

*Henryk Burczyk
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich
w Poznaniu*

PRZYDATNOŚĆ ZBÓŻ NA POTRZEBY PRODUKCJI ENERGII ODNAWIALNEJ W ŚWIETLE WYNIKÓW DOŚWIADCZEŃ

Streszczenie

Celem pracy jest poznanie stopnia przydatności ziarna zbóż kłosowych na potrzeby energetyki w odniesieniu do lepiej plonujących roślin uprawnych. Doświadczenia prowadzono w latach 2007–2009 na glebach gorszej przydatności rolniczej, w obszarach o niskich opadach atmosferycznych (<550 mm). Podstawą oceny przydatności zbóż do produkcji energii odnawialnej są wydajności: energetyczna i bioetanolu z hektara. Z badań wynika, że wydajność energetyczna ziarna zbóż kłosowych jest 5-krotnie mniejsza od wydajności biomasy sorga i kukurydzy, a wydajność bioetanolu 3-krotnie mniejsza niż buraków cukrowych i ziemniaków. Dlatego zachodzi konieczność zrewidowania dotychczasowej strategii władz państwowych, dotyczącej wykorzystywania ziemiopłodów na cele energetyczne i preferowania uprawy bardziej wydajnych roślin na potrzeby energii odnawialnej.

Słowa kluczowe: wydajność energetyczna, bioetanol, zboża, okopowe, kukurydza, sorgo

Wstęp

Decyzja Rady Ministrów z dnia 10.11.2009 r., dotycząca polityki energetycznej Polski, zakłada osiągnięcie do 2020 r. 15% udziału OZE w energetyce finalnej oraz 10% udziału biopaliw transportowych. Jednocześnie założenia programu rozwoju biogazowni rolniczych do 2020 r. przewidują funkcjonowanie około 2 000 instalacji produkujących nie mniej niż 1,7 mld m³ biogazu rocznie.

W celu zrealizowania tych zadań planuje się wykorzystywanie biomasy rolniczej, leśnej i zagospodarowanie wszelkich substratów odpadowych, w tym także pozanormalnego ziarna zbóż. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23.02.2010 r. (Dz.U. nr 34 poz.182) rozszerza definicję biomasy i umożliwia wykorzystywanie na potrzeby energetyczne ziarna zbóż, niespełniającego wymagań jakościowych. Jednak w praktyce obrotu ziarnem – szczególnie gdy ceny zbóż są niskie – istnieje pokusa spalania dobrego

ziarna pod pozorem jego nieprzydatności na konsumpcję lub paszę. Poza tym istnieje już praktyka wykorzystywania ziarna zbóż do pozyskiwania spirytusu, przeznaczanego do produkcji wysokiej jakości wyrobów alkoholowych. W miarę wzrostu zapotrzebowania na bioetanol do produkcji biopaliw płynnych, zwiększy się zainteresowanie wykorzystywaniem na ten cel ziarna zbóż kłosowych. Tymczasem w praktyce rolniczej znane są bardziej wydajne surowce stosowane do pozyskiwania bioetanolu (buraki cukrowe, ziemniaki, kukurydza), które w najbliższej przyszłości należy preferować. Natomiast ziarno zbóż kłosowych trzeba rezerwować do produkcji żywności oraz pasz potrzebnych do odbudowy pogłowia zwierząt domowych.

Celem badań była ocena przydatności zbóż na potrzeby produkcji energii odnawialnej w świetle wyników doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 2007–2009 w Zakładzie Doświadczalnym Stary Sielec, powiat Rawicz.

Materiał i metody badań

Doświadczenia prowadzono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach (poletko 40 m²), na glebach gorszej jakości i przydatności rolniczej (kl. IV), w rejonie o małej ilości opadów atmosferycznych (<550 mm rocznie) i niskim poziomie wody gruntowej. Za podstawę oceny przydatności porównywanych roślin przyjęto wysokość plonów zielonej i suchej masy oraz wydajności – energetycznej i bioetanolu z jednostki powierzchni.

