

Wpłynęło 20.09.2013 r.
Zrecenzowano 11.12.2013 r.
Zaakceptowano 12.12.2013 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

WYSTĘPOWANIE SKŁADNIKÓW ORGANICZNYCH W RUTWICY WSCHODNIEJ W ASPEKCIE JEJ PASZOWEGO WYKORZYSTANIA

Stanisław KOZŁOWSKI^{ABCDEF}, **Waldemar ZIELEWICZ**^{ABCDEF}

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego

Streszczenie

Wprowadzaniu rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) do naszego kraju towarzyszyło wiele oczekiwań co do możliwości jej wykorzystania w produkcji biogazu, oczyszczania gleb z metali ciężkich czy też żywieniu zwierząt gospodarskich. Celem badań było poznanie zakresu występowania w rutwicy wschodniej ważnych z żywieniowego punktu widzenia składników organicznych. Prace badawcze nad rutwicą wschodnią prowadzono w latach 2009–2011. Materiał roślinny pochodził z polowej uprawy rutwicy nawożonej dawką 80 kg P·ha⁻¹ i 120 kg K·ha⁻¹. Wzrost i rozwój roślin następował w zróżnicowanych warunkach pogody. W roku siewu zebrano jeden odrost, w latach pełnego użytkowania – po trzy odrosty. Materiałem badawczym była masa nadziemna skoszonych pędów rutwicy. Kryteriami oceny rutwicy wschodniej były: białko ogólne, cukry rozpuszczalne, celuloza, ligniny, hemicelulozy, karoten. Oznaczono także zawartość azotu azotanowego. Rutwica wschodnia charakteryzuje się niskim poziomem cukrów i niezbyt wysoką zawartością białka ogólnego oraz dużą koncentracją celulozy i lignin, a jednocześnie niewielkim udziałem hemiceluloz. Występowaniu poszczególnych składników organicznych towarzyszyła znaczna zmienność, co może mieć reperkusje w zmieniającej się wartości pokarmowej w ciągu okresu wegetacji. Na podstawie zawartości składników organicznych rutwicę wschodnią należy uznać za interesującą roślinę pastewną dostarczającą zielonej masy przez cały okres wegetacji. Do pełnej oceny niezbędne jest także poznanie jej składu mineralnego.

Słowa kluczowe: *Galega orientalis* Lam., składniki organiczne, wartość pokarmowa

Do cytowania For citation: Kozłowski S., Zielewicz W. 2013. Występowanie składników organicznych w rutwicy wschodniej w aspekcie jej paszowego wykorzystania. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 13. Z. 4(44) s. 65–76.

WSTĘP

Wprowadzaniu rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) do naszego kraju towarzyszyło wiele oczekiwań co do możliwości jej wykorzystania w produkcji biogazu i oczyszczaniu gleb z metali ciężkich, a przede wszystkim w żywieniu zwierząt gospodarskich [ADAMOVICS i in. 2012; SYMANOWICZ i in. 2012]. Poznanie jej wielorakich właściwości determinuje zakres wykorzystywania. Ostatnio wykazano, że w osiągnięciu zadawalających plonów o odpowiedniej jakości istotną rolę odgrywa odporność tego gatunku na infekcje chorób grzybowych [CWALINA-AMBROZIAK i in. 2005] oraz małe wymagania siedliskowe [GAWEL 2011 za Ignaczak 1997], a także mniejsza dynamika reakcji na warunki pogodowe [DESKA i in. 2012]. Niewątpliwie paszowe wykorzystanie zyskuje coraz bardziej na znaczeniu. Taka sytuacja wymaga jednak szerokiego poznania różnorodnych właściwości tego gatunku. Zasadna staje się kontynuacja badań nad składem chemicznym rutwicy. Literatura z tego zakresu i podejmowana problematyka przez badaczy jest obfita [NOMMSALU, 1993, 1994; RAIG, 2001]. W ten ciąg badawczy wpisują się prace KALEMBASY i in. [2008] oraz KOZŁOWSKIEGO i in. [2012, 2013]. Celem prezentowanych badań jest poznanie zmienności występowania w rutwicy wschodniej ważnych z żywieniowego punktu widzenia składników organicznych – białka ogólnego, cukrów, celulozy, hemiceluloz, lignin i karotenu.

MATERIAŁ I METODY

Prace badawcze nad rutwicą wschodnią (*Galega orientalis* Lam.) odmiana Gale, prowadzono w latach 2009–2011. Materiał badawczy pochodził z polowej uprawy rutwicy wschodniej, zlokalizowanej na terenie Rolniczego Gospodarstwa Doświadczalnego Brody należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Przedplonem dla doświadczenia był zasiew życicy trwałej. Gleba w sferze właściwości fizyko-chemicznych charakteryzowała się następującymi parametrami: 1,24% próchnicy, 16% części splawialnych, obojętny odczyn ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,98$) oraz zawartością 182 mg P, 234 mg K i 46,5 mg Mg w kg s.m. gleby.

