

Barbara SYMANOWICZ¹ i Stanisław KALEMBASA¹

DYNAMIKA POBIERANIA WAPNIA I MAGNEZU PRZEZ BIOMASĘ RUTWICY WSCHODNIEJ (*Galega orientalis* Lam.)

DYNAMIC OF CALCIUM AND MAGNESIUM UPTAKE BY BIOMASS OF GOAT'S RUE (*Galega orientalis* Lam.)

Abstrakt: Wapń i magnez należą do makroelementów, których optymalna zawartość w paszy korzystnie wpływa na jej jakość. Celem przeprowadzonych badań było prześledzenie zmian w zawartości wapnia i magnezu w biomacie rutwicy wschodniej w zależności od roku uprawy i fazy rozwojowej. Wyniki badań uzyskano na podstawie dwóch doświadczeń polowych prowadzonych trzeci i siódmy rok. Podczas zbioru pobrano próbki z 1 m² w następujących fazach rozwojowych: pąkowanie, początek kwitnienia, pełnia kwitnienia, koniec kwitnienia i dojrzałość pełna. Następnie próbki te wysuszono i rozdrobniono. Wapń i magnez oznaczono metodą ICP-AES po mineralizacji „na sucho”. Obliczenia statystyczne wykazały istotne zróżnicowanie w zawartości wapnia i magnezu w biomacie rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w zależności od roku uprawy i fazy rozwojowej. Średnia zawartość wapnia w suchej masie rośliny testowej wynosiła 15,57 g · kg⁻¹, a magnezu 2,54 g · kg⁻¹. Rozpatrując poszczególne fazy rozwojowe rutwicy wschodniej, należy stwierdzić, że w fazie koniec kwitnienia oznaczono najwyższą zawartość wapnia, natomiast magnezu w fazie dojrzałości pełnej.

Słowa kluczowe: rutwica wschodnia (*Galega orientalis* Lam.), wapń, magnez, rok uprawy, faza rozwojowa, biomasa

Rutwica wschodnia (*Galega orientalis* Lam.) jest wieloletnią rośliną bobowatą o dużych zdolnościach i możliwościach biologicznej redukcji azotu molekularnego, średnio 379,7 kg N · ha⁻¹ [1]. Uzyskanie wysokich plonów biomasy wskazuje na wysoką opłacalność i możliwość uprawy tej rośliny na cele paszowe. W rolnictwie może być wykorzystywana jako pasza dla zwierząt w formie zielonki, siana, suszu, kiszonki i koncentratu białkowego [2]. W roślinach przeznaczonych na paszę ważne jest monitorowanie zawartości poszczególnych pierwiastków, ponieważ ich niedobór lub nadmiar wpływa ujemnie na jakość uzyskanej paszy, a także na stan zdrowia zwierząt.

Celem przeprowadzonych badań było prześledzenie zmian w zawartości wapnia i magnezu w biomacie rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w zależności od roku uprawy i fazy rozwojowej.

Materiał i metody

Doświadczenia polowe prowadzono na glebie wytworzonej z piasku gliniastego, która zawierała 11,5 g · kg⁻¹ węgla w związkach organicznych, 0,1 g · kg⁻¹ azotu całkowitego, pH w 1 mol KCl · dm⁻³ - 6,6. Zasobność gleby w przyswajalne formy fosforu i potasu oznaczoną metodą Egnera-Riehma określono jako wysoką (80 mg · kg⁻¹P i 140 mg · kg⁻¹K), a magnezu oznaczoną metodą Schachtschabela jako średnią (50 mg · kg⁻¹). Ogólna zawartość Ca w glebie, na której uprawiano rutwicę trzeci rok

