

WPLYW NAWOŻENIA FOSFOROWO-POTASOWEGO NA PLON I ZAWARTOŚĆ MAKROELEMENTÓW W BIOMASIE RUTWICY WSCHODNIEJ (*GALEGA ORIENTALIS* LAM.)

BARBARA SYMANOWICZ, STANISŁAW KALEMBASA

Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, Akademia Podlaska w Siedlcach

bsymanowicz@ap.siedlce.pl

Synopsis. W pracy przedstawiono plon suchej masy rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) uprawianej w latach 2005–2007 oraz zmiany w zawartości makroelementów w biomacie pod wpływem nawożenia PK. W każdym roku badań zbierano trzy pokosy rośliny testowej w fazie pąkowania. Istotnie największe plony suchej masy rutwicy uzyskano pod wpływem nawożenia $P_{50}K_{200}$ we wszystkich latach badań. Obliczenia statystyczne wykazały istotne obniżenie plonu rośliny testowej w kolejnych latach i pokosach. Zastosowane nawożenie fosforowo-potasowe istotnie zróżnicowało zawartość N, P, K, Ca, Mg, Na i S w suchej masie biomasy rutwicy wschodniej.

Słowa kluczowe – *key words*: rutwica – *goat's rue*, nawożenie mineralne – *mineral fertilization*, plon – *yield*, zawartość makroelementów – *content of macroelements*

WSTĘP

Rutwica wschodnia (*Galega orientalis* Lam.) jest wieloletnią rośliną bobowatą (motylkowatą), pochodzącą z Kaukazu. Może być wykorzystywana jako pasza dla zwierząt w formie zielonki, siana, suszu, kiszonki i koncentratu białkowego. Jest bogatym źródłem makro- i mikroelementów [Raig i in. 2001, Symanowicz i Kalembasa 2004, Kalembasa i Symanowicz 2009]. Rutwica wschodnia po wieloletniej uprawie może być dobrym również przedplonem dla pszenicy ozimej [Ignaczak i Szczepanek 2005]. Wielokierunkowe badania własne, jak również inne [Andrzejewska i Ignaczak 2001], wykazały duże możliwości biologicznej redukcji N_2 przez rutwicę wschodnią, dzięki zastosowaniu izotopu ^{15}N i infekcji nasion bakteriami *Rhizobium galegae* [Borowiecki 2004, Heichel i in. 1984, Peoples i in. 1995, Symanowicz i in. 2005]. Uprawa roślin bobowatych (motylkowatych) jest bardzo ważna ze względów ekonomicznych (wysokie ceny nawozów azotowych). Decydujący wpływ na plon i skład chemiczny biomasy tych roślin mają następujące czynniki: gleba, warunki atmosferyczne, nawożenie, faza rozwojowa, rok uprawy i duża odporność na choroby grzybowe i wirusowe [Valkonen 1993, Virkajärvi i Varis 1991].

W pracy przyjęto hipotezę badawczą, że wybór optymalnej dawki nawożenia fosforowo-potasowego pozwoli osiągnąć wysoki plon oraz optymalny poziom zawartości makroelementów w suchej masie rutwicy wschodniej.

Celem przedstawionych badań było określenie wpływu nawożenia fosforem i potasem na plon i zawartość makroelementów w biomacie rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.).

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe trzyletnie przeprowadzono w latach 2005–2007 na plantacji założonej w 1997 na polach obiektu szklarniowego należącego do Akademii Podlaskiej (52°17' N, 22°28' E). Gleba, na której uprawiano rutwicę wytworzona była z piasku gliniastego mocnego, charakteryzowała się odczynem obojętnym i zawierała następujące ilości form ogólnych makroelementów w g·kg⁻¹: C – 31,1; N – 2,18; P – 1,03; K – 0,83; Ca – 7,01; Mg – 0,81; Na – 0,23; S – 0,45. Zasobność w przyswajalny fosfor i potas oznaczoną metodą Egnera-Riehma określono jako średnią, a zasobność w przyswajalny magnez oznaczony metodą Schachtschabela jako niską. W badaniach uwzględniono następujące obiekty nawozowe: obiekt kontrolny, P₅₀, K₁₀₀, P₅₀K₁₅₀, P₅₀K₂₀₀, P₅₀K₂₅₀. Nawozy fosforowe w formie superfosfatu potrójnego stosowano jesienią, a potasowe w formie soli potasowej 60% stosowano w dwóch dawkach (wczesną wiosną i po I pokosie).