Wysiewu nasion dokonano ręcznym siewnikiem Meteor 25 kwietnia 2009 r. na powierzchni 110 m². Norma wysiewu wynosiła 20 kg·ha⁻¹, a rozstaw rzędów 40 cm. Skaryfikowane chemicznie nasiona (zanurzone przez 30 minut w stężonym kwasie siarkowym) zaprawiono Funabenem T oraz zaszczepiono bakteriami *Rhizobium galegae*. Nasiona rutwicy oraz szczepionkę bakteryjną pozyskano z Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Przed wysiewem nasion zastosowano nawożenie fosforem (80 kg P·ha⁻¹) i potasem (120 kg K·ha⁻¹). W latach pełnego użytkowania zasiewu rutwicy zastosowano takie samo nawożenie, ale wykonywano je przed ruszeniem wegetacji.

Wzrost i rozwój roślin po wschodach następował w korzystnych warunkach pogody – temperatura powietrza była umiarkowana (w maju 13,4°C, w czerwcu

15,7°C), a ilość opadów miesięcznych zadawałająca – 80 mm. Natomiast latem, zwłaszcza w sierpniu, warunki wegetacji stały się trudne – średnia dobową temperatura powietrza wynosiła 19,7°C i odnotowano niewielkie opady wynoszące 31,4 mm. Warunki wegetacji w latach pełnego użytkowania były bardzo zróżnicowane, ale korzystne dla wegetacji roślin. W pierwszym roku średnia temperatura w kwietniu i maju wynosiła odpowiednio 10 i 12,5°C; w lipcu 21,6°C, więcej od średniej temperatury powietrza w sierpniu. Pod względem warunków wilgotnościowych początek wegetacji uznać należy za zadowalający, jednak już czerwiec okazał się suchy, gdyż spadło zaledwie 17 mm wody. Warunki uległy znacznej poprawie w kolejnych miesiącach: w lipcu spadło 98,0, a w sierpniu 109,0 mm wody z korzystniejszym rozkładem opadów w tym miesiącu. Obfite w opady były ostatnie dekady tych miesięcy. Wysokie temperatury i stały dostęp do wilgoci w glebie w letnich miesiącach korzystnie wpłynęły na wegetację rutwicy. W drugim roku pełnej uprawy średnie temperatury w kwietniu i maju zawierały się w przedziale 11–14°C. Najwyższe w tym okresie odnotowano w trzeciej dekadzie maja. Pod względem opadów okres ten należy uznać za bardzo suchy, gdyż opady atmosferyczne wynosiły zaledwie 13,9 mm w kwietniu i 34 mm w maju. Warunki nie uległy też znacznej poprawie w czerwcu, kiedy opady wyniosły niewiele ponad 50 mm. Bardziej obfite deszcze spadły w lipcu, aż 175 mm wody, a średnia temperatura powietrza w tym miesiącu wyniosła 17,9°C. Szczegółowe informacje dotyczące warunków pogodowych zamieszczono w pracy KOZŁOWSKI i in. [2012].

W roku siewu zebrano jeden odrost rutwicy, w kolejnych latach koszone trzykrotnie w okresie wegetacji. W pierwszym roku pełnego użytkowania pierwszy odrost skoszono 5 czerwca, drugi 10 sierpnia, a ostatni 25 października. W następnym roku badań kolejne odrosty koszone 14 czerwca, 22 sierpnia i 30 października. Zbioru roślin dokonywano w fazie pełnego kwitnienia. Pędy na całej swej długości były pokryte żywymi liśćmi. Jednakże pod koniec wegetacji pierwszego odrostu następowało zasychanie, zamieranie i odpadanie liści dolnych pięt pędów jako efekt oddziaływania dotkliwych warunków pogody – braku opadów i średniej dobowej temperatury około 26°C.

Materiał badawczy pochodził z 11 wydzielonych poletek (każde o wymiarach 5 m x 2 m). Była to masa nadziemna pędów rutwicy skoszonych na wysokości 6 cm z wybranych losowo miejsc. Z każdego poletka pobierano próbkę o masie 2 kg. Po wysuszeniu i zmieleniu próbki stały się materiałem analitycznym.

