

ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W RUNI MOTYLKOWATO-TRAWIASTEJ UPRAWIANEJ EKOLOGICZNIE W ZALEŻNOŚCI OD SKŁADU GATUNKOWEGO I SPOSOBU UŻYTKOWANIA*

ELIZA GAWEL¹, MICHAŁ NĘDZI²

¹Zakład Uprawy Roślin Pastewnych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
w Puławach – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

²Rolniczy Zakład Doświadczalny w Grabowie, Instytut Uprawy Nawożenia
i Gleboznawstwa w Puławach – Państwowy Instytut Badawczy, 26-704 Przylęk

Synopsis. W latach 2009–2012 w RZD IUNG-PIB w Grabowie (woj. mazowieckie; 51°21' N; 21°40' E) w warunkach ekologicznych przeprowadzono doświadczenie polowe w którym oceniono zawartość składników mineralnych w runi użytku przemiennej okresowo spasanej krowami. Hipoteza badawcza zakłada wpływ składu gatunkowego i sposobu użytkowania na zawartość składników mineralnych w runi mieszanek motylkowato-trawiastych. Celem badań wykonanych na polu ekologicznym była ocena wpływu składu gatunkowego i sposobu wykorzystania runi mieszanek motylkowato-trawiastych (wysianych w proporcji 50:50) na zawartość składników mineralnych w suchej masie. Stwierdzono, że zawartość składników pokarmowych w runi motylkowato-trawiastej zmienia się pod wpływem składu gatunkowego, warunków meteorologicznych i odrostu mieszanek. Wysoka zasobność w N, Ca i Mg wynikała z przewagi roślin motylkowatych w runi. Najwyższa zasobność w N i Ca charakteryzowała mieszanki $Mv+Dg+Fp+Php$ (mieszanka 3) i $Tr+Mv+Lp+Dg+Fp+Fr$ (mieszanka 4), a w P – mieszankę $Tr+Tp+Lp+Dg+Fp+Fr$ (mieszanka 1). Niedobór K w runi mieszanek wynikał ze zbyt niskiego poziomu nawożenia tym składnikiem.

Słowa kluczowe: mieszanki motylkowato-trawiaste, system ekologiczny, udział komponentów, kośno/pastwiskowe użytkowanie (okresowy wypas), skład mineralny

WSTĘP

Wartość biologiczna paszy z mieszanek motylkowato-trawiastych zależy głównie od zasobności w makroskładniki (N, P, K, Ca, Mg), a wiele czynników siedliskowych (rodzaj gleby, warunki atmosferyczne, zasobność gleby w składniki pokarmowe) oraz biologicznych (gatunek, odmiana) i agrotechnicznych (ilość wysiewu, udział gatunków w runi, intensywność i sposób wykorzystania, nawożenie, zabiegi pielęgnacyjne) w runi kształtuje poziom odżywiania roślin i koncentrację składników mineralnych w suchej masie runi [Baryła i Kulik 2006, Cougnon i in. 2012, Staniak 2009, Strzetelski i in. 2004]. Do mieszanek motylkowato-trawiastych wskazany jest wybór gatunków (a nawet odmian hodowlanych) o stabilnym w sezonie wegetacyjnym udziale w runi, który zapewni optymalną proporcję roślin motylkowatych do traw. Komponent motylkowaty mieszanek bogatszy niż trawy w składniki mineralne i białko umożliwia całkowite lub znaczne pokrycie zapotrzebowania przeżuwaczy na te składniki [Goliński i in. 2007]. W komponowaniu mieszanek ważna jest nie tylko wydajność, ale również wartość pastewna

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: Eliza.Gawel@iung.pulawy.pl

* Publikacja została opracowana w ramach zadania 3.3 w Programie wieloletnim IUNG-PIB

i zrównoważenie energii i białka w paszy, gdyż niedobór energii uniemożliwia zwierzętom przyswajanie białka [Brzóska i Śliwiński 2011]. Dodatnią korelację zawartości suchej masy, białka, tłuszczu surowego i energii brutto z udziałem roślin motylkowatych w runi łąkowej wykazał Grzelak [2010]. Z reguły spasanie runi zwierzętami zwiększa w niej zawartość składników popielnych oraz wartość pokarmową paszy w porównaniu z koszoną [Baryła i Kulik 2006, Gawęł i Madej 2008]. Na podstawie doniesień z literatury uzasadnione jest podjęcie badań nad wpływem składu gatunkowego i sposobu użytkowania mieszanek wieloletnich roślin motylkowatych z trawami na zawartość składników popielnych w suchej masie runi.

Hipoteza badawcza zakłada wpływ składu gatunkowego oraz sposobu wykorzystania runi motylkowato-trawistej na zróżnicowanie koncentracji składników popielnych w suchej masie.