W każdym roku badań zbierano trzy pokosy rośliny testowej w fazie pąkowania w okresie: I pokos – 29 maja; II pokos – 29 lipca; III pokos – 29 września. Określono plon suchej masy rutwicy wschodniej. Podczas zbioru kolejnych pokosów zielonej masy pobierano próby całych roślin, które następnie wysuszono i rozdrobniono. Azot całkowity oznaczono na autoanalyzerze CHNS/O, a po mineralizacji „na sucho” oznaczono zawartość makroelementów metodą ICP-AES na spektrofotometrze emisyjnym z plazmą wzbudzaną indukcyjnie [Szczepaniak 2005].

Średnie temperatury w kolejnych latach uprawy rutwicy były wyższe od średniej z wielolecia (tab. 1). Mniejsze ilości opadów w latach 2005 i 2007, szczególnie na początku wegetacji, mogły mieć wpływ na wysokość plonu I pokosu rutwicy wschodniej. Wysokie temperatury oraz niskie opady w lipcu 2006 spowodowały zmniejszenie plonu rutwicy II pokosu w tymże roku.

Wyniki oznaczeń opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji według programu FR ANALWAR, a istotne różnice obliczono wykorzystując test Tukey'a przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań
Table 1. Meteorological conditions during the studies

Lata – Years	Miesiące – Months						Średnia/Suma Mean/Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Temperatura – Temperature (°C)							
2005	8,6	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0	15,0
2006	8,4	13,6	17,2	22,3	18,0	15,4	15,8
2007	8,3	14,5	18,2	18,5	18,6	13,1	15,2
1981 – 1995	7,7	10,0	16,1	19,3	18,0	13,0	11,4
Opady – Rainfall (mm)							
2005	12,3	64,7	44,4	86,5	45,4	15,8	268,8
2006	29,8	39,6	24,0	16,2	227,6	22,0	359,2
2007	21,2	59,1	59,9	70,2	31,1	67,6	309,1
1981 – 1995	52,3	50,0	68,2	45,7	66,8	60,7	343,7

WYNIKI I DYSKUSJA

Średni plon suchej masy rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) wynosił 8,33 t·ha⁻¹ i był istotnie zróżnicowany w zależności od badanych czynników (tab. 2). Największe plony suchej masy rośliny testowej uzyskano podczas zbioru I pokosu (średnio z 3 lat). Plon rutwicy wschodniej zebranej z II i III pokosem był mniejszy (odpowiednio o 37 i 29%) w odniesieniu do I pokosu. W kolejnych latach uprawy nastąpiło istotne obniżanie plonu suchej masy rutwicy. Istotnie większe plony w odniesieniu do obiektu kontrolnego uzyskano pod wpływem nawożenia P₅₀K₂₀₀. Uzyskane plony suchej masy rośliny testowej potwierdziły wcześniejsze wyniki badań Andrzejewskiej i Ignaczaka [2001] oraz Symanowicz i Kalembasy [2003].