Kryterium oceny rutwicy wschodniej były wybrane składniki organiczne ważne z żywieniowego punktu widzenia. Zawartość tych składników określano za pomocą powszechnie stosowanych metod analitycznych: białko ogólne metodą Kjeldahla, cukry rozpuszczalne metodą DUBOISA i in. [1956], celulozę i ligniny według opisu VAN SOESTA i WINEA [1968], hemicelulozy metodą HAYLANDA [1959], zawartość karotenów metodą chromatograficzną BERGERA [1953]. Oznaczono także zawartość azotanów metodą JOHNSONA i ULRICHA [1963]. Azot azotanowy nie jest klasyfikowany do grupy składników organicznych, lecz uwzględniono go w badaniach, gdyż jest istotnym miernikiem wartości pokarmowej pasz.

WYNIKI BADAŃ

Białko ogólne. W warunkach trzykrotnego ścinania zawartość białka w rutwicy kształtowała się na poziomie $150 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., zarówno w pierwszym jak i w drugim roku pełnego użytkowania (tab. 1). Zauważa się jednak duże zróżnicowanie w występowaniu białka w okresie wegetacji. Najniższą zawartość stwierdzano w pierwszym odroście – około $120 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. W drugim odroście ilość białka była większa przeciętnie o około 10%, a w trzecim o blisko 60%. Taką zależność stwierdzono w dwóch latach pełnego użytkowania. Uwagę zwraca też duża zmienność zawartości białka, na co wskazuje wartość współczynnika zmienności dochodząca nawet do 33%.

Tabela 1. Zawartość białka ogólnego ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w *Galega orientalis*

Table 1. Protein content ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) in *Galega orientalis*

| Rok użytkowania Year of use | Odrost Regrowth | Średnia zawartość białka ogólnego Mean content of total protein | Współczynnik zmienności, % Variation coefficient, % |
|--------------------------------|--------------------|--|--|
| I | 1 | 126,7 | 28 |
| | 2 | 153,1 | 19 |
| | 3 | 190,2 | 22 |
| II | 1 | 122,1 | 24 |
| | 2 | 157,2 | 33 |
| | 3 | 204,7 | 17 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

Cukry. Rutwica zawiera niewiele cukrów, zaledwie około $30 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 2). Dane te potwierdzają, że pod względem tej cechy rutwica nie odbiega od innych roślin motylkowatych. Różnice w zawartości tego składnika stwierdzone w roślinach pierwszego i drugiego roku pełnego użytkowania są wprawdzie znaczne, ale mają znaczenie drugorzędne wobec małej zawartości cukrów w rutwicy. Daje się też zauważyć znaczną stabilność ich zawartości w poszczególnych odrostach, czego dowodem niewielkie wartości współczynnika zmienności.

Celuloza. Rutwica charakteryzuje się dużą zawartością celulozy – zazwyczaj przekraczającą $300 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 3). Badane rośliny w pierwszym roku użytkowania zawierały jej o około 7% więcej niż w roku następnym. Zmiany zawartości celulozy w okresie wegetacji należy uznać za duże, gdyż przekraczały nawet 37%, ale największą jej zawartość stwierdzono w roślinach pierwszego odrostu – przeciętnie $345 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Uwagę zwraca też znaczne zróżnicowanie zawartości celulozy w obrębie poszczególnych odrostów, niekiedy dochodzące nawet do 24%.

Hemicelulozy. Zawartość tego składnika w rutwicy nie była duża – przeciętnie $160 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., ale dosyć stabilna (tab. 4). Różnice w zawartości hemicelulozy pomiędzy odrostami, jak i latami pełnego użytkowania były minimalne. Na stabil-

Tabela 2. Zawartość cukrów rozpuszczalnych ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w *Galega orientalis***Table 2.** Sugars content ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) in *Galega orientalis*

| Rok użytkowania Year of use | Odrost Regrowth | Średnia zawartość cukrów Mean content of sugars | Współczynnik zmienności, % Variation coefficient, % |
|--------------------------------|--------------------|--|--|
| I | 1 | 16,3 | 9 |
| | 2 | 25,6 | 14 |
| | 3 | 27,8 | 11 |
| II | 1 | 27,4 | 7 |
| | 2 | 37,2 | 16 |
| | 3 | 48,6 | 23 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

Tabela 3. Zawartość celulozy ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w *Galega orientalis***Table 3.** Cellulose content ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) in *Galega orientalis*

| Rok użytkowania Year of use | Odrost Regrowth | Średnia zawartość celulozy Mean content of cellulose | Współczynnik zmienności, % Variation coefficient, % |
|--------------------------------|--------------------|---|--|
| I | 1 | 398,5 | 24 |
| | 2 | 331,5 | 14 |
| | 3 | 307,1 | 10 |
| II | 1 | 362,1 | 16 |
| | 2 | 308,7 | 21 |
| | 3 | 311,7 | 12 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