Celem czteroletnich badań przeprowadzonych na polu ekologicznym była ocena zawartości składników mineralnych w runi motylkowatych wieloletnich z trawami w zależności od składu gatunkowego mieszanek i sposobu ich użytkowania.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na glebie płowej kompleksu żytniego bardzo dobrego w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB Grabów (południowa część woj. mazowieckiego; 51°21' N; 21°40' E) w latach 2009–2012. Dwuczynnikowe doświadczenie założono metodą split-blok w czterech powtórzeniach. Rozpatrywane czynniki doświadczalne to: I – mieszanki wysiane w stosunku 1:1 roślin motylkowatych wieloletnich i traw w odniesieniu do siewu czystego o następującym składzie gatunkowym: 1 – *Trifolium repens* (25%) + *Trifolium pratense* (25%) + *Lolium perenne* (15%) + *Dactylis glomerata* (15%) + *Festuca pratensis* (10%) + *Festuca rubra* (10%); 2 – *Trifolium pratense* (50%) + *Lolium perenne* (20%) + *Festuca pratensis* (20%) + *Phleum pratense* (10%); 3 – *Medicago x varia* (50%) + *Dactylis glomerata* (20%) + *Festuca pratensis* (20%) + *Phleum pratense* (10%); 4 – *Trifolium repens* (25%) + *Medicago x varia* (25%) + *Lolium perenne* (15%) + *Dactylis glomerata* (15%) + *Festuca pratensis* (10%) + *Festuca rubra* (10%); II czynnik – sposób użytkowania mieszanek: P – pastwiskowe, K/P – kośno-pastwiskowe użytkowanie (pod pojęciem kośno-pastwiskowego użytkowania rozumie się tu koszenie runi w sezonie wegetacyjnym połączone z wypasem; okresowy wypas).

Mieszanki wysiano wiosną 2009 roku, w siewie czystym, na powierzchni 0,5 ha. Jesienią w roku siewu oraz wiosną w pierwszym i drugim roku użytkowania (2010; 2011) mieszanki nawożono fosforem w ilości 93 kg P·ha⁻¹ (mączka fosforytowa) i potasem w ilości 70 kg K·ha⁻¹ (siarczan potasu; dawka podzielona pod dwa odrosty). Z powodu widocznych objawów niedoboru azotu (jasnozielony kolor liści, żółknięcie dolnych liści) i potasu (żółte przebarwienia na starszych liściach, zdeformowana blaszka liściowa zwijająca się od brzegów liści do środka) w drugim roku użytkowania jesienią (2011) mieszanki zasilono 18 t·ha⁻¹ kompostowanego obornika.

W okresie badań obciążenie pastwiska wynosiło od 70 do 78 DJP·ha⁻¹ w poszczególnych wypasach (po cztery w pierwszym i drugim roku użytkowania oraz trzy w trzecim).

Przed zbiorem na wszystkich poletkach pobierano po dwie 0,5 kg próby zielonki, w jednej przeprowadzono uproszczoną analizę botaniczno-wagową runi, z rozdziałem na rośliny motylkowate, trawy i chwasty. W drugiej po wysuszeniu i zmieleniu oznaczono zawartość N i P metodą spektrofotometrii przepływowej, K – metodą emisji spektrometrii płomieniowej oraz Ca i Mg – metodą spektrometrii absorpcji atomowej. Analizę statystyczną składu chemicznego suchej masy mieszanek przeprowadzono w układzie trzyczynnikowym, gdzie: I czynnikiem były cztery mieszanki, II – sposób użytkowania runi: P, K/P, a III stanowiły – odrosty runi mieszanek. Uzyskane średnie porównano testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Mieszanki zasiano w trzeciej dekadzie kwietnia 2009 roku, w warunkach skrajnie suchych, więc kielkujące nasiona korzystały z wilgoci zgromadzonej w glebie w poprzednim okresie (tab. 1). Wschody mieszanek były bardzo nierównomierne, a w runi zachwaszczona. W następnych miesiącach uwilgotnienie gleby było optymalne, natomiast czerwiec okazał się skrajnie wilgotny. W latach 2010–2011 opady były nierównomiernie rozłożone w sezonie wegetacyjnym, a znaczne opady wystąpiły w maju, sierpniu i wrześniu w roku 2010. Współczynnik Sielianinowa wskazuje, że miesiące te były bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne (tab. 2) [Skowera i Puła 2004]. Pozostałe miesiące tego sezonu wegetacyjnego zaliczono do suchych. Wiosna w 2011 r. okazała się dość sucha do optymalnie wilgotnej (maj). Skrajnie wilgotny lipiec sprzyjał wzrostowi i rozwojowi trzeciego odrostu mieszanek. W tym roku indeks hydrotermiczny w sierpniu i wrześniu wskazywał odpowiednio na bardzo suchy i skrajnie suchy miesiąc.