Tabela 2. Plon suchej biomasy rutwicy wschodniej w t·ha⁻¹
 Table 2. The yield of dry biomass of goat's rue in t·ha⁻¹

Nawożenie <i>Fertilization</i>	Pokosy – średnie z 3 lat <i>Cuts – means of 3 years</i>			Lata – plon z 3 pokosów <i>Years – yield of 3 cuts</i>			Średnio <i>Mean</i> 2005–2007
	I	II	III	2005	2006	2007	
0	3,50	2,08	1,19	7,45	7,52	5,34	6,77
P ₅₀	3,90	2,93	1,68	10,3	8,46	6,68	8,50
K ₁₀₀	3,73	2,21	1,86	8,72	7,76	6,93	7,80
P ₅₀ K ₁₅₀	4,09	3,13	2,19	10,7	9,08	8,39	9,40
P ₅₀ K ₂₀₀	5,40	2,90	2,36	11,9	10,6	9,50	10,6
P ₅₀ K ₂₅₀	3,42	1,96	1,50	6,07	7,14	7,40	6,87
Średnia – <i>Mean</i>	4,01	2,53	1,80	9,19	8,41	7,37	8,33
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : pokosy – cuts (P) – 0,01; lata – years (L) – 0,01; nawożenie – fertilization (N) – 0,03; L x P – 0,03; P x L – 0,03; N x P – 0,03; P x N – 0,03; N x L – 0,04; L x N – 0,04							

Średnia zawartość azotu ogółem w biomase rutwicy wschodniej, wynosiła 33,4 g·kg⁻¹ s.m. i była istotnie zróżnicowana pod wpływem badanych czynników oraz ich współdziałania (tab. 3). Zbliżone średnie zawartości azotu oznaczone metodą Kjeldahla (30 g·kg⁻¹ s.m.) uzyskano dla rutwicy z obiektów, na których nasiona były szczepione *Rhizobium galegae* i sinicami *Nostoc* [Symanowicz i Kalembasa 2003]. W badaniach Andrzejewskiej i Ignaczaka [2001] oznaczono średnio 2,33% azotu w rutwicy, której nasiona były zaszczepione *Rhizobium galegae*, a w badaniach Sienkiewicza i in. [1999] pod wpływem zróżnicowanego nawożenia fosforowo-potasowego oznaczono od 2,96 do 3,10% N. Z badań Żarczyńskiego i in. [2008] wynika, że rutwica wschodnia uprawiana na odłogu w czystym siewie może gromadzić od 259,1 do 360,6 kg N·ha⁻¹. W badaniach własnych największe ilości azotu 40,2 g·kg⁻¹ s.m. (średnio z 3 lat) oznaczono w biomase rośliny testowej zebranej w I pokosie. W drugim roku badań nastąpiło istotne obniżenie poziomu azotu w biomase rutwicy w odniesieniu do pierwszego roku badań, natomiast w trzecim roku odnotowano istotny wzrost w porównaniu z drugim rokiem badań. Rozpatrując wpływ nawożenia PK na zmiany zawartości azotu w biomase rutwicy należy stwierdzić, że tylko nawożenie w dawce P₅₀ wpłynęło na istotne zwiększenie poziomu azotu w odniesieniu do obiektu kontrolnego.

Tabela 3. Zawartość azotu ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w biomacie rutwicy wschodniejTable 3. The content of nitrogen ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ D.M.) in biomass of goat's rue

Nawożenie <i>Fertilization</i>	Pokosy – średnie z 3 lat <i>Cuts – means of 3 years</i>			Lata – średnie z 3 pokosów <i>Years – means of 3 cuts</i>			Średnio <i>Mean</i> 2005–2007
	I	II	III	2005	2006	2007	
0	40,2	26,0	33,9	35,9	30,6	33,6	33,4
P ₅₀	44,9	27,6	32,2	40,5	30,9	33,3	34,9
K ₁₀₀	42,0	26,4	31,5	37,7	30,3	31,9	33,3
P ₅₀ K ₁₅₀	37,9	26,5	32,9	38,1	28,0	31,3	32,5
P ₅₀ K ₂₀₀	38,2	26,6	32,9	34,9	30,8	32,1	32,6
P ₅₀ K ₂₅₀	38,3	28,7	34,7	37,7	29,8	34,1	33,9
Średnia – <i>Mean</i>	40,2	27,0	33,0	37,5	30,1	32,7	33,4