Tabela 4. Zawartość hemiceluloz ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w *Galega orientalis***Table 4.** Hemicelluloses content ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) in *Galega orientalis*

| Rok użytkowania Year of use | Odrost Regrowth | Średnia zawartość hemiceluloz Mean content of hemicelluloses | Współczynnik zmienności, % Variation coefficient, % |
|--------------------------------|--------------------|---|--|
| I | 1 | 158,3 | 14 |
| | 2 | 164,3 | 9 |
| | 3 | 145,9 | 18 |
| II | 1 | 161,1 | 22 |
| | 2 | 169,2 | 16 |
| | 3 | 152,4 | 27 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

ność zawartości tego cukrowca wskazuje także niewielka wartość współczynnika zmienności.

Ligniny. Udział lignin w rutwicy należy uznać za wysoki – około $40 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 5). Analiza zmian ich zawartości w ciągu okresu wegetacyjnego jak i w latach użytkowania wykazała, że są one niewielkie, natomiast wystąpiła duża

Tabela 5. Zawartość ligninu ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w *Galega orientalis***Table 5.** Lignins content ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) in *Galega orientalis*

| Rok użytkowania Year of use | Odrost Regrowth | Średnia zawartość lignin Mean content of lignins | Współczynnik zmienności, % Variation coefficient, % |
|--------------------------------|--------------------|---|--|
| I | 1 | 54,4 | 29 |
| | 2 | 41,6 | 32 |
| | 3 | 35,9 | 26 |
| II | 1 | 46,7 | 22 |
| | 2 | 42,9 | 18 |
| | 3 | 37,6 | 25 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

zmienność w rutwicy z poszczególnych odrostów. Wartość współczynnika zmienności w drugim odroście pierwszego roku badań przekraczała nawet 30%.

Karoten. Zawartość β -karotenu w rutwicy jest niewielka, ale uwagę zwraca dwukrotnie mniejsza jego zawartość w roślinach w drugim roku użytkowania niż w pierwszym (tab. 6). Nietrudno też dostrzec, że poziom β -karotenu w roślinach drugiego odrostu jest w miarę stały, czego wyrazem są współczynniki zmienności rzadko przekraczające 20%.

Tabela 6. Zawartość sumy karotenów i β karotenu ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.) w *Galega orientalis***Table 6.** Carotene sum and β -carotene content ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM) in *Galega orientalis*

| Składnik Component | Rok użytkowania Year of use | Odrost Regrowth | Średnia zawartość karotenów Mean carotene content | Współczynnik zmienności Variation coefficient % |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------|--|---|
| β -karoten β -carotene | I | 1 | 0,221 | 18 |
| | | 2 | 0,335 | 12 |
| | | 3 | 0,348 | 20 |
| | II | 1 | 0,164 | 21 |
| | | 2 | 0,120 | 17 |
| | | 3 | 0,147 | 19 |
| Suma karotenów Carotene sum | I | 1 | 0,581 | 22 |
| | | 2 | 0,670 | 17 |
| | | 3 | 0,697 | 26 |
| | II | 1 | 0,371 | 16 |
| | | 2 | 0,239 | 12 |
| | | 3 | 0,303 | 28 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

Azot azotanowy. Wyniki badań jednoznacznie ukazują rutwicę jako roślinę bezpieczną pod względem azotu azotanowego. Niewątpliwie jest to cecha gatunkowa, ale także efekt uwarunkowań siedliskowych i nawozowych. W okresie let-

nim dało się zauważyć pewną wzrostową tendencję do gromadzenia tej formy azotu (tab. 7). Zapewne jest to rezultat wzrostu rutwicy w warunkach wyższych temperatur latem, jak i większego udziału liści w strukturze masy nadziemnej, co stwierdzono w dodatkowych badaniach morfologicznych. W liściach stwierdzano bowiem wyższe stężenie azotu azotanowego (średnio 0,06 w g·kg⁻¹ s.m.) niż w łodygach (tab. 8).

Tabela 7. Zawartość azotu azotanowego (g·kg⁻¹ s.m.) w *Galega orientalis*

Table 7. Nitrate nitrogen content (g·kg⁻¹ DM) in *Galega orientalis*

| Rok użytkowania Year of use | Odrost Regrowth | Średnia zawartość azotu azotanowego Mean content of nitrate nitrogen | Współczynnik zmienności, % Variation coefficient, % |
|--------------------------------|--------------------|---|--|
| I | 1 | 0,026 | 22 |
| | 2 | 0,031 | 38 |
| | 3 | 0,011 | 28 |
| II | 1 | 0,022 | 18 |
| | 2 | 0,041 | 36 |
| | 3 | 0,020 | 42 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

