

**WŁODZIMIERZ MAJTKOWSKI**<sup>1</sup>**JAROSŁAW PIŁAT**<sup>2</sup>**PIOTR MIROŚLAW SZULC**<sup>3</sup><sup>1</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych  
Ogród Botaniczny w Bydgoszczy<sup>2</sup> Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej  
w Bydgoszczy<sup>3</sup> Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Katedra Fizjologii Roślin w Bydgoszczy

## Perspektywy uprawy i wykorzystania w Polsce roznika przerośniętego (*Silphium perfoliatum* L.)

### Prospects of cultivation and utilization of *Silphium perfoliatum* L. in Poland

Określono skład chemiczny i przydatność do zakiszania wybranych form gatunku *Silphium perfoliatum* w różnych fazach wegetacji. Wartość współczynnika fermentacji zielonek w okresie wegetacji od fazy wegetatywnej do fazy początku wiązania nasion była niższa niż 35. Współczynnik fermentacji dla zielonki IV formy gatunku zebranej w fazie początku wiązania nasion wynosił 36.54, co gwarantowało prawidłowy przebieg i kierunek fermentacji w zakiszonym materiale. Wysoka zawartość kwasów fenolowych w fazie wegetatywnej ogranicza możliwości wykorzystania zielonki na cele paszowe. Rośliny gatunku *Silphium perfoliatum* mogą stanowić potencjalnie dobry surowiec dla innych alternatywnych kierunków: przemysłu farmaceutycznego i energetycznego.

**Słowa kluczowe:** *Silphium perfoliatum*, faza wegetacji, skład chemiczny, współczynnik fermentacji

Chemical composition and usefulness for ensiling of the chosen forms of species *Silphium perfoliatum* were determined in different stages of vegetation. Forage fermentation coefficient of the species forms: I, II and III during vegetation period from vegetative phase to seed setting phase was lower than 35. The fermentation coefficient for the IV form of species at the initial phase of seed setting amounted to 36.54, which ensured the correct fermentation. The high phenol acids content in the I, II and III species forms limits the possibility of using them for forage purposes. These forms may constitute a potentially good raw material for the pharmaceutical and energy industry.

**Key words:** *Silphium perfoliatum*, stage of vegetation, chemical composition, fermentation coefficient

### WSTĘP

Rożnik przerośnięty (*Silphium perfoliatum* L.) jest byliną pochodzącą z centralnych regionów Ameryki Północnej (Woźniak i Góral, 1998). Rośliny z rodzaju *Silphium* charakteryzują się wielokierunkowymi cechami użytkowymi. Niewielkie wymagania glebowe oraz łatwa aklimatyzacja wskazują, że *S. perfoliatum* może być wykorzystywana

jako roślina do rekultywacji terenów zdegradowanych, jako roślina paszowa, pszczelarska i energetyczna (Woźniak i Góral, 1998; Weryszko-Chmielewska i in., 1999; Kowalski, 2002; Majtkowski, 2005; Piłat i in., 2007). Rożnik przerośnięty zawiera szereg metabolitów wtórnych, m.in. olejki eteryczne, flawonoidy, saponiny triterpenowe i oleanozydy, garbniki, kwasy fenolowe (Wolski i in., 1999; El-Sayed i in., 2002; Kowalski, 2002; Kowalski i Wolski, 2003). Wtórne metabolity stanowiąc mogą cenny surowiec dla przemysłu farmaceutycznego. Kwasy fenolowe (p-kumarowy, ferulowy) działają toksycznie na mikroflorę zwłaszcza odpowiedzialną za rozkład węglowodanów strukturalnych (Zerbini i Thomas, 2003). Celem pracy było określenie przydatności do zakiszania różnych form *Silphium perfoliatum* w różnych fazach wegetacji, a także ocena możliwości wykorzystania biomasy zebranej po zakończeniu wegetacji do celów energetycznych.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w okresie od kwietnia do grudnia 2006 roku. Materiałem doświadczalnym była biomasa wieloletnich roślin gatunku *Silphium perfoliatum*, uprawianych w Ogrodzie Botanicznym IHAR w Bydgoszczy. Badane rośliny rozmnożono generatywnie z nasion otrzymanych z: Ogródu Botanicznego Akademii Medycznej w Lublinie (forma I i II), Ogródu Botanicznego Cluj-Napoca/Rumunia (forma III) oraz Zakładu Pszczelnictwa ISK w Puławach (forma IV).