Porównywano wydajności energetyczne: Sucrosorgo 506, kukurydzy odmiany Opoka, konopi włóknistych Białobrzeskich, pszenicy ozimej Novalis i pszenżyta ozimego Madilo. Uprawę roli i ochronę roślin wykonywano zgodnie z zasadami dobrej praktyki rolniczej. Nawożenie mineralne stosowano bezpośrednio przed wysiewem nasion w następujących ilościach w kg·ha⁻¹: 120 N, 70 P₂O₅ i 100 K₂O.

Wydajności energetyczne określano na podstawie oznaczania w kalorymetrze ciepła spalania w próbach biomasy pobieranych bezpośrednio po zbiorze roślin.

Porównywano wydajność bioetanolu zbóż uprawianych w wyżej wymienionych doświadczeniach, z wydajnością upraw buraków cukrowych w warunkach produkcyjnych na glebach średnich (kl. IV) oraz ziemniaków i żyta ozimego na glebach lekkich (kl. V i VI). Pod buraki cukrowe stosowano nawożenie mineralne, w kg na ha: 120 N, 70 P₂O₅ i 140 K₂O, natomiast pod ziemniaki i żyto ozime – 80 N, 60 P₂O₅ i 100 K₂O. Wysokość plonów określano na podstawie średniej z czterech poletek (40 m² każde), pobieranych w losowo w wyznaczonych miejscach na polach produkcyjnych każdego gatunku. Wydajność bioetanolu dla uproszczenia obliczano przyjmując na 1 litr: 3 kg ziarna zbóż, 10 kg korzeni buraków cukrowych lub 10 kg bulw ziemniaków.

Przydatność ziarna zbóż kłosowych w porównaniu z przydatnością pozostałych gatunków badanych roślin oceniano na podstawie poziomu wydajności energetycznej i bioetanolu z jednostki powierzchni pola.

Wyniki badań i dyskusja

Na podstawie badań stwierdzono bardzo wysokie plony *Sucrosorga 506*, niższe o 20% plony kukurydzy oraz gorsze o dalsze 20% konopi włóknistych (tab. 1). Istnieje możliwość zwiększenia plonów konopi włóknistych w praktyce rolniczej przez wdrożenie do uprawy nowej odmiany energetycznej Wielkopolskie, która plonuje o ok. 30% lepiej niż dotychczas uprawiane odmiany, jednak w warunkach naszego kraju wykorzystywanie biomasy z konopi włóknistych jest uzależniane od nowelizacji ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii, umożliwiającej ich użytkowanie również na potrzeby energii odnawialnej [Burczyk 2010].

Kukurydza i *Sucrosorga 506* należą do tzw. roślin ciepłolubnych, które w warunkach dostatecznej ilości wody w glebie podczas wegetacji, dają bardzo dobre plony. Zarówno wysokość plonów, jak też wydajność energetyczna, potwierdzają niekwestionowaną przydatność obu gatunków roślin do produkcji biomasy na potrzeby ciepłowni, elektrociepłowni i biogazowni rolniczych.

W doświadczeniach, oprócz wymienianych gatunków roślin uprawianych na zieloną masę, porównywano również kukurydzę, konopie włókniste, pszenicę ozimą i pszenżyto ozime użytkowane podwójnie (ziarno + słoma), z przeznaczeniem na spalanie w elektrociepłowniach lub fermentację w biogazowniach. Wielkości plonów ziarna i słomy oraz wydajności energetycznej wskazują na kukurydzę, która ponad 2-krotnie przewyższa produktywnością pozostałe gatunki roślin (tab. 1). Konopie uprawiane na nasiona umożliwiają wykorzystanie na potrzeby energetyki tylko słomy. Nasiona są przeznaczane na materiał siewny lub jako surowiec na olej spożywczy.