Tabela 8. Występowanie składników organicznych w organach pędu *Galega orientalis*

Table 8. The occurrence of organic components in the organs of *Galega orientalis*

| Składnik Component | Zawartość, g·kg ⁻¹ s.m. Content, g·kg ⁻¹ DM | | NIR _{0,05} LSD _{0,05} |
|--------------------------------|--|------------------|--|
| | łodygi stems | liście leaves | |
| Białko ogólne Crude protein | 126,5 | 164,2 | 10,17 |
| Cukry Sugars | 39,0 | 44,9 | 2,23 |
| Celuloza Cellulose | 419,0 | 187,5 | 30,71 |
| Hemicelulozy Hemicelluloses | 168,8 | 134,7 | 9,15 |
| Ligniny Lignins | 56,1 | 28,2 | 15,16 |
| N-NO ₃ | 0,02 | 0,06 | 2,14 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Analizując uzyskane wyniki badań nad składem chemicznym rutwicy wschodniej w zakresie składników organicznych, istotnych z żywieniowego punktu widzenia, łatwo zauważyć że ich ilościowe występowanie jest cechą charakterystyczną dla tego gatunku.

Rutwica, mimo że jest rośliną motylkowatą, nie wyróżniała się wysokim poziomem zawartości białka ogólnego. Uznać to należy za cechę charakterystyczną

tym bardziej, że wzrost i rozwój tych roślin następował w korzystnych warunkach siedliskowych i pogodowych, a ruń ścinano w fazie pełnego kwitnienia roślin. Podobne ilości białka ogólnego w rutwicy stwierdzili BALEŽENTIENĖ i in. [2011]. Oceniając rutwicę pod względem zawartości białka należy podkreślić, że materiał badawczy pochodził z uprawy na której nie stosowano nawożenia azotem. Istotnym czynnikiem dla wykazanego poziomu białka okazała się struktura morfologiczna pędów tej rośliny, czyli przewaga udziału łodyg nad udziałem liści. Jak wynika z dodatkowych analiz (tab. 8) liście zawierały prawie 30% białka więcej niż łodygi. Oznacza to, że wyłączenie żywienia zwierząt – głównie przeżuwaczy – zielonką z rutwicy, nie wywoła niekorzystnych efektów związanych z nadmiarem białka w paszy.

Niski poziom cukrów w odrostach rutwicy należy uznać za typowy dla roślin motylkowatych. Podobnie oceniają ten gatunek w odniesieniu do cukrów kumulowanych przez inne gatunki roślin pastewnych tacy autorzy jak BUTKUTĖ [2010], CASSIDA i in. [2000], BALEŽENTIENĖ [2003]. Dominacja łodyg w strukturze masy nadziemnej pędów nie ma istotnego znaczenia dla zawartości cukrów w tym gatunku, mimo niewielkiej tendencji do wyższej ich koncentracji w liściach niż w łodygach (tab. 8).

Wyniki badań własnych dają podstawy do stwierdzenia, że rutwica jest rośliną o wysokiej zawartości celulozy. Gatunek ten osiąga bowiem poziom celulozy charakterystyczny nawet dla takich gatunków jak *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, ale ustępuje *Trifolium pratense* [KOZŁOWSKI i in. 2001]. Konsekwencją tak dużej zawartości celulozy jest zwykle niska strawność i z tego powodu rutwica nie może uzyskać bardzo wysokiej oceny jako roślina pastewna. Szukając przyczyn dużej zawartości celulozy uwagę zwrócono na strukturę masy nadziemnej pędów. Okazało się, że w łodygach jest ponad dwukrotnie więcej celulozy niż w liściach (tab. 8). Tym samym cechą wyróżniającą jak już wspomniano jest dominacja łodyg [IGNACZAK 2009; KOZŁOWSKI i in. 2012].

W przypadku hemiceluloz sytuacja jest również znamieną – niewielki poziom tego cukrowca, o około 50% mniej niż celulozy, jest niewątpliwie cechą charakterystyczną roślin motylkowatych. Daje się też zauważyć, że struktura masy nadziemnej może tylko w niewielkim stopniu determinować aktualny poziom hemiceluloz w odrostach rutwicy. Wykazany ich niski poziom również nie wpływa korzystnie na strawność rutwicy. Hemicelulozy odznaczają się wyższą strawnością niż celuloza, jednak ich niewielka zawartość w tym gatunku nie wpływa istotnie na poziom jego strawności [KOZŁOWSKI, 1979].