¹ Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, tel. 25 643 13 84, fax 25 643 13 52, email: bsymanowicz@uph.edu.pl, kalembasa@uph.edu.pl

wynosiła $7,88 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, natomiast w siódmym roku uprawy $5,61 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Zawartość magnezu w wierzchniej warstwie gleby wynosiła $0,84 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ pod rutwicą uprawianą w trzecim roku i $0,68 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w siódmym roku uprawy. Siew rutwicy wschodniej wykonywano w maju 1997 i 2001 roku na głębokość ($2 \div 3$) cm w ilości $24 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w rzędy (12-15) cm. Skaryfikowane nasiona wysiano do gleby zainfekowanej szczepem bakterii *Rhizobium galegae*. W czasie wegetacji prowadzono zabiegi pielęgnacyjne związane z niszczeniem chwastów oraz utrzymywano optymalną wilgotność (deszczowanie). Podczas zbioru zielonej masy rutwicy w 2003 roku z obu pól (3 i 7 rok prowadzenia doświadczenia) pobierano próbki z powierzchni 1 m^2 w następujących fazach rozwojowych: pąkowanie, początek kwitnienia, pełnia kwitnienia, koniec kwitnienia i dojrzałość pełna. Pobrane próbki wysuszono, w części oddzielono liście i łodygi, następnie zmielono. W tak przygotowanym materiale zawartość wapnia i magnezu oznaczono po mineralizacji na „sucho” metodą ICP-AES [3]. Wyniki oznaczeń opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji, a istotne różnice obliczono, wykorzystując test Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Warunki pogodowe w tym sezonie wegetacyjnym 2003 (tab. 1) były niesprzyjające dla upraw polowych. Na szczególną uwagę zasługuje bardzo mała ilość opadów. Była ona około 3-krotnie niższa od średniej z wielolecia. Miało to istotny wpływ na zmiany zawartości wapnia i magnezu w badanych fazach rozwojowych rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.).

Tabela 1
Opady atmosferyczne i temperatura powietrza w 2003 roku (dane z punktu pomiarowego w Siedlcach)

Table 1

Rainfall and air temperature in 2003. Measurement point in Siedlce

Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Suma lub średnia
Miesięczna suma opadów [mm]					
37,2	26,6	26,1	4,7	24,3	118,9
Suma miesięczna wieloletnia opadów [mm]					
50,0	75,0	80,0	68,0	47,3	320,3
Średnia miesięczna temperatura [°C]					
15,6	18,4	20,0	18,4	13,5	18,5
Średnia wieloletnia temperatura [°C]					
12,6	16,6	17,7	26,9	12,7	17,3

Średnia zawartość wapnia w suchej masie rutwicy wschodniej wynosiła $15,57 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 2) i była istotnie zróżnicowana pod wpływem badanych czynników oraz ich współdziałania. Uzyskane wyniki mieściły się w zakresie dopuszczalnych liczb granicznych dla pasz [4]. Istotnie największą zawartość wapnia oznaczono w biomasie rośliny testowej w trzecim roku prowadzenia badań ($17,99 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.). Rozpatrując wpływ fazy rozwojowej na poziom Ca w suchej masie badanej rośliny, należy uznać, że w okresie dojrzałości pełnej rutwica nagromadziła największe ilości wapnia ($23,10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Obliczenia statystyczne wykazały istotne różnice w zawartości wapnia pomiędzy kolejnymi fazami rozwojowymi i fazą pełnej dojrzałości. Uzyskane wyniki

analiz w fazie pąkowania znalazły potwierdzenie w badaniach [5], w których analizowano wpływ nawożenia fosforowo-potasowego na plon i zawartość makroelementów w biomacie rutwicy wschodniej. Decydujący wpływ na duże pobranie wapnia przez biomasę rośliny testowej miały również warunki pogodowe, odczyn gleby oraz zawartość wapnia w glebie.