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: pokosy – cuts (P) – 0,69; lata – years (L) – 0,69; nawożenie – fertilization (N) – 1,20; L x P – 1,20; P x L – 1,20; N x P – 1,46; P x N – 1,20; N x L – 2,07; L x N – 1,69

Średnią zawartość fosforu w roślinie testowej oznaczono na poziomie $2,86 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 4). Zbliżone zawartości fosforu zawierała rutwica wschodnia zebrana w fazie pąkowania w siódmym roku uprawy [Symanowicz 2007]. Największe ilości fosforu ($4,12 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) oznaczono w biomacie rutwicy zebranej z I pokosem. W II pokosie analizowanej rośliny nastąpiło około 2-krotne obniżenie poziomu fosforu w odniesieniu do pokosu I, natomiast w biomacie III pokosu oznaczono więcej fosforu ogółem (o około 28,7%) w porównaniu z II pokosem. Takie same tendencje zmian zawartości fosforu przedstawiono w pracy Ignaczaka [1997]. Zmiany

Tabela 4. Zawartość fosforu ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w biomacie rutwicy wschodniejTable 4. The content of phosphorus ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ D.M.) in biomass of goat's rue

Nawożenie <i>Fertilization</i>	Pokosy – średnie z 3 lat <i>Cuts – means of 3 years</i>			Lata – średnie z 3 pokosów <i>Years – means of 3 cuts</i>			Średnio <i>Mean</i> 2005–2007
	I	II	III	2005	2006	2007	
0	3,55	2,00	2,36	3,01	2,18	2,72	2,64
P ₅₀	4,45	2,02	2,63	3,70	2,65	2,72	3,03
K ₁₀₀	4,21	2,05	2,64	3,42	2,62	2,84	2,96
P ₅₀ K ₁₅₀	4,22	1,91	2,51	3,44	2,66	2,53	2,88
P ₅₀ K ₂₀₀	4,36	1,87	2,47	3,54	2,49	2,67	2,90
P ₅₀ K ₂₅₀	3,94	1,88	2,51	3,14	2,49	2,68	2,77
Średnia – <i>Mean</i>	4,12	1,95	2,52	3,37	2,51	2,69	2,86

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: pokosy – cuts (P) – 0,07; lata – years (L) – 0,07; nawożenie – fertilization (N) – 0,11; L x P – 0,11; P x L – 0,11; N x P – 0,14; P x N – 0,11; N x L – 0,20; L x N – 0,16

zawartości fosforu w kolejnych latach badań kształtowały się analogicznie jak w kolejnych pokosach. Nawożenie kolejnymi dawkami PK powodowało istotny wzrost fosforu w biomacie rośliny testowej w porównaniu z obiektem bez nawożenia.

Średnia zawartość potasu w prezentowanych badaniach wynosiła 13,5 g·kg⁻¹ s.m. (tab. 5). Uzyskane wyniki znalazły potwierdzenie w badaniach Pahkali i Pihali [2000] oraz Symanowicz i Kalembasy [2005a]. Inne rezultaty uzyskano podczas analizy jesiennego odrostu rutwicy

Tabela 5. Zawartość potasu (g·kg⁻¹ s.m.) w biomacie rutwicy wschodniej

Table 5. The content of potassium (g·kg⁻¹ D.M.) in biomass of goat's rue

Nawożenie <i>Fertilization</i>	Pokosy – średnie z 3 lat <i>Cuts – means of 3 years</i>			Lata – średnie z 3 pokosów <i>Years – means of 3 cuts</i>			Średnio <i>Mean</i> 2005–2007
	I	II	III	2005	2006	2007	
0	13,1	6,59	8,09	13,3	6,33	8,27	9,29
P ₅₀	15,3	8,44	9,45	15,2	8,39	9,56	11,1
K ₁₀₀	18,5	10,5	12,4	16,9	12,6	11,9	13,8
P ₅₀ K ₁₅₀	20,8	12,8	14,9	17,6	14,8	16,0	16,1
P ₅₀ K ₂₀₀	19,7	13,2	14,7	19,3	12,5	15,8	15,9
P ₅₀ K ₂₅₀	18,5	12,1	13,7	17,3	10,2	16,7	14,8
Średnia – <i>Mean</i>	17,6	10,6	12,2	16,6	10,8	13,0	13,5