Zupełnie inna jest sytuacja z wykorzystywaniem zbóż na cele energetyczne. Wydajność energetyczna ziarna spalanego łącznie ze słomą stanowi tylko 39% wydajności energetycznej kukurydzy uprawianej na ziarno oraz 43% *Sucrosorga 506* i 51% kukurydzy zbieranych na zieloną masę. Spalanie samego ziarna (bez słomy) 2-krotnie zmniejsza wydajność energetyczną ziarna spalanego łącznie ze słomą, zatem wydajność ziarna bez słomy wykorzystywanego na cele energetyczne stanowi tylko 20% wydajności energetycznej biomasy kukurydzy lub *Sucrosorga 506* (tab. 1). Z tych powodów przeznaczanie zbóż kłosowych, a szczególnie samego ziarna, na potrzeby energii odnawialnej jest merytorycznie nieuzasadnione. Wyjątek stanowi ziarno niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż konsumpcyjnych lub paszowych oraz ziarno skażone.

Tabela 1. Wydajność energetyczna roślin uprawianych w ZD Stary Sielec w latach 2007–2009

Table 1. Energetic efficiency of crops cultivated at Sielec Experimental Station within the years 2007–2009

Rośliny energetyczne Energy crops	Plony Yields [t·ha ⁻¹]		Plony suchej masy Yields of dry matter [t·ha ⁻¹]		Wartość energetyczna [GJ·(t s.m.) ⁻¹] Energetic value [GJ·(t dm) ⁻¹]	Wydajność energetyczna Energetic efficiency	
	zielonej masy green matter	suchej masy dry matter	ziarna grain	słomy straw		[GJ·ha ⁻¹]	względna relative
Na biomasę For biomass							
Sucrosorgo 506	75,5	26,1	–	–	18,8	491	93
Sugar sorghum 506							
Kukurydza Maize	60,7	20,1	–	–	19,9	400	76
Konopie włókniste Hemp	53,3	16,3	–	–	19,3	316	60
Żyto z poplonu ozimego Rye from winter aftercrop	42,2	10,2	–	–	20,0	204	39
Na ziarno For grain							
Kukurydza Maize	–	–	9,37	15,6	21,5/20,9 ¹⁾	527	100
Konopie włókniste Hemp	–	–	0,75	11,3	19,0	215	41
Pszemica ozima Winter wheat	–	–	5,64	6,08	18,1/17,8 ¹⁾	211	40
Pszemczyto ozime Winter triticale	–	–	4,60	6,78	18,4/17,6 ¹⁾	203	38
Pszemica ozima – tylko ziarno Winter wheat – grain only	–	–	5,64	–	18,1	102	19
Pszemczyto ozime – tylko ziarno Winter triticale – grain only	–	–	4,60	–	18,4	85	16

¹⁾ Wartość słomy. ¹⁾ Value of straw.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Drugim powodem zainteresowania ziarnem zbóż kłosowych jest wzrastające zapotrzebowanie na surowce do produkcji biokomponentów biopaliw płynnych. Szczególnie w okresach dużej podaży ziarna zbóż o niskich cenach, pokusa wykorzystywania go do produkcji bioetanolu jest bardzo duża. Tymczasem z przeprowadzonych badań jednoznacznie wynika, że wydajność bioetanolu zbóż kłosowych jest kilkakrotnie mniejsza od wydajności buraków cukrowych i ziemniaków (tab. 2). Grzybek [2008] stwierdziła, że największą wydajność bioetanolu spośród wszystkich roślin uprawianych w Polsce można uzyskać z buraków cukrowych.

Tabela 2. Wydajność bioetanolu z wybranych roślin w zależności od rodzaju gleby w ZD Stary Sielec w latach 2007–2009

Table 2. Bioethanol output from selected crops depending on the class of soil at Stary Sielec Experimental Station within 2007–2009

Rodzaje gleby Kind of soil	Rośliny energetyczne Energy crops	Plony Yields [t·ha ⁻¹]		Wydajność bioetanolu Bioethanol output		
		korzeni, bulw roots, tubers	ziarna grain	kg surowca·l ⁻¹ kg raw material·l ⁻¹	[l·ha ⁻¹]	względna relative
Średnie (kl. IV) Medium (IV cl.)	buraki cukrowe sugar beets	56,2	–	10	5620	100
	kukurydza maize	–	9,37	3	3123	55
	pszenica ozima winter wheat	–	5,64	3	1880	33
	pszenżyto triticale	–	4,60	3	1533	27
Lekkie (kl. V i VI) Light (V-VI cl.)	ziemniaki potatoes	24,5	2,60	10	2450	43
	żyto ozime winter rye	–	–	3	866	15

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Dobierając gatunki, a nawet odmiany, do produkcji biomasy lub bioetanolu trzeba uwzględnić przede wszystkim jakość środowiska glebowego. Krasowicz w swoich licznych opracowaniach zwraca uwagę na bardzo duże zróżnicowanie jakości i przydatności rolniczej gleb w naszym kraju [Krasowicz i in. 2009]. Według wspomnianego autora 32% gleb należy do słabych i bardzo słabych, a tylko 28% jest zaliczanych do dobrych i bardzo dobrych.