Tabela 2

Zawartość wapnia [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.] w biomacie rutwicy wschodniej

Table 2

The content of calcium [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ d.m.] in biomass of goat's rue

Kolejny rok badań (A)	Faza rozwojowa (B)					Średnia
	pąkowanie	początek kwitnienia	pełnia kwitnienia	koniec kwitnienia	dojrzałość pełna	
Trzeci	10,97	15,27	17,53	23,09	23,10	17,99
Siódmy	10,28	9,44	10,42	18,10	17,56	13,16
Średnia	10,62	12,35	13,98	20,59	20,33	15,57

NIR_{0,05} dla: - lat (A) - 0,61; - fazy rozwojowej (B); - interakcji (AxB) - 1,36; - interakcji (BxA) - 1,94

Średnia zawartość magnezu w suchej masie rutwicy wschodniej wynosiła $2,54 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 3) i była istotnie zróżnicowana pod wpływem badanych czynników oraz ich współdziałania. Istotnie największą zawartość magnezu oznaczono w biomacie rośliny testowej w trzecim roku prowadzenia badań ($2,74 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.). Rozpatrując wpływ fazy rozwojowej na poziom zawartości Mg w suchej masie badanej rośliny, stwierdzono, że w fazie dojrzałości pełnej rutwica nagromadziła największe ilości magnezu ($2,87 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$). Obliczenia statystyczne wykazały istotne różnice w zawartości magnezu pomiędzy fazą pąkowania i fazą pełnia kwitnienia, koniec kwitnienia, dojrzałość pełna. Uzyskane wyniki były wyższe od tych, jakie uzyskali autorzy w badaniach nad wpływem szczepienia nasion rutwicy wschodniej na zawartość makroelementów [6]. Na duży stopień uruchamiania magnezu z gleby i włączania jego do obiegu w uprawie roślin wieloletnich, w tym również rutwicy wschodniej wskazują badania innych autorów [7, 8].

Tabela 3

Zawartość magnezu [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.] w biomacie rutwicy wschodniej

Table 3

The content of magnesium [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ d.m.] in biomass of goat's rue

Kolejny rok badań (A)	Faza rozwojowa (B)					Średnia
	pąkowanie	początek kwitnienia	pełnia kwitnienia	koniec kwitnienia	dojrzałość pełna	
Trzeci	2,18	2,45	3,01	2,93	3,15	2,74
Siódmy	2,40	2,09	2,26	2,36	2,60	2,34
Średnia	2,29	2,27	2,63	2,64	2,87	2,54

NIR_{0,05} dla: - lat (A) - 0,07; - fazy rozwojowej (B) - 0,16; - interakcji (AxB) - 0,22; - interakcji (BxA) - 0,15

Średni stosunek wapnia do magnezu w roślinie testowej kształtował się na poziomie 6,12:1 (tab. 4) i mieścił się w zakresie dopuszczalnym dla pasz, który wynosi od 3:1 do 6,5:1 [4, 9]. W trzecim roku badań stosunek Ca do Mg nieznacznie przekroczył dopuszczalny zakres. Rozpatrując poszczególne fazy rozwojowe rutwicy wschodniej, należy stwierdzić, że oznaczona zawartość wapnia i magnezu w fazie pąkowania ukształtowała stosunek Ca do Mg na optymalnym poziomie (4,64:1). Jest to zjawisko

korzystne, ponieważ w fazie pąkowania powinno się zbierać rutwicę z przeznaczeniem na bezpośrednie skarmianie lub produkcję suszu. Znacznie niższy stosunek Ca do Mg (2,7:1) uzyskał w swoich badaniach Ignaczak [10], w których badał jakość plonu zielonki z pierwszego pokosu zebranego wiosną w fazie pąkowania.

Tabela 4

Stosunki molarne Ca : Mg w biomase rutwicy wschodniej

Table 4

The values of molar ratio Ca : Mg in biomass of goat's rue

Kolejny rok badań (A)	Faza rozwojowa (B)					Średnia
	pąkowanie	początek kwitnienia	pełnia kwitnienia	koniec kwitnienia	dojrzałość pełna	
Trzeci	5,03 : 1	6,23 : 1	5,82 : 1	7,88 : 1	7,33 : 1	6,56 : 1
Siódmy	4,28 : 1	4,52 : 1	4,62 : 1	7,67 : 1	6,75 : 1	5,62 : 1
Średnia	4,64 : 1	5,44 : 1	5,31 : 1	7,80 : 1	7,08 : 1	6,12 : 1

Szeroki stosunek wapnia do magnezu obliczony dla rutwicy wschodniej zebranej w fazach koniec kwitnienia i dojrzałość pełna wskazuje na brak możliwości stosowania takiej paszy w żywieniu zwierząt [4].