Ocenę jednorodności genetycznej materiału użytego w doświadczeniu ustalono na podstawie przeprowadzonej analizy PCR metodą ISSR (starter: 5'-CACCACCACGC-3') wykonanej w Katedrze Fizjologii Roślin Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Materiałem badawczym były nasiona czterech form *Silphium perfoliatum*, które były badane w niniejszym doświadczeniu. Pobrane z roślin nasiona homogenizowano w ciekłym azocie, a następnie wyizolowano z nich DNA stosując zestaw Genomic Mini AX Plant. Rozdział elektroforetyczny produktów reakcji prowadzono przez 3 godziny na 1,5% żelu agarozowym. Przez pierwszą godzinę rozdział elektroforetyczny przebiegał na napięciu 80V, a następnie zwiększono napięcie do 100 V. W elektroforezie użyto dwóch markerów: GeneRuler™ Express DNA Ladder oraz Lambda DNA /Ps+I firmy Fermentas.

Agrotechniczną część badań przeprowadzono w Ogrodzie Botanicznym Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR w Bydgoszczy.

Dla oceny przydatności do zakiszania rośliny zbierano w trzech fazach rozwojowych:

- wegetatywna (VS) — 72 dzień wegetacji liczony od 1 kwietnia,
- początek kwitnienia (BF) — 98 (±10) dzień wegetacji,
- początku wiązania nasion (SS) — 162 dzień wegetacji.

W każdej fazie wegetacji próby zbierano w 3 powtórzeniach z powierzchni 1 m<sup>2</sup>, wycinając zielonkę sekatorem na wysokości 3 cm nad ziemią. Analityczną część badań przeprowadzono w Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. W podsuszonych roślinach określono zawartość podstawowych składników

(sucha masa — SM, substancja organiczna — SO, białko ogółem — BS, tłuszcz surowy — TŁ, włókno surowe — WŁ) według standardowych metod (AOAC, 1990). Frakcje neutralno (NDF) i kwaśno detergentową (ADF) włókna surowego i kwaśną ligninę (ADL) określono według metodyki Goeringa i Van Soesta (1970). Węglowodany rozpuszczalne w wodzie oznaczono zgodnie z Polską Normą (1994). Pojemność buforową roślin (BC) i wartość współczynnika fermentacji zielonek (FC) określono według Weissbacha (1992 i 1998). Poziom fenolokwasów w przeliczeniu na kwas kawowy oznaczono spektrofotometrem przy długości fali 490 nm (Metoda badawcza, 1998).

Ocenę przydatności sylvii dla celów energetycznych prowadzono po zakończeniu wegetacji roślin (grudzień 2006 r.). Analizę wartości opałowej i zawartości popiołu wykonano w laboratorium Elektrociepłowni SATURN MANAGENENT w Świeciu.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W fazie wegetatywnej rośliny *Silphium perfoliatum* niezależnie od źródła pochodzenia charakteryzowały się niską zawartością białka surowego, przeciętnie 84,9 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie (tab. 1).

