

Występowanie składników mineralnych w *Galega orientalis* w aspekcie jej paszowego wykorzystania

S. KOZŁOWSKI¹, W. ZIELEWICZ¹, W. LIPIŃSKI²

¹Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy
w Poznaniu

²Krajowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Warszawie

Occurrence of mineral constituents in *Galega orientalis* from the point of view of its fodder utilisation

Abstract. *Galega orientalis* (goat's rue) is a plant characterised by a wide range of application possibilities, although its fodder utilisation appears to be most appropriate bearing in mind the chemical properties of this plant species, especially in the area of its organic components. However, the chemical composition of goat's rue has not been properly investigated so far. Insufficient knowledge of its chemical composition can be attributed to the fact that the plant is included in the group of leguminous plants which are commonly considered to be characterised by high concentrations of mineral components. Nevertheless, the plant mineral composition undergoes far reaching changes and, hence, levels of chemical elements in plants are not always optimal. The aim of this research project was to get to know levels of occurrence of mineral constituents in the plants of goat's rue with respect to their optimal values, both during the vegetative period as well as in the course of consecutive years of utilisation of plantations of this species.

Key words: goat's rue, mineral composition, fodder value, trace elements content

1. Wstęp

Rutwica wschodnia jest rośliną z rodziny motylkowatych o różnorodnych możliwościach wykorzystania. Niewątpliwie paszowe wykorzystanie tego gatunku jest bardzo istotne, a może nawet najważniejsze. Przemawiają za tym różnorodne właściwości tej rośliny – głównie natury biologicznej i chemicznej. Rutwica wschodnia wykazuje duży potencjał plonotwórczy, a zielonkę z jej upraw można wykorzystać do bezpośredniego skarmiania, a także jako surowiec do produkcji siana, suszu i sianokiszonek. Wysoką zdolność plonotwórczą rutwicy wschodniej potwierdziły wyniki badań wielu autorów (RAIG i WSP., 2001; IGNACZAK, 1999; SIENKIEWICZ i WSP., 1999; SYMANOWICZ i WSP., 2004). Gatunek ten może być uprawiany w monokulturze, a także w mieszankach z trawami. Na korzystne walory mieszanek w sferze plonowania i wartości pokarmowej zwracają uwagę BULANENKOVA i WSP. (1989). Rutwica wyróżnia się małymi wymaganiami wobec żyzności gleby i wody. Dobrze rozwija się na glebach lekkich. Ponadto

gatunek ten, łatwo przystosowuje się do uprawy nawet w strefie ostrzejszego klimatu i okresowego niedoboru wody. Jest gatunkiem wiernym w plonowaniu, nawet w sytuacji niekorzystnego rozkładu opadów w okresie wegetacji (RAIG i WSP., 2001; VARIS, 1986). Dużą plastyczność wykazuje w trudnych warunkach agrobiologicznych (IGNACZAK, 1999).

Jest rośliną wieloletnią, ale uprawa jej w trudnych warunkach siedliskowych może jednak spowodować obniżenie trwałości. Uprawę rutwicy wschodniej także dla celów paszowych ułatwia duża zdolność konkurencyjna tego gatunku wobec ekspansywnych chwastów. Stanowi bowiem dla nich skuteczną barierę (HARASIMOWICZ-HERMANN i WSP., 1998). Dodać też należy, że jest rośliną mało wrażliwą na nieregularną defoliację. Jak twierdzą BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ (2006) w sferze właściwości chemicznych wyróżnia się korzystnym składem mineralnym – nie tylko w porównaniu do traw – między innymi tymotki łąkowej, ale także koniczyny łąkowej. Skład mineralny rutwicy był także obiektem zainteresowania SYMANOWICZ i KALEMBASY (2010), którzy uzyskali interesujące wyniki z tego zakresu.

Powszechnie przyjmuje się, że rośliny dwuliścienne, także motylkowate, odznaczają się bogatym składem mineralnym. Niemniej jednak istotne jest pytanie o zakres zmian w występowaniu składników mineralnych w rutwicy wschodniej w odniesieniu do wartości optymalnych, zarówno w ciągu okresu wegetacji jak i kolejnych lat użytkowania zasiewów tego gatunku. Kwestie te znajdują się u podstaw celu podjętych przez nas badań.

2. Materiał i metody

Materiał roślinny pochodził z polowej uprawy rutwicy zlokalizowanej na terenie Rolniczego Gospodarstwa Doświadczalnego Brody należącego do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Prace badawcze nad rutwicą wschodnią prowadzono w latach 2009–2011.

Pod uprawę tego gatunku wykorzystano pole, którego gleba w sferze właściwości fizyko-chemicznych charakteryzowała się następującymi parametrami: 1,24% zawartością próchnicy, 16% udziałem części spławialnych, obojętnym odczynem ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,98$) oraz obecnością 182 mg P, 234 mg K i 46,5 mg Mg w odniesieniu do kg^{-1} s.m. gleby. Analizę składników mineralnych w glebie przeprowadzono w laboratorium Katedry Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Na jej podstawie można też stwierdzić, że gleba pod względem poziomu mikroelementów charakteryzowała się zawartością miedzi w granicach 2,84 mg, manganu 71,83 mg oraz cynku 10,21 mg kg^{-1} s.m. gleby.