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: pokosy – cuts (P) – 0,48; lata – years (L) – 0,48; nawożenie – fertilization (N) – 0,84; L x P – 0,84; P x L – 0,84; N x P – r.n.; P x N – r.n.; N x L – 1,45; L x N – 1,18

r.n. – różnice nieistotne – *non significant differences*

wschodniej [Ignaczak 1999], gdzie zawartość potasu kształtowała się na poziomie 34 g·kg⁻¹ s.m. Zmiany poziomu potasu w suchej masie rośliny testowej w badaniach własnych były analogiczne do zmian w zawartości fosforu. Istotnie największe zawartości potasu oznaczono w biomacie I pokosu i w pierwszym roku badań. Pod wpływem nawożenia P₅₀K₁₅₀ biomasa rutwicy wschodniej zgromadziła istotnie największe ilości potasu. Przy dawkach większych (P₅₀K₂₀₀, P₅₀K₂₅₀) zawartość potasu w suchej masie rośliny testowej systematycznie się obniżała.

Zawartość wapnia w biomacie rutwicy wschodniej wynosiła średnio z lat i pokosów 18,6 g·kg⁻¹ s.m. (tab. 6) i była 2-3 krotnie większa niż w innych badaniach [Ignaczak 1997, 1999, Symanowicz i Kalembasa 2004]. Rozpatrując poszczególne pokosy zawartość badanego makroelementu można przedstawić w następującym szeregu: II pokos > III pokos > I pokos. W kolejnych latach badań następował systematyczny spadek zawartości wapnia w biomacie rośliny testowej. Zastosowane nawożenie P₅₀K₁₅₀, P₅₀K₂₀₀, P₅₀K₂₅₀ wpłynęło istotnie na obniżenie poziomu zawartości wapnia w rutwicy wschodniej w odniesieniu do obiektu kontrolnego.

Średnia zawartość magnezu w rutwicy wschodniej kształtowała się na poziomie 2,82 g·kg⁻¹ s.m. (tab. 7) i była istotnie zróżnicowana pod wpływem badanych czynników oraz ich współdziałania. Analizując kolejne pokosy i lata badań należy stwierdzić, że wystąpiły analogiczne zależności jak w przypadku wapnia. Kolejne dawki nawożenia PK wpłynęły istotnie na zwiększenie

Tabela 6. Zawartość wapnia ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w biomacie rutwicy wschodniejTable 6. The content of calcium ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ D.M.) in biomass of goat's rue

Nawożenie Fertilization	Pokosy – średnie z 3 lat Cuts – means of 3 years			Lata – średnie z 3 pokosów Years – means of 3 cuts			Średnio Mean 2005–2007
	I	II	III	2005	2006	2007	
0	11,4	25,5	21,4	23,6	19,4	15,2	19,4
P ₅₀	10,2	27,2	21,8	22,8	17,9	18,5	19,7
K ₁₀₀	11,5	27,2	20,8	23,1	18,0	18,5	19,8
P ₅₀ K ₁₅₀	10,8	23,2	18,6	22,4	15,6	14,7	17,5
P ₅₀ K ₂₀₀	11,5	21,4	17,2	19,6	16,2	14,3	16,7
P ₅₀ K ₂₅₀	10,6	23,8	21,2	22,4	17,1	16,2	18,6
Średnia – Mean	11,0	24,7	20,2	22,3	17,4	16,2	18,6

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: pokosy – cuts (P) – 0,45; lata – years (L) – 0,45; nawożenie – fertilization (N) – 0,77; L x P – 0,77; P x L – 0,77; N x P – 0,95; P x N – 0,77; N x L – 1,34; L x N – 1,09