Najczęściej poszukiwanym surowcem do pozyskiwania bioetanolu jest ziarno żyta, które w zasadzie powinno być produkowane tylko na glebach lekkich. Tradycja otrzymywania etanolu z żyta w Polsce ma bardzo długą historię, bowiem spirytus z żyta był i nadal jest wykorzystywany przez przemysł spirytusowy do produkcji wysokogatunkowych wyrobów alkoholowych. Natomiast bioetanol na potrzeby biopaliw powinien być produkowany z ziemniaków uprawianych na glebach lekkich, a nie z żyta (tab. 2). Potwierdzeniem tej zasady są wyniki badań Nowackiego [2008] oraz Sawickiej i Barbasia [2008], uzyskane w warunkach środkowo-wschodniej Polski. Trzeba nadmienić, że opłacalność produkcji etanolu z ziemniaków zależy głównie od wysokości plonów bulw oraz zawartości w nich skrobi. Ziemniaki są bardzo wrażliwe na dobór właściwej odmiany, gleby, nawożenia i ochrony roślin. Wszelkiego rodzaju „uproszczenia agrotechniczne” wpływają bardzo ujemnie na wysokość plonów.

Poważnym czynnikiem ograniczającym wzrost roślin uprawnych w naszym kraju jest niedobór wody podczas wegetacji oraz okresowe susze glebowe. Kalicki [2010] podaje wyniki badań uczonych holenderskich, zajmujących się oceną 12 najpopularniejszych na świecie surowców do produkcji biopaliw

pod kątem ich zapotrzebowania na wodę. Autorzy stwierdzili, że w produkcji bioetanolu najmniejsze jest zapotrzebowanie na wodę buraków cukrowych ($60 \text{ m}^3 \cdot \text{GJ}^{-1}$) i ziemniaków ($100 \text{ m}^3 \cdot \text{GJ}^{-1}$).

Z powyższych powodów produkcję bioetanolu w Polsce w najbliższej przyszłości trzeba organizować z wykorzystaniem buraków cukrowych, a nie ziarna zbóż. W ostatnich latach powierzchnię uprawy tej rośliny zmniejszono o ponad 200 tys. ha, w wyniku ograniczenia przez KE produkcji cukru. Trzeba powrócić do uprawy buraków cukrowych na powierzchni co najmniej 150 tys. ha z przeznaczeniem na bioetanol. Wówczas z nadwyżki będzie można pokryć zapotrzebowanie na bioetanol, wynikające z Narodowego Celu Wskaźnikowego, przyjmując plon buraków wysokoplennych odmian w wysokości $60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ o wydajności etanolu ok. $6000 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Powrót do wcześniej zajmowanej powierzchni pod uprawę buraka cukrowego (ponad 400 tys. ha) ma przede wszystkim rolnicze uzasadnienie, ponieważ korzyści z uprawy tej rośliny dla rolnika nie ograniczają się tylko do wartości sprzedawanych korzeni. Buraki cukrowe dostarczają pożytecznych produktów ubocznych w formie liści, wysłodków lub wywaru z gorzelnii, które są tanią paszą objętościową lub będą stanowić wartościowy substrat dla biogazowni rolniczych. Poza tym burak cukrowy w zmianowaniu roślin, uprawiany najczęściej na oborniku, poprawia jakość stanowiska dla co najmniej dwóch gatunków następujących po sobie roślin. Powrót do pierwotnej powierzchni uprawy buraka cukrowego w Polsce spełni oczekiwania wielu producentów rolnych, dla których udział tej rośliny w strukturze zasiewów był nobilitacją ich działalności gospodarczej.