Wysiewu nasion dokonano w 25 kwietnia 2009 roku. Do siewu wykorzystano ręczny siewnik Meteor. Norma wysiewu wynosiła 20 kg ha^{-1} , a rozstaw rzędów 40 cm. Skaryfikowane chemicznie nasiona zaprawiono Funabenem T oraz zaszczipiono bakteriami *Rhizobium galegae*. Nasiona 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 vegetacji.

Wzrost i rozwój roślin po wschodach następował w korzystnych warunkach pogody – temperatura powietrza była umiarkowana (w maju $13,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, w czerwcu $15,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$), a wielkość opadów miesięcznych zadawalająca na poziomie 80 mm . Natomiast latem, zwłaszcza w sierpniu, warunki vegetacji stały się trudne – średnia dobowa temperatura powietrza osiągnęła wartość $19,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Odnotowano w tym okresie niewielkie opady wynoszące $31,4 \text{ mm}$.

Warunki vegetacji w latach pełnego użytkowania były bardzo zróżnicowane. W tabeli 1 przedstawiono je w postaci sumy opadów i średniej dobowej temperatury powietrza dla odrostów, przy czym 21 marca uznano za początek vegetacji. Jak się okazuje w pierwszym roku użytkowania, warunki były korzystne dla wzrostu i rozwoju roślin, natomiast w drugim niezwykle trudne, czasami spotęgowane stresem termicznym i wilgotnościowym. W pierwszym roku w początkowym okresie vegetacji średnia temperatura w kwietniu i maju wynosiła odpowiednio $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ i $12,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. W miesiącu lipcu odnotowano średnią temperaturę na poziomie $21,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, która była wyższa od średniej temperatury powietrza w sierpniu.

Pod względem warunków wilgotnościowych początek vegetacji uznać należy za zadawalający. Jednak już miesiąc czerwiec okazał się suchy, gdyż spadło zaledwie 17 mm wody. Sytuacja uległa znacznej poprawie w kolejnych miesiącach przynosząc w lipcu $98,0$ i dodatkowo w sierpniu $109,0 \text{ mm}$ wody przy korzystniejszym rozkładzie opadów w tym miesiącu. Bardziej obfite w opady okazały się ostatnie dekady obu tych miesięcy. W letnich miesiącach wysokie temperatury i stały dostęp do wilgoci w glebie korzystnie wpłynęły na vegetację rutwicy.

Tabela 1. Warunki pogody w których następował wzrost i rozwój rutwicy wschodniej
Table 1. Weather conditions in which the growth and development of goat's rue occurred

Rok użytkowania Year of use	Odrost – Regrowth	Średnia temperatura powietrza dla odrostu Average air temperature for regrowth ($^{\circ}\text{C}$)	Suma opadów dla odrostu Total rainfall for regrowth (mm)
I	1	11,4	175,4
	2	20,0	131,5
	3	11,8	182,5
II	1	12,8	53,2*
	2	18,1	255,6**
	3	13,2	78,0

* – w tym opad jednorazowy $21,4 \text{ mm}$ – including a single precipitation of $21,4 \text{ mm}$

** – w tym $161,7 \text{ mm}$ w II i III dekadzie lipca – including $161,7 \text{ mm}$ in the 2nd and 3rd decades of July

Kolejny rok pełnej uprawy charakteryzował się średnimi temperaturami w kwietniu i maju w przedziale $11\text{--}14 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Najwyższe średnie temperatury odnotowano w tym okresie w trzeciej dekadzie maja. Pod względem opadów okres ten należy zaliczyć jako bar-

dzo suchy, gdyż opady atmosferyczne wynosiły zaledwie 13,9 mm w kwietniu i 34 mm w maju. Sytuacja nie uległa też znacznej poprawie w czerwcu, gdzie opady wyniosły niewiele ponad 50 mm. Bardziej obfity w deszcz okazał się za to lipiec, gdzie spadło 175 mm wody przy średniej temperaturze tego miesiąca wynoszącej 17,9 °C.

W roku siewu zebrano jeden odrost rutwicy. W kolejnych latach pędy rutwicy ścinano trzykrotnie w okresie wegetacji. Zbioru roślin dokonywano w fazie pełni kwitnienia w odstępie 8–10 tygodni. W pierwszym roku pełnej uprawy pierwszy odrost skoszono 5 czerwca, drugi 10 sierpnia, a ostatni 25 października. W kolejnym roku badań defoliacja kolejnych odrostów miała miejsce 14 czerwca, 22 sierpnia i 30 października.

Materiałem badawczym była masa nadziemna pędów rutwicy zdefoliowanych na wysokości 8 cm. Z każdego odrostu zbierano 12 prób, każda o masie 2 kg, które po wysuszeniu i zmieleniu stały się materiałem analitycznym. Przyjęto jako zasadę, aby próba reprezentowała powierzchnię 10 m² powierzchni zasiewu rutwicy. Przeznaczone do defoliacji miejsca wybierano losowo na powierzchni pola.