Tabela 1

**Skład chemiczny roślin *Silphium perfoliatum* w fazach wegetacji w sezonie 2007 roku**  
**Chemical composition of *Silphium perfoliatum* in vegetation phases during the 2007 season**

Faza wegetacji Phase of vegetation	S.M. (%)	Zawartość w suchej masie (g·kg <sup>-1</sup> ) Content in dry matter (g·kg <sup>-1</sup> )								
		SO	BS	TŁ	WŁ	NDF	ADF	HEM	ADL	BNW
VS	14,87 <sup>A</sup> ±0,43	987,56 <sup>A</sup> ±8,30	84,90 <sup>A</sup> ±9,30	24,80 <sup>A</sup> ±0,21	230,80 <sup>A</sup> ±11,70	327,00 <sup>A</sup> ±24,30	273,40 <sup>A</sup> ±17,80	53,60 ±8,80	28,60 <sup>A</sup> ±2, ±2,40	535,10 <sup>A</sup> ±12,60
BF	17,13 <sup>B</sup> ±13,30	900,80 <sup>B</sup> ±5,40	63,70 <sup>B</sup> ±8,10	21,40 <sup>B</sup> ±2,60	280,40 <sup>AB</sup> ±21,10	407,50 <sup>B</sup> ±24,10	335,00 <sup>B</sup> ±19,00	72,50 ±10,70	41,20 <sup>B</sup> ±3,60	535,30 <sup>A</sup> ±22,30
SS	24,27 <sup>B</sup> ±10,60	897,60 <sup>B</sup> ±11,30	49,10 <sup>B</sup> ±6,20	25,00 <sup>AB</sup> ±3,90	297,00 <sup>B</sup> ±21,80	464,40 <sup>B</sup> ±41,60	363,00 <sup>B</sup> ±34,50	101,40 ±28,7	61,40 <sup>C</sup> ±8,80	526,50 <sup>B</sup> ±18,70

A, B, C — Grupy jednorodne na podstawie testu Duncana, na poziomie istotności p = 0,01

A, B, C — Homogenous groups according to Duncan test, significance level p = 0.01

S.M. — Sucha masa; Dry matter

SO — Substancja organiczna; Organic matter

BS — Białko surowe; Crude protein

TŁ — Tłuszcz surowy; Crude FAT

WŁ — Włókno surowe; Crude fibre

NDF — Neutralno detergentowa frakcja włókna surowego; Neutral detergent fraction

ADF — Kwaśno detergentowa frakcja włókna surowego; Acid detergent fraction

HEM — Hemiceluloza; Hemicellulose

ADL — Kwaśna lignina; Acid detergent lignin

BNW — Bezasotowe związki wyciągowe; N-free extract

VS — Faza wegetatywna; Vegetative phase

BF — Początek kwitnienia; Begining of flowering

SS — Początek wiązania nasion; Beginning of seed setting

W późniejszych stadiach rozwojowych roślin zawartość tego składnika w suchej masie obniżyła się do poziomu 63,7 g·kg<sup>-1</sup> (początek kwitnienia) i 49,1 g·kg<sup>-1</sup> w fazie wiązania nasion (tab. 1). Piłat i wsp. (2007) podają, że ilość tego składnika w fazie wegetatywnej

wahała się od 140,5 do 170,3 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie. W późniejszych fazach wegetacji ilość białka uległa obniżeniu. W początku kwitnienia od 59,1 g·kg<sup>-1</sup> do 68,9 g·kg<sup>-1</sup>, a w fazie wiązania nasion od 61,8 g·kg<sup>-1</sup> do 78,6 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy. Inne dane literaturowe podają, że ilość tego składnika w suchej masie *S. perfoliatum* w okresie początku wiązania kwiatostanów wynosiła 147 g·kg<sup>-1</sup>, a w fazach: wiązania kwiatostanów i początku kwitnienia odpowiednio 132 i 107 g·kg<sup>-1</sup> (Praca zbiorowa, 1993).