W świetle przedstawionych wyników badań nad doбором gatunków preferowanych na potrzeby energetyki trzeba zrewidować dotychczasową strategię postępowania, w celu ochrony gruntów ornych przed nadmiernym powiększaniem powierzchni uprawy niskoplonujących roślin na potrzeby produkcji energii odnawialnej. W rejonach gorszej przydatności gleb rolniczych do produkcji biomasy trzeba preferować jednoroczne rośliny (sorgo, kukurydza), natomiast na glebach zasobnych i wilgotnych – wieloletnie rośliny energetyczne. Jednak w wyniku ograniczenia wsparcia finansowego na częściowe pokrywanie kosztów zakładania plantacji oraz uprawę roślin energetycznych będzie to trudne zadanie. Trzeba zatem precyzyjnie określać wymagania roślin wieloletnich uprawianych na biomasę, aby jej producenci uzyskiwali dodatni wynik ekonomiczny. W przeciwnym wypadku trzeba będzie szukać rozwiązania za pomocą roślin jednorocznych lub importu surowca.

W odniesieniu do produkcji biomasy na potrzeby biogazowni rolniczych, możliwości są znacznie większe, można bowiem, poza wyżej wymienionymi roślinami, wykorzystywać uprawę żyta w poplonie ozimym, kukurydzę, sorgo, buraki w plonie wtórnym oraz biomasę z poplonów ścierniskowych. Badania na ten temat realizowane w IWNiRZ są w końcowej fazie.

Z powyższych powodów należy w najbliższych latach preferować zwiększenie powierzchni uprawy kukurydzy do co najmniej 1,0 mln ha, w tym zwiększyć udział uprawy kukurydzy na zieloną masę (ok. 60%), a nieco zmniejszyć na produkcję ziarna. Powierzchnię uprawy kukurydzy trzeba zwiększać kosztem powierzchni upraw gorzej plonujących zbóż kłosowych – szczególnie jarych. Należy oczekiwać, że duża część zbiorów ziarna kukurydzy będzie przeznaczana również na konsumpcję oraz na paszę dla zwierząt domowych i drobiu.

Wnioski

1. Do produkcji biomasy na potrzeby stałej energetyki na glebach gorszej przydatności rolniczej na obszarach o niskich opadach atmosferycznych (<550 mm rocznie), trzeba rekomendować uprawę sorga i kukurydzy, które dają wysokie plony suchej masy (ok. 20 t·ha⁻¹) o dużej wydajności energetycznej (>400 GJ·ha⁻¹) i niskich kosztach produkcji (<10 zł·GJ⁻¹). Wydajności energetyczne ozimych zbóż kłosowych (pszenica, pszenżyto), uprawianych w tych samych warunkach glebowych z przeznaczeniem na spalanie lub fermentację ziarna razem ze słomą, stanowią tylko 46% wydajności biomasy sorga i kukurydzy. Wydajność energetyczna spalania samego ziarna wynosi zaledwie 20% wydajności wymienionych roślin z jednostki powierzchni pola.
2. Wydajności energetyczne zbóż ozimych (pszenica, pszenżyto) w porównaniu z wydajnością kukurydzy i konopi włóknistych uprawianych na podwójne użytkowanie (ziarno + słoma) na potrzeby energii odnawialnej kształtują się następująco:
 - a) największa jest wydajność kukurydzy uprawianej na ziarno, spalanej lub fermentowanej razem ze słomą (>500 GJ·ha⁻¹),
 - b) wydajność ziarna zbóż kłosowych, spalanego lub fermentowanego łącznie ze słomą (ok. 200 GJ·ha⁻¹), jest ponad 2-krotnie mniejsza od wydajności kukurydzy uprawianej na ziarno,
 - c) najmniejsza jest wydajność energetyczna samego ziarna zbóż, przeznaczanego do spalania lub fermentacji (ok. 90 GJ·ha⁻¹), która wynosi <20% wydajności kukurydzy,
 - d) w uprawie konopi włóknistych na nasiona, na potrzeby energetyki, jest wykorzystywana tylko słoma, której wydajność energetyczna wynosi ok. 200 GJ·ha⁻¹, nasiona stanowią materiał siewny lub surowiec do pozyskiwania oleju spożywczego.
3. Wydajność bioetanolu z jednostki powierzchni pola buraków cukrowych jest 3-krotnie większa, a ziarna kukurydzy 2-krotnie większa od wydajności etanolu z ziarna zbóż kłosowych. Podobnie na glebach lekkich – wydajność bioetanolu z ziemniaków jest 3-krotnie większa od wydajności etanolu z ziarna żyta ozimego, uprawianego w tych samych warunkach glebowych.