Kryteriami oceny rutwicy wschodniej były wybrane składniki mineralne ważne z żywieniowego punktu widzenia. W określeniu składu chemicznego wykorzystano powszechnie stosowane metody analityczne. Zawartość fosforu i magnezu oznaczono metodą kolorymetryczną, wapnia metodą miareczkowo-strącaniową, sodu i potasu metodą spektrofotometrii płomieniowej typu Flapho, krzemu metodą wagową. Występowanie manganu, żelaza, cynku, miedzi, ołowiu, kadmu, niklu, chromu po mineralizacji w mocnych kwasach mineralnych oznaczono z wykorzystaniem metody ASA. Zawartość rtęci oznaczono metodą ASA z wykorzystaniem amalgamacji par rtęci. Stężenie boru określano według metody spektrofotometrycznej po spaleniu „na sucho”.

3. Wyniki i dyskusja

Wyniki badań nad składem mineralnym podano oddzielnie dla odrostu zebranego w roku siewu i dla trzech odrostów uzyskanych w pierwszym i drugim roku po zasiewie, a więc dwóch latach pełnego użytkowania.

Oceniając pod względem składu mineralnego odrost rutwicy uzyskany w roku siewu (tab. 2) należy zauważyć, że jest on w znacznej mierze korzystny w przypadku jego paszowego wykorzystania. W sferze zawartości popiołu surowego wykryte wartości kształtują się na poziomie charakterystycznym dla roślin dwuliściennych, także motylkowatych. Natomiast ilości poszczególnych składników są zróżnicowane. Ruń tego odrostu wyróżnia się bowiem optymalnym poziomem magnezu, zdecydowanym nadmiarem wapnia i potasu, niedoborem fosforu i sodu oraz minimalnym udziałem krzemu. Zawartość badanych składników w roślinach tego odrostu, zwłaszcza wapnia i fosforu jest dostatecznie stabilna, o czym świadczą niskie wartości współczynnika zmienności, poza krzemem.

Sytuacja odrostów rutwicy w sferze mineralnej w latach pełnego użytkowania, jest bardzo specyficzna. Analizując występowanie popiołu surowego (tab. 3) w roślinach rutwicy łatwo dostrzec, że wykryte ilości są charakterystyczne dla roślin dwuliściennych, a więc również dla tego gatunku. Natomiast zauważalna jest wyższa jego zawar-

Tabela 2. Skład mineralny odrostu rutwicy wschodniej uzyskanego w roku siewu
Table 2. The mineral composition of goat's rue regrowth in sowing year

Składnik – Component	Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
Popiół surowy – Crude ash	86,2	12
Wapń – Calcium	17,5	8
Fosfor – Phosphorus	2,1	11
Magnez – Magnesium	2,3	9
Potas – Potassium	28,1	14
Sód – Sodium	6,1	12
Krzem – Silicon	2,1	25

tość w pierwszym roku pełnego użytkowania i to blisko o 30% w porównaniu do roślin zebranych w drugim roku użytkowania. Niewątpliwie jest to rezultatem trwającej wówczas suszy (tab. 1). Pierwszy i trzeci odrost następował bowiem w warunkach drastycznych niedoborów wody, co uwidocznilo się, jak zauważono podczas obserwacji, nawet w okresowym zasychaniu roślin. Także rośliny letniego, drugiego, odrostu odczuwały dotkliwą suszę. Podczas trwania tego odrostu opady były bowiem rozłożone nierównomiernie, a wysokie temperatury powietrza powodowały szybkie parowanie wody opadowej. Dodać też należy, że w tej sytuacji o plonie odrostów decydowały przede wszystkim łodygi, które nie kumulują tyle popiołu surowego co liście. W korzystnych warunkach wzrostu i rozwoju stwierdzano obecność nawet 105 mg popiołu surowego w 1 kg s.m. odrostu rutwicy. Wyniki naszych badań nad występowaniem popiołu surowego dobrze też korespondują z analogicznymi rezultatami badań litewskich prowadzonych przez BALETENTIENĖ i MIKULIONIENĖ (2006).

Tabela 3. Występowanie popiołu surowego w rutwicy wschodniej
Table 3. Occurrence of crude ash in goat's rue

Rok użytkowania Year of use	Odrost – Regrowth	Zawartość (g·kg ⁻¹ s.m.) Content (g·kg ⁻¹ DM)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
I	1	89,5	12
	2	98,3	10
	3	82,3	18
II	1	72,1	11
	2	64,8	9
	3	69,2	21