Poziom włókna surowego wraz ze wzrostem i rozwojem roślin ulegał podwyższeniu. W fazie wegetatywnej sucha masa zawierała przeciętnie 230,8 g·kg<sup>-1</sup> włókna surowego (tab. 1). Ilość tego składnika w fazie początku kwitnienia wynosiła 280,4 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie roślin. W okresie wiązania nasion odnotowano wzrost poziomu tego składnika do 297,0 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy. Ilość włókna surowego w roślinach *S. perfoliatum* w fazie wegetatywnej była wyższa niż wartości podawane przez Piłata i wsp. (2007). Autorzy podają wartość od 119,4 g·kg<sup>-1</sup> do 142,9 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy. Zawartość włókna surowego w fazie początku kwitnienia roślin oraz wiązania nasion była zbliżona do danych literaturowych. Poziom tego składnika w suchej masie roślin *S. perfoliatum* w fazie wiązania kwiatostanów wynosił 250 g·kg<sup>-1</sup>, a w fazie początku kwitnienia 280 g·kg<sup>-1</sup> (Praca zbiorowa, 1993). Piłat i wsp. (2007) podają wartości od 260,3 g·kg<sup>-1</sup> do 302,9 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy (początek kwitnienia) oraz od 284,9 g·kg<sup>-1</sup> do 302,4 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy w fazie początku wiązania nasion. Frakcja neutralno detergentowa w fazie wegetatywnej stanowiła 327,0 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie. W kolejnych fazach wegetacji odnotowano wzrost udziału tej frakcji w suchej masie roślin do 407,5 g·kg<sup>-1</sup> (w początku kwitnienia) do 466,4 g·kg<sup>-1</sup> w fazie wiązania nasion.

Ilość frakcji kwaśno detergentowej włókna w suchej masie wynosiła w fazie wegetatywnej 273,4 g·kg<sup>-1</sup> (tab. 1). Poziom tej frakcji w fazie początku kwitnienia roślin uległ podwyższeniu do 335,0 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy, a w fazie wiązania nasion do 363,0 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy (tab. 1). Literatura przedmiotu dla gatunku *Silphium perfoliatum* w fazie wiązania kwiatostanów i początku kwitnienia podaje wartości odpowiednio 309 g·kg<sup>-1</sup> i 341 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie (Praca zbiorowa, 1993). Piłat i wsp. (2007) odnotowali w poszczególnych fazach wegetacji niższy poziom węglowodanów strukturalnych. W fazie wegetatywnej od 245,6 do 282,9 g·kg<sup>-1</sup>, w fazie początku wiązania kwiatostanów od 346,8 g·kg<sup>-1</sup> do 410,5 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie frakcji neutralno detergentowej. W okresie wiązania nasion poziom tej frakcji stanowił od 295,5 g·kg<sup>-1</sup> do 389,4 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie. Poziom frakcji kwaśno detergentowej w fazie wegetatywnej wynosił od 186,2 g·kg<sup>-1</sup> do 200,0 g·kg<sup>-1</sup> suchej masy (Piłat i in., 2007). W kolejnych fazach wegetacji ilość frakcji kwaśno detergentowej zawierała się w granicach od 299,6 g·kg<sup>-1</sup> do 347,0 g·kg<sup>-1</sup>, a w okresie wiązania nasion od 261,5 g·kg<sup>-1</sup> do 331,2 g·kg<sup>-1</sup> w suchej masie roślin. Iloraz węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie do pojemności buforowej (WSC/BC) był uzależniony od fazy wegetacji. W fazie wegetatywnej wartość ta wynosiła 0,76 (tab. 2). W okresie początku kwitnienia roślin stwierdzono wzrost wartości tego parametru do 1,23. W roślinach w fazie wiązania nasion odnotowano wartość 1,16 (tab. 2). Wartość ilorazu węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie do pojemności buforowej w fazie wegetatywnej zbliżona była do wielkości tego parametru podawanego dla koniczyny (1,16) o zawartości 35,4% suchej masy. Piłat i wsp. (2007) podają, że wielkość tego parametru