4. Przydatność ziarna zbóż kłosowych na potrzeby energii odnawialnej jest bardzo mała i wykorzystywanie ich w tym celu jest merytorycznie nieuzasadnione. Powodem jest wydajność energetyczna ziarna 5-krotnie mniejsza od wydajności plonów suchej masy sorga i kukurydzy oraz wydajność bioetanolu 3-krotnie mniejsza od wydajności buraków cukrowych i ziemniaków.
5. W kreowaniu przez władze państwowe i samorządowe strategii bardziej produktywnego wykorzystywania gruntów ornych na potrzeby energii odnawialnej trzeba preferować uprawę roślin wydajnych, a nie zbóż kłosowych, które stanowią główne źródło żywności i pasz treściwych.

Bibliografia

Burczyk H. 2010. Produkcja biomasy dla energii odnawialnej z jednorocznych roślin oraz ich potrzeby hodowlano-nasienne. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo*. Nr 4 s. 13–22.

Grzybek A. 2008. Zapotrzebowanie na biomasę i strategia energetycznego jej wykorzystania. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. Z. 11 s. 9–23.

Kalicki A. 2010. Rynek zbóż w Unii Europejskiej i jego wpływ na sytuację w Polsce. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*. Nr 1/2 s. 34–51.

Krasowicz S., Stuczyński T., Doroszewski A. 2009. Produkcja roślinna w Polsce na tle warunków przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych. *Studia i Raporty IUNG-PIB*. Nr 14 s. 27–57.

Nowacki W. 2008. Możliwości wykorzystania ziemniaka jako surowca do produkcji bioetanolu. *Materiały XII Konferencji Naukowej IUNG-PIB, 4–5 czerwca 2008 r.* s. 49–50.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23.02.2010 r. zmieniające Rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii. *Dz.U.* 2010 nr 34 poz. 182.

Sawicka B., Barbaś D. 2008. Możliwości produkcji bioetanolu z ziemniaka w warunkach środkowowschodniej Polski. *Materiały XII Konferencji Naukowej IUNG-PIB, 4–5 czerwca 2008 r.* s. 55–56.

**USABILITY OF THE CEREALS
FOR GENERATION OF RENEWABLE ENERGY
– ACCORDING TO THE RESEARCH RESULTS**

Summary

The study aimed at recognizing usability degree of the cereal grains for energetic demands, with reference to other, better yielding crops. Experiments were carried out in the years 2007–2009, on the soils of worse agricultural quality, in regions of low precipitation level (<550 mm). Evaluation of the cereals' usability to renewable energy generation was based on energetic efficiency and bioethanol output per 1 ha. The results of study showed that energetic efficiency of the ear cereal grains was five times lower than the efficiency of sorghum and maize biomass, whereas bioethanol output per 1 ha was 3 times less in comparison to sugar beets and potatoes. Thus, it is necessary to revise hitherto existing strategy of the state authorities concerning the use of field crops for energy purposes, and to prefer the cultivation of more effective crops for renewable energy generation.

Key words: energetic efficiency, bioethanol output, cereals, root crops, maize, sorghum

Praca wpłynęła do Redakcji: 08.03.2011 r.

*Recenzenci: prof. dr hab. Anna Grzybek
prof. dr hab. Stanisław Krasowicz*

Adres do korespondencji:

dr hab. Henryk Burczyk
Instytut Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich
Pracownia Roślin Energetycznych
ul. Wojska Polskiego 71 b, 60-630 Poznań
tel. 61 845-58-61; e-mail: henryk.burczyk@iwnirz.pl