W świetle naszych badań rutwica rosnąca na glebie o odczynie obojętnym wyróżniała się wysokim poziomem wapnia – przeciętnie 18 g kg⁻¹ s.m. (tab. 4), co jest równoznaczne z zawartością 1,5 razy większą od pożądanej w żywieniu zwierząt trawożernych. Przy dłuższym żywieniu zwierząt zielonką rutwicy zagrożenie kalcinozą staje się bardzo realne. Rodzi się też istotne pytanie o poziom przyswajalności wapnia obecnego w roślinach tego gatunku. Na kwestię tą w odniesieniu do mniszka pospolitego zwrócili już wcześniej uwagę FALKOWSKI i WSP. (1983). Również BALETENTIENĖ i MIKULIONIENĖ

(2006) wskazują na rutwicę jako roślinę kalcyfilną. Ich zdaniem rośliny kumulowały bowiem przeciętnie 12,4 g wapnia w 1 kg s.m. Nie zmienia to jednak faktu, że ilościowe występowanie tego pierwiastka w ciągu trzech lat uprawy nie było duże i wahało się od 15,2 do 20,2 g kg⁻¹ s.m. Wykazane różnice w kumulowaniu wapnia w roślinach pomiędzy latami użytkowania są niewielkie. Również niewielkie zmiany daje się zauważyć w okresie wegetacji, przy wyższej predyspozycji do jego gromadzenia pod koniec lata. Dał też o sobie znać wpływ pogody na bardzo niski poziom wapnia w roślinach, który wystąpił wiosną w drugim roku użytkowania, kiedy wegetacja postępowała przy minimalnej ilości opadów – 53,2 mm dla odrostu, z czego 21,4 mm to opad jednorazowy. Nie stwierdzono też dużych wahań w obrębie odrostów, skoro współczynniki zmienności nie przekraczały wartości większej niż 23%.

Tabela 4. Występowanie wapnia w rutwicy wschodniej
Table 4. Occurrence of calcium in goat's rue

Rok użytkowania Year of use	Odrost – Regrowth	Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
I	1	16,5	17
	2	19,7	11
	3	20,2	19
II	1	15,2	23
	2	18,4	14
	3	19,2	16

W sferze fosforu (tab. 5) stwierdzono zdecydowany jego niedobór – około 40% mniej w odniesieniu do wartości uznawanej za optymalną w żywieniu zwierząt. Można stwierdzić, że taka sytuacja była rezultatem niezbyt wysokiego poziomu fosforu w glebie – 182 mg P w odniesieniu do 1 kg s.m. gleby. Przy wyłącznym skarmianiu rutwicy w dłuższym przedziale czasowym należy się więc liczyć z możliwością wystąpienia objawów niedoboru tego pierwiastka u zwierząt. Blisko dwukrotnie większą koncentrację fosforu w rutwicy stwierdzili BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ (2006), jednak wymienieni autorzy nie podają informacji o zawartości fosforu w glebie, ani też o innych warunkach siedliskowych. Na istotną i korzystną rolę aplikowanego w nawozach fosforu i potasu w kształtowaniu zawartości fosforu w rutwicy wskazują SYMANOWICZ i KALEMBASA (2010). W badaniach własnych dostrzeżono znaczną stabilność pod względem występowania tego pierwiastka w roślinach w okresie wegetacji, zwłaszcza w drugim roku pełnego użytkowania. Odnotowano jednak duże różnice w występowaniu tego pierwiastka w roślinach w poszczególnych latach. W pierwszym roku pełnego użytkowania – stwierdzono przeciętnie obecność 4,6 g w kg suchej masy rutwicy, a w drugim 2,9 g kg⁻¹ s.m., czyli o 37% mniej. Niewątpliwie może to być rezultatem trudnych warunków wegetacji jakie wówczas zaistniały (tab. 1). Należy też podkreślić, że w obydwu latach pełnego użytkowania stwierdzono niższe zawartości fosforu w rutwicy w porównaniu do jego zawartości w roślinach pochodzących z roku zasiewu.

Tabela 5. Występowanie fosforu w rutwicy wschodniej
Table 5. Occurrence of phosphorus in goat's rue

Rok użytkowania Year of use	Odrost – Regrowth	Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
I	1	4,1	18
	2	5,2	9
	3	4,6	13
II	1	2,9	14
	2	2,6	16
	3	3,2	21

W świetle naszych badań nad potasem rutwicę można uznać za roślinę kalifilną. Taką też ocenę uzyskała ona w badaniach BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ (2006). Nie potwierdzają jej w pełni SYMANOWICZ i KALEMBASA (2010), którzy w rutwicy stwierdzili obecność potasu na poziomie 13,5 g kg⁻¹ s.m. Dodać należy, że gleba na której wymienieni autorzy uprawiali tą roślinę zawierała 0,83 g K w kg gleby. Jak się okazuje w badaniach własnych rośliny rutwicy rosnące w warunkach obecności w glebie około 234 mg K w odniesieniu do 1 kg s.m. gleby, zarówno w roku siewu jak i w pierwszym roku pełnego użytkowania, kumulowały o około 70% więcej tego pierwiastka w porównaniu z poziomem optymalnym i taka sytuacja utrzymywała się przez cały okres wegetacji. Natomiast w drugim roku pełnego użytkowania tego zasiewu można dostrzec 40% niedobór potasu. Pod względem zawartości potasu sytuacja okazała się bowiem bardzo specyficzna (tab. 6). W pierwszym roku użytkowania rośliny rutwicy odznaczały się stężeniem tego składnika na poziomie blisko 29 g kg⁻¹ s.m., a w drugim roku już tylko na poziomie 10,5 g kg⁻¹ s.m. Takie zróżnicowanie jest reakcją roślin będących w trudnej sytuacji wilgotnościowej jaka wystąpiła w tym roku (tab. 1). W przypadku tego roku stwierdzono także wyższą zmienność w kumulacji potasu przez rośliny poszczególnych odrostów, zwłaszcza ostatniego. Współczynniki zmienności wynosiły bowiem od 16 do 25%. Należy też podkreślić, że wiosenne nawożenie uprawy rutwicy w ilości 120 kg K na ha nie mogło wywołać nadmiernej kumulacji tego pierwiastka tym bardziej, że zbiór pierwszego odrostu miał miejsce 74 dni od wykonanego nawożenia.