dla roślin *S. perfoliatum* kształtowała się na poziomie od 1,18–1,42 w fazie wegetatywnej. W fazach początku wytwarzania kwiatostanów oraz początku wiązania nasion wielkość tego parametru przybrała wartości odpowiednio: 1,33–1,64 oraz 0,80–1,43. Wartość współczynnika fermentacji (VC) zielonek była uzależniona od fazy wegetacji. W fazie wegetatywnej odnotowano wartość 20,95. W późniejszych fazach wegetacji (początek kwitnienia roślin) stwierdzono wzrost wartości współczynnika fermentacji do 26,97, a w fazie wiązania nasion przez rośliny odnotowano wartość tego parametru na poziomie 33,55 (tab. 2). Współczynnik fermentacji zielonki roślin *S. perfoliatum* w 2006 roku był wyższy niż w badaniach własnych (Piłat i in., 2007). Wartości tego współczynnika były na poziomie od 20,57 do 20,99 w fazie wegetatywnej. W kolejnych fazach wegetacji roślin wartość tego parametru osiągała poziom od 32,39 do 34,54 (faza wiązania kwiatostanów) i 29,98 do 36,54 w fazie wiązania nasion. Wartość współczynnika fermentacji powyżej 35 gwarantuje prawidłowy przebieg i kierunek fermentacji w zakiszonym materiale oraz pozwala zakwalifikować zielonkę do roślin łatwo ulegających procesowi zakiszania (Weissbach, 1998).

Tabela 2

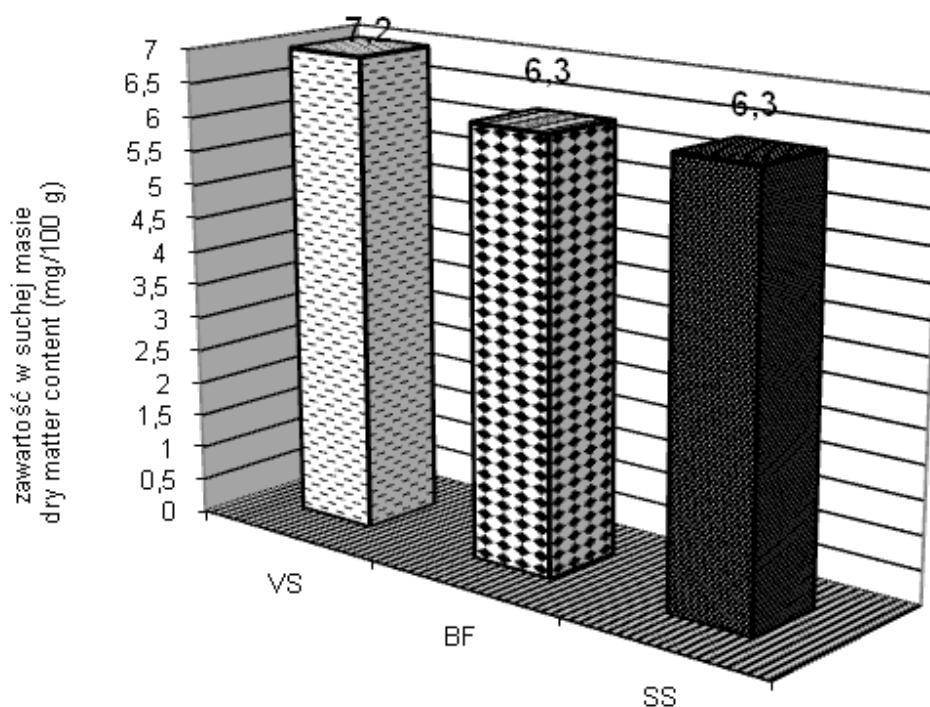
**Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie, pojemność buforowa i współczynnik fermentacji w wybranych formach *Silphium perfoliatum* w fazach wegetacji w sezonie 2007 roku**  
**Water soluble carbohydrate content, buffering capacity and fermentation coefficient of *Silphium perfoliatum* forms in vegetation phases during the 2007 season**

Faza wegetacji Phase of vegetation	WSC Węglowodany rozpuszczalne w wodzie Water soluble carbohydrate	BC Pojemność buforowa Buffering capacity	WSC / BC Węglowodany rozpuszczalne w wodzie Water soluble carbohydrate / Pojemność buforowa Buffering capacity	FC Współczynnik fermentacji ; Fermentation coefficient
VS Faza wegetatywna Vegetative phase	11,24 ±0,72	14,75A ±1,16	0,76B ±0,09	20,95A ±0,83
BF Początek kwitnienia beginning of flowering	13,35 ±1,76	10,87B ±1,25	1,23A ±0,22	26,97AB ±1,82
SS Początek wiązania nasion; Beginning of seed setting	15,54 ±1,09	13,34AB ±2,16	1,16B ±0,20	33,55B ±3,42