Również ze względu na znaczny poziom lignin – około 40 g kg⁻¹ s.m. można uznać, że składnik ten wpłynie niekorzystnie na strawność rutwicy. Warto zaznaczyć, że taką zawartość lignin wykazują takie gatunki traw uprawnych jak *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra* [KOZŁOWSKI i in. 1996, 2001], a także bardzo ekspansywny *Calamagrostis epigejos* [KOZŁOWSKI i in. 2010]. Również w przypadku lignin widoczna jest zależność, że bardziej z lignifikowane

są łodygi niż liście. W dodatkowych analizach stwierdzono, że łodygi zawierały dwukrotnie więcej lignin w porównaniu niż liście (tab. 8).

Wykazana zawartość węglowodanów strukturalnych i lignin, zwłaszcza w łodygach, sugeruje że do zerwania pędów rutwicy niezbędny jest duży nakład energii ze strony zwierząt trawożernych, i zależność taką wykazali m.in. ROGALSKI i in. [1981]. Zależność ta ogranicza ewentualne pastwiskowe wykorzystanie rutwicy.

Rutwica wschodnia jak wynika z prezentowanych badań nie jest zasobna w karoten. Pod względem tej cechy ustępuje takim gatunkom traw jak *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata* [KOZŁOWSKI i in. 2007]. Należy jednak zauważyć, że rutwicę uprawiano bez nawożenia azotem, stosowano tylko niewielkie dawki nawozów fosforowo-potasowych, które w wysokim stopniu determinują żywotność roślin, co podkreślają SYMANOWICZ i KALEMBASA [2010], a tym samym ich skład chemiczny i zawartość karotenu.

Badania nad wartością pokarmową rutwicy prowadzono na materiale roślinnym pochodzącym z polowego zasiewu poddanego trzykrotnej defoliacji, w latach pełnego użytkowania. Jednakże już w roku zasiewu, dokonanego wiosną, można uzyskać odrost, który ze względu na masę powinien być spożytkowany jako pasza. Wyniki analiz tej masy, zebranej pod koniec lata zamieszczono w tabeli 9. Jak się okazuje pod względem analizowanych składników odrost ten jest podobny do odrostów uzyskanych w latach pełnego użytkowania rutwicy. Taka charakterystyka odrostu rutwicy uzyskanego w roku siewu jest niewątpliwie atutem tego gatunku jako rośliny pastewnej.

Tabela 9. Zawartość składników organicznych ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) odrostu *Galega orientalis* uzyskany w roku siewu

Table 9. Organic components content ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) of *Galega orientalis* regrowth in drilling year

| Składnik | Component | Zawartość Content | Współczynnik zmienności, % Variation coefficient, % |
|-------------------|----------------|----------------------|--|
| Białko ogólne | Crude protein | 101,8 | 43 |
| Cukry | Sugars | 42,8 | 13 |
| Celuloza | Cellulose | 291,5 | 18 |
| Hemicelulozy | Hemicelluloses | 156,7 | 10 |
| Ligniny | Lignins | 26,2 | 43 |
| N-NO ₃ | | 0,03 | 24 |

Źródło: badania własne. Source: own studies.

Wzrost i rozwój rutwicy następował w warunkach pogodowych sprzyjających wzrostowi i rozwojowi roślin, co umożliwiała zbieranie trzech odrostów w okresie wegetacji. Porównując wielkość opadów i temperatury powietrza jakie determinowały wegetację odrostów ze składem chemicznym roślin nie zauważono anomalii w tym względzie. Wyjątkiem był brak deszczu i wysokie temperatury powietrza w tygodniowym okresie poprzedzającym skoszenie pierwszego odrostu. Następo-

wało wówczas zasychanie, zamieranie i odpadanie liści od łodyg. Tak więc pogoda wpłynęła pośrednio na skład chemiczny roślin pierwszego odrostu poprzez zwiększenie udziału łodyg w strukturze odrostu. Na rolę czynnika wilgotnościowego i termicznego w kształtowaniu zawartości celulozy, hemiceluloz i lignin wskazują między innymi MARTYNYAK i in. [1979].

Celem badań było poznanie poziomu występowania składników organicznych w rutwicy wschodniej pochodzącej z uprawy polowej przeznaczonej na paszę. Rośliny nie były nawożone azotem, a aplikowano tylko niewielkie dawki fosforu i potasu. Pogoda pod względem temperatur powietrza i opadów sprzyjała rozwojowi roślin. Toteż należało się spodziewać, że poziom kumulowanych składników będzie stabilny. Różnice pomiędzy odrostami, wynikały przede wszystkim ze zmieniającej się struktury morfologicznej pędów. Natomiast zmienność występowania poszczególnych składników w obrębie odrostu jest zróżnicowana. Współczynniki zmienności składników organicznych kształtują się w przedziale od 7 do 33%, tylko w przypadku azotu azotanowego były to większe wartości. Można wnioskować, że rutwica wschodnia pod względem zawartości składników organicznych nie ustępuje innym roślinom pastewnym.