Tabela 7. Zawartość magnezu ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w biomacie rutwicy wschodniejTable 7. The content of magnesium ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ D.M.) in biomass of goat's rue

Nawożenie Fertilization	Pokosy – średnie z 3 lat Cuts – means of 3 years			Lata – średnie z 3 pokosów Years – means of 3 cuts			Średnio Mean 2005–2007
	I	II	III	2005	2006	2007	
0	2,03	3,44	2,53	2,87	2,53	2,59	2,67
P ₅₀	2,45	3,64	2,96	3,53	2,78	2,73	3,01
K ₁₀₀	2,34	3,64	2,83	3,17	2,56	3,07	2,93
P ₅₀ K ₁₅₀	2,35	3,44	2,64	3,29	2,47	2,66	2,81
P ₅₀ K ₂₀₀	2,48	3,25	2,33	2,99	2,46	2,59	2,68
P ₅₀ K ₂₅₀	2,41	3,50	2,61	3,14	2,68	2,65	2,84
Średnia – Mean	2,34	3,48	2,65	3,16	2,58	2,71	2,82

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: pokosy – cuts (P) – 0,09; lata – years (L) – 0,09; nawożenie – fertilization (N) – 0,16; L x P – 0,16; P x L – 0,16; N x P – 0,20; P x N – 0,16; N x L – 0,29; L x N – 0,23

szenie zawartości magnezu w biomacie rutwicy wschodniej. Uzyskane wyniki znalazły potwierdzenie w badaniach Ignaczaka [1999].

Zawartość sodu w biomacie rośliny testowej kształtowała się na niskim poziomie i wynosiła $0,55 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 8). Obliczenia statystyczne wykazały istotne różnicowanie w zawartości sodu pomiędzy poszczególnymi pokosami oraz pierwszym i drugim, a także pierwszym i trzecim rokiem badań.

Średnia zawartość siarki w biomacie rutwicy wschodniej wynosiła $1,62 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 9). Badane czynniki oraz ich współdziałanie istotnie różnicowało zmiany zawartości tego pier-

Tabela 8. Zawartość sodu ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w biomacie rutwicy wschodniejTable 8. The content of sodium ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ D.M.) in biomass of goat's rue

Nawożenie Fertilization	Pokosy – średnie z 3 lat Cuts – means of 3 years			Lata – średnie z 3 pokosów Years – means of 3 cuts			Średnio Mean 2005–2007
	I	II	III	2005	2006	2007	
0	0,76	0,39	0,42	0,63	0,61	0,33	0,52
P ₅₀	0,67	0,49	0,54	0,76	0,57	0,35	0,56
K ₁₀₀	0,47	0,45	0,56	0,72	0,40	0,35	0,49
P ₅₀ K ₁₅₀	0,58	0,36	0,64	0,82	0,36	0,40	0,53
P ₅₀ K ₂₀₀	0,67	0,48	0,62	0,79	0,48	0,49	0,59
P ₅₀ K ₂₅₀	0,74	0,52	0,54	0,79	0,48	0,53	0,60
Średnia – Mean	0,65	0,45	0,55	0,75	0,48	0,41	0,55

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: pokosy – cuts (P) – 0,10; lata – years (L) – 0,10; nawożenie – fertilization (N) – r.n.; L x P – 0,17; P x L – 0,17; N x P – r.n.; P x N – r.n.; N x L – r.n.; L x N – r.n.