A, B — Grupy jednorodne na podstawie testu Duncana, na poziomie istotności  $p = 0,01$   
 A, B — Homogenous groups according to Duncan test, significance level  $p = 0.01$

Poziom kwasów fenolowych w roślinach *Silphium perfoliatum* był zróżnicowany w fazach wegetacji. W fazie wegetatywnej odnotowano ilość tego składnika na poziomie  $7,2 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  suchej masy (rys. 1). W kolejnych stadiach wegetacji (początek kwitnienia oraz wiązania nasion) stwierdzono obniżenie zawartości tego składnika do poziomu  $6,3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  suchej masy. Kowalski i Wolski (2003) w roślinach *S. perfoliatum* stwierdzili obecność wolnych kwasów fenolowych w ilości od  $5,686 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  suchej

masy (w liściach) do  $7,676 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  suchej masy w kwiatostanach. Piłat i in. (2007) odnotowali natomiast udział tego składnika na poziomie od 2,8 do  $4,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  w fazie wegetatywnej. W fazach początku wiązania kwiatostanów oraz wiązania nasion udział kwasów fenolowych wynosił odpowiednio od 4,8 do  $5,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  i 4,6 do  $5,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  suchej masy. Kwasy fenolowe mogą oddziaływać niekorzystnie na mikroflorę żwacza, rozkład składników pokarmowych w żwaczu oraz procesy fizjologiczne związane z glukoneogenezą i przemianami związków tłuszczowych w wątrobie (Scechovic, 1999; Nerušil i in., 1999). Garcia i in. (2007) donoszą o możliwości wykorzystania monomerów fenolowych (karwakrol) jako potencjalnego regulatora kierunku fermentacji w żwaczu. Karwakrol wpływał na obniżenie ilości kwasu octowego i podwyższenie poziomu wytwarzania kwasu masłowego w żwaczu. Niski poziom kwasów fenolowych w fazie wegetatywnej wskazuje na potencjalne wykorzystanie tego gatunku na cele paszowe.



VS — Faza wegetatywna ; Vegetation phase  
 BF — Początek kwitnienia; Beginning of flowering  
 SS — Początek wiązania nasion; Beginning of seed setting

**Rys. 1. Zawartość kwasów fenolowych w roślinach *Silphium perfoliatum* w fazach wegetacji**  
**Fig. 1. The content of phenol acids in plants of *Silphium perfoliatum* in phase of vegetation**

Zaawansowane prace nad wykorzystaniem sylfii do celów energetycznych prowadzone są w Czechach (Ust'ak, 2006). Wstępne analizy biomasy *Silphium perfoliatum* zebranej po zakończeniu wegetacji, przeprowadzone przez Elektrociepłownię Saturn Management w

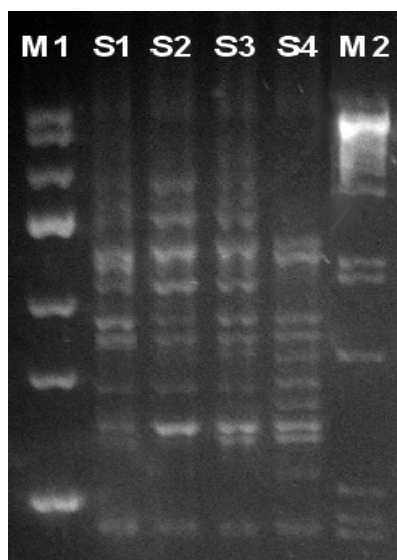
Świeciu potwierdziły, że jest to wartościowy surowiec energetyczny (tab. 3). Rożnik przerośnięty może stanowić alternatywę dla wierzby, najczęściej uprawianej rośliny na wieloletnich plantacjach energetycznych w Polsce. Pod względem wartości energetycznej plonu *Silphium perfoliatum* przewyższa wierzbę zbieraną w cyklach rocznych i dwuletnich, dla której wartość tego parametru wynosi odpowiednio 210 i 293 GJ/ha/rok (Stolarski, 2008). Przyczyną niższej wartości energetycznej plonu wierzby była wysoka wilgotność zbieranej biomasy, która przekraczała 50%. Zawartość wody w plonie sylfii kształtowała się na podobnym poziomie (ok. 10%), jak w czasie końcowego zbioru miskanta, ślazuca i rdestowca (Chołuj i Podlaski, 2008).