Wyniki badań nad ilościowym występowaniem składników organicznych w rutwicy dają podstawy do stwierdzenia, że jest ona interesującą i ważną rośliną pastewną. Do pełnej charakterystyki rutwicy jako rośliny pastewnej konieczna jest jeszcze ocena jej składu mineralnego. Wyniki badań z tego zakresu, zamieszczone w innej pracy [KOZŁOWSKI i in., 2013], dają podstawy do pozytywnej oceny tego gatunku jako rośliny pastewnej. Taki obraz rutwicy wschodniej wychodzi naprzeciw ocenie innych autorów wymienionych na początku pracy.

WNIOSKI

1. Cechą charakterystyczną składu chemicznego rutwicy wschodniej w zakresie zawartości składników organicznych jest niski poziom cukrów i niezbyt duża zawartość białka ogólnego, duża koncentracja celulozy i lignin oraz niewielki udział hemiceluloz.

2. Oceniając rutwicę wschodnią przez pryzmat występowania w niej składników organicznych należy uznać ją za interesującą roślinę pastewną dostarczającą wartościowej paszy.

3. Ilościowemu występowaniu poszczególnych składników organicznych towarzyszy znaczna zmienność, co niekiedy może mieć wpływ na wartość pokarmową w poszczególnych odrostach rutwicy wschodniej.

LITERATURA

ADAMOVIĆ A., DUBROVSKIS V., PLUME I., ADAMOVIĆ O. 2012. Biogas production from *Galega orientalis* Lam. and galega-grass biomass. Grassland farming and land management systems in mountainous regions. Grassland Science in Europe. Vol. 16 s. 416–418.

- BALEŽENTIENĖ L. 2003. Rytinio ožiarūčio (*Galega orientalis* Lam.) žalios masės ir siloso kokybė. Veterinarija ir zootechnika. T. 24 (45) s. 69–74.
- BALEŽENTIENĖ L., SPRUOGIS V. 2011. Experience of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) and traditional fodder grasses use for forage production in organic farm. Veterinarija ir zootechnika. T. 56 (78) s. 19–26.
- BERGER S., 1953. Metoda ilościowego oznaczania karotenu (prowitamina A) i sumy karotenów w niektórych produktach roślinnych. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. Vol. 4 s. 473–479.
- BUTKUTE B. 2010. Skirtingų rūšių siloso kokybės ir ląstelienos komponentų kaita. Veterinarija ir zootechnika. T. 51 (73) s. 8–15.
- CASSIDA K.A., GRIFFIN T.S., RODRIGUEZ J., PATCHING S.C., HESTERMAN O.B., RUST S.R. 2000. Protein degradability and forage quality in maturing alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil. Crop Science. Vol. 40 No. 1 s. 209–215.
- CWALINA-AMBROZIAK B., KOC J. 2005. Grzyby zasiedlające nadziemne organy roślin rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) uprawianej w siewie czystym i w mieszance ze stokłosą bezostną (*Bromus inermis* Leyss.). Acta Agrobotanica Vol. 58 (1) s. 125–133.
- DESKA J., BOMBIK A., RYMUZA K. 2012. Wpływ warunków hydrotermicznych na strukturę plonowania rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w uprawie na nasiona. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 12. Z. 2 (38) s. 61–76.
- DUBOIS M., GILLES K.A., HAMILTON J.K., ROBERS P.A., SMITH F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytic Chemistry. Vol. 28 (3) s. 350–356.
- GAWEL E. 2011. Rola roślin motylkowatych drobnonasiennych w gospodarstwie rolnym. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 11. Z. 3 (35) s. 73–91.
- HEYLAND K.U. 1959. Der Verlauf der Einlagerung von Gerüstsubstanzen und andern Kohlenhydraten in den Spross von Weizen und Roggen zwischen Ahrenschieben und Todreife. Zeitschrift für Äcker- und Pflanzenbau. Bd. 108 4 s. 473–496.
- IGNACZAK S. 2009. Badania nad możliwością wykorzystania słomy z nasiennych plantacji rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) do nawożenia sąsiednich pól. Zeszyty Naukowe PTIE i PTG Oddział w Rzeszowie. Z. 11 s. 73–78.
- JOHNSON C.M., ULRICH A. 1950. Determination of nitrate in plant material. Analytic Chemistry. Vol. 22 s. 1526–1529.
- KALEMBASA S., SYMANOWICZ B. 2008. Zmiany zawartości fosforu całkowitego w glebie i rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) pod wpływem nawożenia mineralnego NPKCa. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Nr 4 (1204) s. 115–121.
- KOZŁOWSKI S., GOLIŃSKA B., SWĘDRZYŃSKI A., GOLIŃSKI P. 1996. Szybkość lignifikacji traw. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 442 s. 255–268.
- KOZŁOWSKI S., SWĘDRZYŃSKI A. 2001. Węglowodany strukturalne i ligniny a wartość użytkowa roślin łąkowych. Pamiętnik Puławski. T. 125 s. 139–146.
- KOZŁOWSKI S., SWĘDRZYŃSKI A. 2007. Zmienność występowania barwników chlorofilowych i karotenoidowych w odmianach hodowlanych *Lolium perenne* (*Poaceae*). Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica. Suppl. 9 s. 163–171.
- KOZŁOWSKI S., SWĘDRZYŃSKI A. 2010. Możliwości wykorzystania trzcinnika piaskowego w kontekście jego biologicznych, chemicznych i fizycznych właściwości. Łąkarstwo w Polsce. Nr 13 s. 117–126.
- KOZŁOWSKI S., ZIELEWICZ W., LIPIŃSKI W. 2012. Występowanie składników mineralnych w rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w aspekcie jej paszowego wykorzystania. Łąkarstwo w Polsce. Nr 15 s. 95–107.