Tabela 6. Występowanie potasu w rutwicy wschodniej
Table 6. Occurrence of potassium in goat's rue

Rok użytkowania Year of use	Odrost – Regrowth	Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
I	1	29,7	14
	2	30,7	9
	3	24,9	11
II	1	10,1	16
	2	9,2	19
	3	12,4	25

Również w przypadku sodu zaistniała analogiczna, lecz przeciwna sytuacja (tab. 7). Jak się okazuje, w odniesieniu do wartości optymalnej, rośliny rutwicy gromadziły dwukrotnie więcej tego pierwiastka. Zapewne wysoka zasobność w sód jest cechą charakterystyczną rutwicy. Uzależnienie jego poziomu od nadmiaru lub niedoboru potasu w roślinach nie jest bowiem w tych warunkach polowych istotne. Natomiast na rutwicę jako roślinę ubogą w sód wskazują w świetle swoich badań BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ (2006), którzy oznaczyli w jej masie zaledwie 0,60 g Na w kg⁻¹ s.m. oraz SYMANOWICZ i KALEMBASA (2010), którzy wykazali obecność tego pierwiastka na poziomie 0,55 g kg⁻¹ s.m. Analizując zmiany zawartości sodu w ciągu okresu wegetacji można zauważyć pewną tendencję wzrostową. Istnieje też znaczna stabilność w występowaniu sodu w odrostach, gdyż współczynniki zmienności można uznać za niskie.

Tabela 7. Występowanie sodu w rutwicy wschodniej
Table 7. Occurrence of sodium in goat's rue

Rok użytkowania Year of use	Odrost – Regrowth	Średnia – Mean (g kg ⁻¹ s.m. DM)	Współczynnik zmienności Variation coefficient (%)
I	1	3,2	8
	2	4,3	14
	3	4,6	7
II	1	4,7	19
	2	3,9	15
	3	5,2	23

W świetle uzyskanych przez nas wyników rutwica jest gatunkiem zasobnym w magnez (tab. 8). Ewenementem można nazwać fakt, że jest to poziom zawsze optymalny w odniesieniu do zapotrzebowania zwierząt trawożernych na ten pierwiastek. Wykrywane ilości oscylują wokół wartości 2,0 g kg⁻¹ s.m. Również rośliny zebrane w roku siewu wykazywały optymalny poziom magnezu (tab. 2). Należy jednak zauważyć nieco niższy poziom tego pierwiastka we wiosennym odroście pierwszego roku użytkowania zasiewu. W sytuacji niezakłóconego wzrostu i rozwoju roślin w odniesieniu do pogody, jest to normalna reakcja roślin, która nie może stanowić w tym przypadku zaskoczenia. Warto też podkreślić, że gleba na której uprawiano rutwicę zawierała 46,5 mg Mg w 1 kg s.m. gleby. Na rutwicę jako roślinę magnezofilną wskazują również BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ (2006) stwierdzając w niej obecność magnezu na poziomie 3,6 g w kg⁻¹ s.m. oraz SYMANOWICZ i KALEMBASA (2010) którzy wykazali jego kumulację na poziomie 2,82 g na kg s.m. Znacznie wyższe zawartości tego pierwiastka w swoich badaniach uzyskał IGNACZAK (1997), gdzie w zależności od systemu użytkowania rutwicy jego poziom w roślinach wahał się od 4,6 do 11,3 g na kg s.m.

Naszym zdaniem rutwica wykazuje minimalną ilość krzemu (tab. 9) – przeciętnie 0,7 g kg⁻¹ s.m. W ten sposób wpisuje się w stwierdzenie, że rośliny dwuliścienne, także motylkowate odznaczają się niskim poziomem krzemu. FALKOWSKI i KUKUŁKA (1983) stwierdzają, że w badanych przez siebie roślinach motylkowatych zawartość krzemu

wahała się w granicach od 0,3 do 1,0 g kg⁻¹ s.m. Krzem obecny w rutwicy nie obniża więc w żaden sposób jej wartości pokarmowej. W badaniach własnych uwagę zwraca także znaczna labilność w jego występowaniu czego wyrazem są współczynniki zmienności.