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

Tabela 9. Zawartość siarki ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w biomacie rutwicy wschodniejTable 9. The content of sulphur ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ D.M.) in biomass of goat's rue

Nawożenie Fertilization	Pokosy – średnie z 3 lat Cuts – means of 3 years			Lata – średnie z 3 pokosów Years – means of 3 cuts			Średnio Mean 2005–2007
	I	II	III	2005	2006	2007	
0	1,24	2,03	1,55	2,05	1,28	1,48	1,60
P ₅₀	1,55	2,04	1,76	2,41	1,44	1,50	1,78
K ₁₀₀	1,44	1,80	1,64	2,22	1,21	1,44	1,62
P ₅₀ K ₁₅₀	1,54	1,77	1,48	2,23	1,21	1,34	1,59
P ₅₀ K ₂₀₀	1,61	1,84	1,41	2,02	1,34	1,49	1,62
P ₅₀ K ₂₅₀	1,45	1,68	1,45	1,96	1,21	1,39	1,52
Średnia – Mean	1,47	1,86	1,55	2,15	1,28	1,44	1,62

NIR_{0,05} – LSD_{0,05}: pokosy – cuts (P) – 0,04; lata – years (L) – 0,04; nawożenie – fertilization (N) – 0,07; L x P – 0,07; P x L – 0,07; N x P – 0,09; P x N – 0,07; N x L – 0,13; L x N – 0,10

wiastka. Największe ilości siarki oznaczono w rutwicy zebranej z II pokosem. W drugim roku badań nastąpiło obniżenie zawartości siarki o około 68% w stosunku do I roku badań. Zastosowane nawożenie w dawce P₅₀ spowodowało istotny wzrost poziomu siarki w suchej masie w odniesieniu do obiektu kontrolnego, natomiast pod wpływem nawożenia P₅₀K₂₅₀ wystąpiło istotne obniżenie zawartości siarki.

Oznaczone zawartości potasu, wapnia, magnezu i sodu w biomacie rutwicy wschodniej wskazują wyraźnie na zjawisko antagonizmu jonowego pomiędzy tymi pierwiastkami. Obliczone współczynniki korelacji i wyznaczone równania regresji prostej pomiędzy plonem suchej masy rutwicy wschodniej uzyskanym pod wpływem nawożenia PK i zawartością poszczególnych makroelementów w suchej masie rośliny testowej przedstawiały się następująco: dla azotu $r = -0,31$ i $y = 33,95 - 0,15x$, dla fosforu $r = +0,54$ i $y = 2,45 + 0,05x$, dla potasu $r = +0,60^*$ i $y = 4,37 + 1,09x$, dla wapnia $r = -0,74^*$ i $y = 23,93 - 0,63x$, dla magnezu $r = -0,15$ i $y = 2,94 - 0,01x$, dla sodu $r = +0,24$ i $y = 0,49 + 0,007x$, dla siarki $r = +0,26$ i $y = 1,49 + 0,015x$.

WNIOSKI

1. Istotnie największe plony suchej masy rutwicy wschodniej uzyskano dla I pokosu w kolejnych latach badań pod wpływem dawki $P_{50}K_{200}$.
2. W suchej masie rośliny testowej I pokosu oznaczono istotnie większą zawartość N, P, K i Na, natomiast zawartość Ca, Mg i S w biomacie II pokosu.
3. W pierwszym roku badań rutwica wschodnia wykazywała największą zawartość analizowanych pierwiastków.
4. Nawożenie PK istotnie różnicowało zawartość N, P, K, Ca, Mg i S.