Tabela 3

**Plonowanie oraz wartość energetyczna sylfii przerośniętej *Silphium perfoliatum* na podstawie badań czeskich<sup>1</sup> oraz Elektrociepłowni Saturn Management w Świeciu<sup>2</sup>**  
**The yielding and energetistic value of *Silphium perfoliatum* on the basis of Czech<sup>1</sup> investigation as well as the Saturn Management Heat and Power Station in Świecie<sup>2</sup>**

Plon suchej masy <sup>1</sup> Dry matter yield (t/ha)	Wydajność energetyczna <sup>1</sup> Energetistic efficiency (GJ/ha)	Wartość opałowa <sup>2</sup> Energetistic value (MJ/kg)	Zawartość popiołu <sup>2</sup> Ash content (%)	Wilgotność robocza <sup>2</sup> Working moisture (%)
15,4-19,6	280-357	15,19	3,9	7,2

<sup>1</sup>Ust'ak 2006



M1-GeneRuler™ Express DNA Ladder;

S1 - S4 - formy forms *Silphium perfoliatum* L.; M2-Lambda DNA/Ps+I.

**Rys. 2. Wyniki rozdzielania elektroforetycznego form *Silphium perfoliatum* L.**  
**Fig. 2. Results of electrophoresis analysis of *Silphium perfoliatum* L. forms**

Na podstawie badań genetycznych stwierdzono, iż użyte w doświadczeniu cztery formy *Silphium perfoliatum* są jednorodnie genetycznie (rys. 2).

#### WNIOSKI

1. Zielonka *Silphium perfoliatum* ze względu na udział węglowodanów strukturalnych oraz kwasów fenolowych powinna być zakiszana we wczesnych stadiach wegetacji.
2. Niska wartość współczynnika fermentacji wskazuje na konieczność zakiszania roślin *Silphium perfoliatum* z udziałem dodatków bogatych w łatwo fermentujące węglowodany lub roślin podsuszonych.
3. Gatunek *Silphium perfoliatum* ze względu na zawartość kwasów może stanowić dobry surowiec dla przemysłu farmaceutycznego.
4. Zmienność składu chemicznego gatunku *Silphium perfoliatum* wskazuje na konieczność kontynuowania badań nad wykorzystaniem tych roślin jako potencjalnej paszowej rośliny alternatywnej.
5. Sylfia przerośnięta może stanowić źródło biomasy dla różnych technologii wytwarzania energii.