Tabela 8. Występowanie magnezu w rutwicy wschodniej
Table 8. Occurrence of magnesium in goat's rue

Rok użytkowania Year of use	Odrost – Regrowth	Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
I	1	1,2	12
	2	2,1	10
	3	1,8	17
II	1	2,3	8
	2	2,1	16
	3	2,5	19

Tabela 9. Występowanie krzemu w rutwicy wschodniej
Table 9. Occurrence of silicon in goat's rue

Rok użytkowania Year of use	Odrost – Regrowth	Zawartość (g kg ⁻¹ s.m.) Content (g kg ⁻¹ DM)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
I	1	0,78	22
	2	0,84	18
	3	0,59	26
II	1	0,65	17
	2	0,72	29
	3	0,52	34

Badania nad występowaniem mikroelementów miały mniejszy zakres i obejmowały pierwszy rok pełnego użytkowania zasiewu rutwicy. Należy podkreślić, że wzrost i rozwój roślin występował w korzystnych, pod względem pogody warunkach. Wyniki analiz wykazują duże ilościowe zróżnicowanie w ich występowaniu, czego wyrazem są współczynniki zmienności. Nie układały się one jednak regularnie, toteż zrezygnowano z podawania wartości w poszczególnych odrostach, a ograniczono się do podania średniej rocznej wartości oraz wartości minimalnej i maksymalnej danego pierwiastka (tab. 10).

W świetle naszych badań analitycznych rutwica nie jest rośliną zasobną w miedź. Skarmianie rutwicy z pola doświadczalnego pokrywało zaledwie w połowie zapotrzebowanie zwierząt na ten pierwiastek. Zapewne jest to rezultat małej zasobności gleby w miedź, skoro wykazywała ona zawartość 2,84 mg Cu w kg⁻¹ s.m. gleby. Również w roślinach rutwicy pochodzących z upraw na Litwie stwierdzono niezbyt wysoką zawartość miedzi – przeciętnie 8,0 mg w kg⁻¹ s.m. (BALETENTIENĒ i MIKULIONIENĒ, 2006).

Zawartość cynku na poziomie 50 mg w kg^{-1} s.m. pasz zielonych przyjmuje się jako normę. Według naszych badań rutwica zawierała przeciętnie 30 mg w kg^{-1} s.m., a zatem wykazywała daleko idący niedobór. Zapewne jest to rezultatem niskiej zawartości cynku w glebie, a w naszych warunkach doświadczalnych gleba zawierała przeciętnie 10,21 mg w kg^{-1} s.m. gleby. Warto zauważyć, że w badaniach BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ (2006) w rutwicy wykrywano przeciętnie zaledwie 15 mg Zn w kg^{-1} s.m. roślin.

W roślinach rutwicy wykryto też niewielkie ilości chromu – przeciętnie 0,76 mg kg^{-1} s.m. Odchylenia w ilościowym występowaniu tego pierwiastka były bardzo duże o czym świadczy współczynnik zmienności. Podobne zawartości chromu w rutwicy wykazali BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ (2006) oraz SYMANOWICZ i KALEMBASA (2011b). FALKOWSKI i WSP. (2000) podają, że w runi pastwiska wypasanego może być kumulowane 10 mg chromu, a nie wypasanego zaledwie 0,2 mg w kg^{-1} s.m.

Zawartość manganu w rutwicy wahała się w przedziale od 25,1 do 196,01 mg w kg^{-1} s.m. FALKOWSKI i WSP. (2000) podają, że 10–20 mg manganu w kg^{-1} s.m. pokrywa zapotrzebowanie roślin na ten składnik. W glebie na której uprawiano rutwicę występowało 71,83 mg kg^{-1} s.m. gleby. Wobec takiej zawartości można stwierdzić, że rutwica nie może budzić zastrzeżeń w żywieniu zwierząt. Warto też zaznaczyć, że w warunkach uprawy polowej rutwicy na Litwie rutwica wykazywała zdecydowanie mniej tego pierwiastka – przeciętnie 12 mg kg^{-1} s.m.

Na podstawie naszych badań analitycznych w sferze występowania żelaza w rutwicy można stwierdzić, że wykryte ilości gwarantowały prawidłowy ich wzrost i rozwój oraz pokrycie zapotrzebowania zwierząt na ten pierwiastek określany na 30 mg kg^{-1} s.m. Zdecydowanie niższe zawartości żelaza – około 100 mg kg^{-1} s.m. wykryli w rutwicy BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ (2006).

Jeżeli chodzi o nikiel to podaje się, że występuje on w roślinach w bardzo szerokich granicach od 0,1 do 5 mg kg^{-1} s.m. Według wyników przez nas uzyskanych rutwica jest uboga w ten mikrośkładnik, gdyż zawiera od 0,267 do 3,44 mg kg^{-1} s.m. Takie ilości nie ograniczają wzrostu i rozwoju tego gatunku.