Wnioski

1. Istotnie największe ilości badanych pierwiastków zawierała rutwica wschodnia w trzecim roku trwania plantacji.
2. Największą zawartość wapnia stwierdzono w fazie dojrzałości pełnej, a magnezu w fazie pełni kwitnienia badanej rośliny.
3. Duża zawartość wapnia w biomase rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) ukształtowała na wysokim poziomie stosunek Ca:Mg.

Literatura

- [1] Symanowicz B, Pala J, Kalembasa S. Wpływ procesu biologicznej redukcji N₂ na pobranie azotu przez rutwicę wschodnią (*Galega orientalis* Lam.). Acta Sci Pol Agricultura. 2005;4(2):93-99.
- [2] Kalembasa S, Symanowicz B. Quantitative abilities of biological nitrogen reduction for *Rhizobium galegae* cultures by goat's rue. Ecol Chem Eng A. 2010;17(7):757-764.
- [3] Szczepaniak W. Metody instrumentalne w analizie chemicznej. Warszawa; Wyd Nauk PWN; 2005.
- [4] Jamroz D, Buraczewski S, Kamiński J. Żywienie zwierząt i paszoznawstwo. Cz. 1 Fizjologiczne i biochemiczne podstawy żywienia zwierząt. Warszawa: Wyd Nauk PWN; 2001.
- [5] Symanowicz B, Kalembasa S. Wpływ nawożenia fosforowo-potasowego na plon i zawartość makroelementów w biomase rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.). Fragn Agron. 2010;27(1):177-185.
- [6] Symanowicz B, Appel Th, Kalembasa S. „Goat's rue” (*Galega orientalis* Lam.) - a plant with many agricultural uses. Part II. The influence of inoculation on the seed of *Galega orientalis* vis-à-vis the content of their macroelements and mutual ratios. Polish J Soil Sci. 2004;XXXVII(1):11-20.
- [7] Raig H, Nömmsalu H, Meripõld H, Metlitskaja J. Fodder Galega. Monographia, Saku; 2001.
- [8] Żarczyński P, Sienkiewicz P, Krzebietke S. Accumulation of macroelements in plants on newly established fallows. J Elementol. 2008;13(3):455-461.
- [9] Grynia M. Łąkarstwo. Poznań: Wyd AR; 1995.
- [10] Ignaczak S. Wartość zielonki z rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) jako surowca dla różnych form pasz. Zesz Probl Post Nauk Roln. 1999;468:145-157.

DYNAMIC OF CALCIUM AND MAGNESIUM UPTAKE BY BIOMASS OF GOAT'S RUE (*Galega orientalis* Lam.)

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Siedlce University of Natural Sciences and Humanities

Abstract: The calcium and magnesium belong to the macroelements which the optimal content in the fodder have positive influence on their quality. The aim of this investigation was estimation of the year of cultivation and the growth phase. The presented results were obtained on the base of two field experiment carried out in the third and seventh year of cultivation. During the harvesting samples of the goat rue biomass were taken from the area of 1 m² in the following growth phase: budding, begin of flowering, full flowering and of flowering and full ripeness. After that the samples were dried and crushed. Calcium and magnesium were determined by ICP-EAS method in solution obtained after dry combination method of biomass. The content of calcium and magnesium were significantly differentiated in the biomass of goat rue upon the influence of year cultivation and the growth phase. Statistical calculations showed significant differences in calcium and magnesium content in the biomass goat's rue east, depending on the year of cultivation and development phase. The mean content of calcium in the dry mass of goat rue biomass reached 15.57 g · kg⁻¹ and magnesium 2.54 g · kg⁻¹. Considering the different development phases eastern goat's rue, you should say in the end of flowering phase, marked the largest calcium and magnesium in the phase of full ripeness.

Keywords: goat's rue, calcium, magnesium, year of cultivation, development stage, biomass