#### LITERATURA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> Ed. Assoc. Offic. Anal. Chem., Arlington, Virginia, VA, USA.
- Chołuj D., Podlaski S. 2008. Kompleksowa ocena biologicznej przydatności 7 gatunków roślin wykorzystywanych w uprawach energetycznych. W: Gradziuk P. (red.) Energia odnawialna. Wyd. „Wieża Jutra” Sp. z o.o., Warszawa: 61 — 76.
- El-Sayed N. H., Wojcińska M., Drost-Karbowska K., Matławska I., Williams J., Mabry T. J. 2002. Kaempferol triosides from *Silphium perfoliatum*. Phytochemistry 60, 8: 835 — 838.
- Garcia V., Catala-Gregori P., Madrid J., Hernandez F., Megias M.D., Andrade-Montemayor H.M. 2007. Potencial of carvacrol to modify in vitro rumen fermentation as compared with monensin. Animal 1: 675 — 680.
- Goering H. K., Van Soest P. J. 1970. Forage fibre analyses, apparatus, reagents, procedures and some applications. Agriculture Handbook No. 379, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture.
- Janicki B., Piłat J. 1998. Wpływ różnych dodatków do zakiszania na wartość pH kiszzonek sporządzonych z traw i motylkowatych oraz kukurydzy o zróżnicowanej zawartości suchej masy. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 462: 403 — 408.
- Kowalski R. 2002. Ocena zawartości oleanozydów w organach nadziemnych i podziemnych różnika przerośniętego *Silphium perfoliatum* L. Acta Scientiarum Polonorum, Hortum Cultus 1, 2: 5 — 15.
- Kowalski R., Wolski T. 2003. Evaluation of phenolic acid content in *Silphium perfoliatum* L. leaves, inflorescences and rhizomes. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, series Horticulture 6, 1, 13 ss.
- Majtkowski W. 2005. Rośliny źródłem energii. Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Biuletyn Informacyjny 23: 7 — 13.
- Metoda badawcza. 1998. Oznaczanie zawartości fenolokwasów w przeliczeniu na kwas kawowy metodą spektrofotometryczną. Laboratorium Badawcze Herbapol 26, 3 ss.
- Nerušil P., Smital F., Odstrčilova V., Komarek P. 1999. Content of phenolics in grassland plants and their activity. Proceedings 9th International Conference “Forage Conservation”. Research Institute of Animal Production Nitra: 75 — 76.
- Piłat J., Majtkowski W., Majtkowska G., Mikołajczak J., Góralska A. 2007. The usefulness for ensiling of chosen plant forms of species of *Silphium* genus. Journal of Central European Agriculture 8: 363 — 368.
- Polska Norma. 1994. Pasze. Oznaczanie zawartości cukrów. PN-R-64784, 4 ss.



- Praca zbiorowa pod red. Jarrige'a. 1993. Żywnienie przeżuwaczy. Zalecane normy i tabele wartości pokarmowej pasz. Omnitech Press, Warszawa, 406 ss.
- Scechovic J. 1999. Evaluation in vitro de l'activite de la population microbienne du rumen en presence d'extraits vegetaux. *Revue Suisse Agric.* 31, 2: 89 — 93.
- Stolarski M. 2008. Odnawialne paliwo z wierzby krzewiastej. (W:) Gradziuk P. (red.) *Energia odnawialna*. Wyd. „Wieś Jutra” Sp. z o.o., Warszawa: 133 — 138.
- Ust'ak S. 2006. <http://www.biom.cz/index.shtml?x=92636>.
- Weissbach F. 1992. Bestimmung der Pufferkapazität. Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung FAL, Braunschweig, 3 ss.
- Weissbach F. 1998. Über der Einfluss von verschiedenen Kräutern in Aufwuchs extensive genutzter Wiesen auf den Gärungsverlauf bei Bereitung von Grassilage. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 462: 297 — 313.
- Weryszko-Chmielewska E., Kowalski R., Wolski T. 1999. Rożnik przerośnięty (*Silphium perfoliatum* L.) nowa roślina alternatywna. Cz. I. Badania morfologiczne i anatomiczne. *Zesz. Problem. Post. Nauk Rolniczych* 468: 497 — 505.
- Wolski T., Kowalski R., Mardarowicz M., Weryszko-Chmielewska E. 1999. Rożnik przerośnięty (*Silphium perfoliatum* L.) nowa roślina alternatywna. Cz. II. Badania fitochemiczne. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 468: 507 — 517.
- Woźniak M., Góral S. 1998. Sylfia-rożnik przerośnięty (*Sylphium perfoliatum* L.) potencjalny gatunek do rekultywacji terenów zdegradowanych i gruntów bezglebowych oraz do produkcji pasz. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 463: 661 — 668.
- Zerbini E., Thomas D. 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in South Asia trough genetic enhancement. *Field Crop Research* 84, 1-2: 3 — 15.