Jak wynika z naszych badań rutwica gromadzi przeciętnie 18,42 mg boru w kg^{-1} s.m. Podaje się, że w roślinach motylkowatych może występować do 50 mg kg^{-1} s.m. tego pierwiastka. A zatem i w tym przypadku skarmiane rutwicy nie stanowi zagrożenia dla zdrowia zwierząt.

Wpływający negatywnie na wartość pokarmową pasz zielonych kadm jest naszym zdaniem obecny w rutwicy w minimalnych ilościach, zaledwie 0,059 mg w kg^{-1} s.m. Podobną sytuację stwierdzają SYMANOWICZ i KALEMBASA (2011a). Zapewne w naszej sytuacji pierwiastek ten nie zaznacza swojej obecności, gdyż nawet w odległych okolicach nie ma żadnych źródeł emisji kadmu. Dla roślin motylkowatych objawy fitotoksyczne pojawiają się przy koncentracji kadmu powyżej 5 mg kg^{-1} s.m. (UNDERWOOD, 1971; SYMANOWICZ i KALEMBASA, 2011a). Według GORLACHA (1991) zawartość tego składnika w roślinach już powyżej 1 mg kg^{-1} s.m. jest uważana za nadmierną.

W naszych badaniach analitycznych rutwicy uwzględniono także ołów. Rośliny rutwicy zawierały przeciętnie 0,79 mg ołowiu w kg^{-1} s.m. Ilość tą należy uznać za marginalną. Dodać należy, że zasiew rutwicy był w dużym oddaleniu od ewentualnych źródeł zanieczyszczenia powietrza czy gleby. W literaturze podawane są jednak wyższe

zawartości tego pierwiastka spotykane w rutwicy (BALETENTIENĚ i MIKULIONIENĚ, 2006).

Z naszych badań wynika, że rutwica kumulowała niewielkie ilości rtęci – przeciętnie 0,012 mg w kg⁻¹ s.m. Tymczasem podaje się, że zawartość rtęci w roślinach nie powinna przekraczać 0,04 mg w kg⁻¹ s.m. A zatem skarmianie tym gatunkiem nie wywołuje zagrożenia dla życia i zdrowia zwierząt.

Tabela 10. Występowanie mikroelementów w rutwicy wschodniej
Table 10. The occurrence of trace elements in goat's rue

Składnik – Component	Zawartość (mg kg ⁻¹ s.m.) Content (mg kg ⁻¹ DM)	Wahania (minimalna – maksymalna) Fluctuations (minimum – maximum)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
Miedź – Copper	4,53	1,94 – 7,41	28
Cynk – Zinc	30,65	18,85 – 70,51	24
Chrom – Chromium	0,76	0,23 – 1,86	46
Mangan – Manganese	83,85	25,11 – 196,01	38
Żelazo – Iron	226,14	58,04 – 563,11	44
Nikiel – Nickel	0,592	0,19 – 3,44	86
Bor – Boron	18,42	2,36 – 31,05	42
Kadm – Cadmium	0,059	0,006 – 0,132	49
Ołów – Lead	0,78	0,125 – 1,82	75
Rtęć – Mercury	0,012	0,002 – 0,025	47

4. Wnioski

- Wyniki badań własnych nad składem mineralnym rutwicy dają podstawy do stwierdzenia, że ilościowe występowanie makroskładników i mikroskładników można uznać jako cechę charakterystyczną tego gatunku.
- Rutwica wyróżnia się dużym udziałem popiołu surowego, a w szczególności zawartością wapnia, potasu i sodu, optymalną koncentracją magnezu, a niedoborem fosforu. Wykazuje też bardzo niski poziom krzemu.
- W sferze mikroskładników uwagę zwraca niedobór miedzi i cynku, niewielka ilość niklu, chromu i boru. Mangan i żelazo występują w zadawalających ilościach, a poziom kadmu, rtęci i ołowiu nie stanowi zagrożenia dla jakości paszy.
- Na poziom składników mineralnych w rutwicy wywierają wpływ warunki pogodowe – opady i temperatura powietrza modyfikując zawartość większości badanych składników mineralnych, tak w okresie wegetacji jak i w latach użytkowania uprawy rutwicy.
- Makroskładniki obecne w rutwicy wykazują dużą stabilność w sferze ilościowego ich występowania, natomiast mikroskładniki charakteryzują się dużą zmiennością.
- Rutwicę należy za interesującą roślinę pastewną w odniesieniu do składu mineralnego. Jej wykorzystanie w żywieniu zwierząt trawożernych nie może budzić zastrzeżeń poza zawartością fosforu.