- KOZŁOWSKI S., ZIELEWICZ W. 2013. Reakcja rutwicy wschodniej na zmianę częstotliwości defoliowania roślin w aspekcie jej właściwości biologicznych i chemicznych. Łąkarstwo w Polsce. Nr 16 (w druku).
- NOMMSALU, H., 1993. The biochemical composition of galega (*Galega orientalis* Lam.) variety Gale depending on the developmental stage and the time of autumn cut. Abstract of Ph.D. Thesis. Tartu, 24.
- NOMMSALU H. 1994. The nutritive value of fodder galega. Fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) research in Estonia. Pr. zbior. Red. H. Nommsalu. Saku. Estonian Research Institute of Agriculture s. 25–31.
- RAIG, H. 2001. Cutting time and frequency. W: Fodder galega. Red. H. Nommsalu. Saku. Estonian Research Institute of Agriculture s. 55–57.
- ROGAŃSKI M., KOZŁOWSKI S. 1981. Praca włożona w zrywanie liści i pędów traw jako cecha charakterystyczna odmian traw. Biuletyn Oceny Odmian. Nr 9 s. 117–123.
- SYMANOWICZ B., KALEMBASA S., SKORUPKA W. 2012. Wpływ nawożenia fosforem i potasem na pobieranie metali ciężkich przez rutwicę wschodnią (*Galega orientalis* Lam.). Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych. Nr 54 s. 131–140.
- VAN SOEST P.J. WINE R.H. 1968. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fibre with permanganate. Journal AOAC. Vol. 51 Iss. 4 s. 780–785.

Stanisław KOZŁOWSKI, Waldemar ZIELEWICZ

OCURRENCE OF ORGANIC CONSTITUENTS IN GOAT'S RUE TAKING INTO CONSIDERATION ITS FODDER UTILISATION

Key words: fodder value, *Galega orientalis* Lam., organic composition

S u m m a r y

The introduction of goat's rue (*Galega orientalis*) into our country was accompanied by a wide range of different expectations regarding its utilisation for biogas production, removal of heavy metals from soils and in feeding of farm animals. The objective of our studies was to recognise the occurrence in goat's rue of organic constituents important from the point of view of nutrition. Investigations on goat's rue were carried out in years 2009–2011. The experimental plant material derived from a field cultivation of goat's rue fertilised once with a dose of 80 kg P·ha⁻¹ and 120 kg K·ha⁻¹ in spring. Growth and development of plants took place in different weather conditions. In the year of sawing, one regrowth was harvested, while in years of full utilisation – three regrowths were collected. The experimental material included the over-ground mass of goat's rue shoots. The evaluation criteria of goat's rue comprised its organic constituents important from the point of view of its nutritional utilisation: total proteins, soluble sugars, cellulose, lignin, hemicelluloses and carotene. In addition, nitrate nitrogen was also determined. A characteristic feature of the goat's rue chemical composition was low sugar level and not a very high content of total protein as well as high concentrations of cellulose and lignin and low proportion of hemicelluloses. Based on the occurrence in it of organic components, it should be considered as an interesting fodder plant providing forage throughout the vegetative season. However, the determined organic constituents were characterised by considerable variability which may affect nutritive value in the course of the vegetative season.

Adres do korespondencji: prof. dr hab. S. Kozłowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, ul. Wojska Polskiego 38/42, 60-637 Poznań; tel. + 48 61 848-74-24, e-mail: Stanislaw.Kozlowski@up.poznan.pl