PIŚMIENICTWO

- Andrzejewska J., Ignaczak S. 2001. Effectiveness of symbiosis between fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) and *Rhizobium galegae* on fallow land. EJPAU, Ser. Agronomy 4(2): #01.
- Borowiecki J. 2004. Nowe aspekty symbiotycznego wiązania azotu. Post. Nauk Rol. 3: 9–18.
- Heichel G.H., Barnes D.K., Vance C.P., Henjum K.I. 1984. N_2 fixation and N and dry matter partitioning during a 4-year alfalfa stand. Crop Sci. 24: 811–815.
- Ignaczak S. 1997. Porównanie tradycyjnego i ekstensywnego systemu użytkowania rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.). Biul. Oceny Odmian 29:143–148.
- Ignaczak S. 1999. Wartość zielonki z rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) jako surowca dla różnych form paszy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 468: 145–157.
- Ignaczak S., Szczepanek M. 2005. Wartość przedplonowa rutwicy wschodniej dla pszenicy ozimej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 507: 245–251.
- Kalembasa S., Symanowicz B. 2009. The changes of molybdenum and cobalt contents in biomass of goat's rue (*Galega orientalis* Lam.). Fresenius Environ.Bull. 18(6): 1–4.
- Pahkala K., Pihala M. 2000. Different plant parts as raw material for fuel and pulp production. Indust. Crop Prod. 11(2–3): 119–128.
- Peoples M.B., Herridge D.F., Ladha J.K. 1995. Biological nitrogen fixation: An efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production. Plant Soil 174: 3–28.
- Raig H., Nõmmsalu H., Meripõld H., Metlitskaja J. 2001. Fodder Galega. Mon. ERIA Saku: ss. 141.
- Sienkiewicz S., Wojnowska T., Pilejczyk D. 1999. Plonowanie rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) oraz zawartość związków organicznych w zależności od zróżnicowanego nawożenia fosforo-potasowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 468: 223–232.
- Symanowicz B. 2007. Zmiany zawartości azotu i fosforu w biomacie rutwicy wschodniej (*Galega orientalis* Lam.) w zależności od okresu trwania plantacji. Fragm. Agron. 24(2): 315–322.
- Symanowicz B., Appel T., Kalembasa S. 2003. „Goat's rue” (*Galega orientalis* Lam.) a plant with multi-directional possibilities of use for agriculture. Part I. The influence of seed inoculation on the yield and the content of nitrogen, protein, ash and crude fiber. Pol. J. Soil Sci. 36(1): 63–70.

- Symanowicz B., Kalembasa S. 2004. „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-a-vis the content of their macroelements and mutual ratios. Pol. J. Soil Sci. 37(1): 11–20.
- Symanowicz B., Kalembasa S. 2005a. Dynamika pobierania potasu przez rutwicę wschodnią (*Galega orientalis* Lam.) w trzecim i siódmym roku uprawy. Naw. Nawoż., Fert. Fertiliz. 3: 409–414.
- Symanowicz B., Pała J., Kalembasa S. 2005. Wpływ procesu biologicznej redukcji N₂ na pobranie azotu przez rutwicę wschodnią (*Galega orientalis* Lam.). Acta Sci. Pol. Agricultura 4(2): 93–99.
- Szczepaniak W. 2005. Metody instrumentalne w analizie chemicznej. PWN Warszawa: 165–168.
- Valkonen J. P.T. 1993. Resistance to six viruses in the legume goat's rue (*Galega orientalis* Lam.). Ann. Appl. Biol. 123: 309–314.
- Virkajärvi P., Varis E. 1991. The effect of cutting times on goat's rue (*Galega orientalis* Lam.) leys. J. Agric. Sci. Finland 63: 391–402.
- Żarczyński P., Sienkiewicz S., Krzebietke S. 2008. Accumulation of macroelements in plants on newly established fallows. J. Elementol. 13: 455–461.

B. SYMANOWICZ, S. KALEMBASA

**THE INFLUENCE PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZATION ON THE YIELD
AND THE CONTENT OF MACROELEMENTS IN BIOMASS GOAT'S RUE
(GALEGA ORIENTALIS Lam.)**

Summary

The field experiment was carried out in years 2005–2007 at the Agricultural Experimental Station of the Academy of Podlasie on the influence of cuts, years of cultivation and PK fertilization on the yield as well as of the content of macroelements in biomass of goat's rue. The highest yields dry matter (10.6 t·ha⁻¹) was harvested from the object in which according P₅₀K₂₀₀. The significant higher content of nitrogen, phosphorus, potassium and sodium was determined in dry biomass of goat's rue harvested as on the first cut. The highest content of calcium, magnesium and sulphur was determined in dry biomass harvested as second the cut.

The highest content of macroelements was determined in the biomass of goat's rue harvested in the 2005 year. The minerals fertilization PK significantly differentiated on the content of N, P, K, Ca, Mg, S and Na.