potato usability as material for bioethanol production which in turn is used for biofuel production in comparison to some agricultural crops (sugar beet, rye, winter wheat, corn) is analysed in this paper.

Analysis included: soil requirements, balance of crop utilisation, bioethanol productivity per unit, price for raw material, production costs, energetic expenditures. The obtained data show that potato starch varieties are effective material for bioethanol production because of a high starch productivity per 1 ha. Biofuel production in view of the world directions should be taken up as soon as possible and should include the utilisation of all growing crops.

Dr Wojciech **Nowacki**

Zakład Agronomii Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin

Oddział w Jadwisinie

05-140 SEROCK

e-mail: w.nowacki@ihar.edu.pl