Literatura

- BALETENTIENĒ L., MIKULIONIENĒ S., 2006. Chemical composition of *galega* mixtures silages. *Agronomy Research*, 4, (2), 483–492.
- BULANENKOVA E.P., 1989. Kozljatnik vostochnyj. In: Mordovskoj ASSR, Tezisy Dokl. Vsesojuznoj Nauchno – Produkcynoj. Konferencja Kiev – Belaja Cerkev, 22– 23.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., 1983. Ilościowe występowanie krzemu jako cecha charakterystyczna roślin jedno i dwuliściennych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 276, 169–178.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S., 1983. Zmienność w stosunkach ilościowych związków wapnia w roślinach łąkowych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 276, 73–80.
- FALKOWSKI M., KUKUŁKA I., KOZŁOWSKI S., 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wydawnictwo AR. Poznań.
- GORLACH E., 1991. Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach pastewnych jako miernik ich wartości. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie*, 34 (262), 13–22.
- HARASIMOWICZ-HERMANN G., IGNACZAK S., ANDRZEJEWSKA J., KRASICKA-KORCZYŃSKA E., WOJNOWSKA T., KOC J., SIENKIEWICZ S. SZYM CZYK S., 1998. Systemy konserwacji gleby odłogowanej – potencjalna produkcyjność ugoru obsianego w roku siewu. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, 5, 213–224.
- IGNACZAK S. 1997. Porównanie tradycyjnego i ekstensywnego systemu użytkowania rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.). *Biuletyn Oceny Odmian*, 29, 143–148.
- IGNACZAK S., 1999. Wartość zielonki z rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) jako surowca dla różnych form paszy. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 468, 145–157.
- RAIG H., METLITSKAJA J, MERIPÓLD H., NÕMMSALU H., 2001. The history of adaptation and introduction of fodder galega. In: *Fodder galega*. Compiled by H. Raig, H. Nõmmsalu, H. Meripõld, J. Metlitskaja. Edited by H. Nõmmsalu Estonian Research Institute of Agriculture Saku, 7–12.
- SIENKIEWICZ S., WOJNOWSKA T. PILEJCZYK D., 1999. Plonowanie rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) oraz zawartość związków organicznych w zależności od zróżnicowanego nawożenia fosforowo-potasowego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 468, 223–232.
- SYMANOWICZ B., APPEL Th., KALEMBASA S., 2004. „Goat’s rue” (*Galega orientalis* Lam.) a plant with multi-directional possibilities of use for agriculture. Part III. The influence of the infection of *Galega orientalis* seeds on the content of trace elements. *Polish Journal Soil Sciences*, XXXVII, (1), 11–20.
- SYMANOWICZ B., KALEMBASA S., 2010. Wpływ nawożenia fosforowo-potasowego na plon i zawartość makroelementów w biomase rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.). *Fragmenta Agronomica*, 27 (1), 177–185.
- SYMANOWICZ B., KALEMBASA S., 2011a. Pobieranie kadmu i ołowiu przez biomase rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w zależności od okresu trwania uprawy i fazy rozwojowej. *Inżynieria Ekologiczna*, 27, 211–218.
- SYMANOWICZ B., KALEMBASA S., 2011b. Zmiany zawartości niklu i chromu w biomase rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w zależności od okresu trwania uprawy i fazy rozwojowej. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 49, 525–532.
- UNDERWOOD E., 1971. Żywienie mineralne zwierząt. PWRiL Warszawa, 282.

VARIS E., 1986. Goat's rue (*Galega orientalis* Lam.), a potential pasture legume for temperate conditions. *Journal Agricultural Sciences*, in Finland, 58, 83–101.

Occurrence of mineral constituents in *Galega orientalis* from the point of view of its fodder utilisation

S. KOZŁOWSKI¹, W. ZIELEWICZ¹, W. LIPIŃSKI²

¹*Department of Grassland and Natural Landscape Sciences, Poznań University of Life Sciences*

²*National Agrochemical Station in Warsaw*

Summary

Experiments on the chemical composition of goat's rue were carried out on the material of this plant derived from the field cultivation of this species and included macro- and microelements which are essential in animal nutrition. The investigations comprised the regrowth obtained in the year of sowing of goat's rue as well as three regrowths harvested during next two years of utilisation of this crop plant species. The results of our experiments regarding mineral composition of goat's rue allowed us to conclude that the quantitative occurrence of macro- and microelements can be treated as a characteristic feature of this plant species. *Galega orientalis* distinguishes itself by high proportions of crude ash, in particular by the content of calcium, potassium and sodium, optimal magnesium concentration and deficiency of phosphorus. In addition, it shows a very low level of silicon. With respect to microelements, the plant is characterised by shortages of copper and zinc as well as small amounts of nickel, chromium and boron. Manganese and iron occur in sufficient quantities, whereas levels of cadmium, mercury and lead do not pose a threat to fodder quality. Weather conditions, i.e. precipitation and temperature, affect levels of mineral constituents in goat's rue by modification in the contents of the majority of the examined mineral components during the period of its vegetation as well as in years of its utilisation. Macroelements present in goat's rue exhibited considerable quantitative stability, while microelements were characterised by high variability. Goat's rue should be considered as an interesting fodder plant with respect to its mineral composition. With the exception of phosphorus, the application of this plant species in ruminant animal nutrition arises no reservations.

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Prof. dr hab. Stanisław Kozłowski

Katedra Łąkarstwa i Krajobrazu Przyrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań

tel. 61 848 74 24, fax. 61 848 76 12

e-mail: sknardus@up.poznan.pl