Zima 2011/2012 była bezśnieżna, a cały luty utrzymywał się mróz (-6,8°C) i znaczna część roślin w tych warunkach wymarzała. Wiosna według oceny wskaźnikiem Sielianinowa była bardzo sucha i sucha, natomiast lato dość suche. Przerzedzona z powodu mrozu runi mieszanek w warunkach niedoboru opadów słabo odrastała po przeprowadzeniu zbiorów, co sprzyjało zachwaszczeniu, dlatego zakończono doświadczenie po zbiorze trzeciego odrostu mieszanek.

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w latach 2009–2012 w RZD IUNG-PIB Grabów w okresie wegetacji mieszanek

Table 1. Meteorological data prevailing in period 2009–2012 at Experimental Station IUNG-PIB Grabów of mixture vegetation

Miesiąc Months	Lata – Years				Średnio – Mean 1871–2000
	2009	2010	2011	2012	
Opady – Precipitation (mm)					
III	76,8	25,5	17,6	20,9	30
IV	0,6	20,8	35,9	37,8	41
V	57,5	114,0	74,5	36,5	57
VI	117,9	50,7	52,4	54,3	71
VII	117,8	53,4	298,8	81,6	84
VIII	74,6	155,1	35,6	64,2	75
IX	32,3	135,7	3,6	21,8	50
Temperatura – Temperature (°C)					
III	2,2	3,0	2,9	4,5	1,6
IV	10,7	9,0	10,3	9,6	7,8
V	13,0	13,9	13,9	15,3	13,4
VI	16,4	17,6	18,5	17,7	16,8
VII	19,7	21,5	18,4	20,9	18,4
VIII	18,1	19,9	18,8	18,8	17,3
IX	14,9	12,1	14,7	14,5	13,2

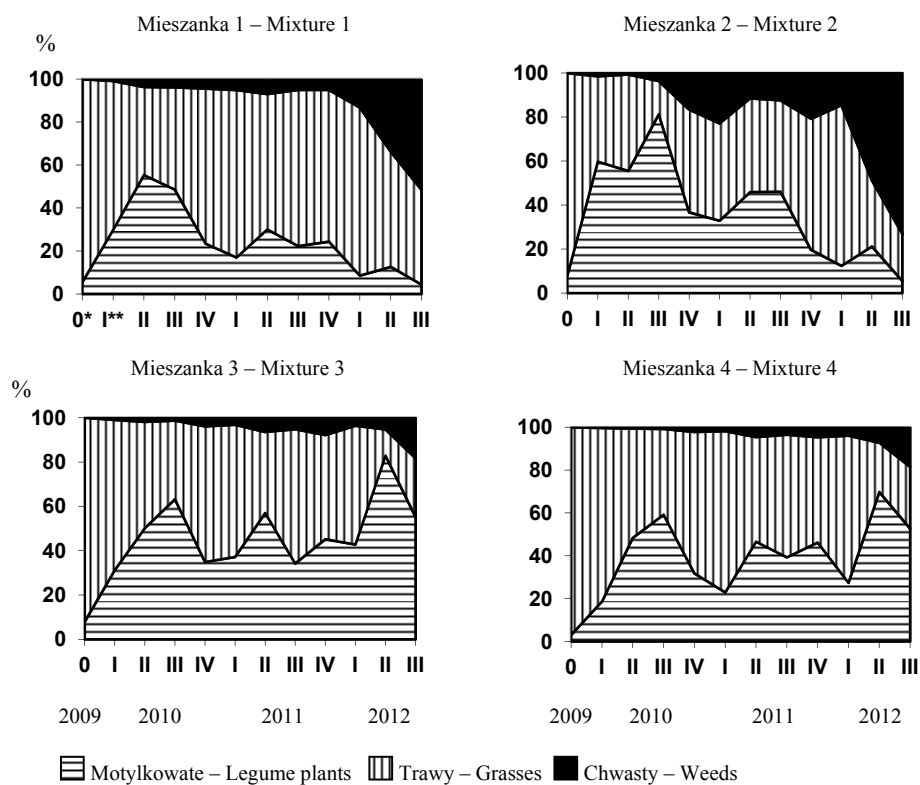
Tabela 2. Wskaźnik hydrotermiczny Sielianinowa w latach 2009–2012 w RZD IUNG-PIB Grabów w okresie wegetacji mieszanek

Table 2. Hydro-meteorological index of Sielianinow in period 2009–2012 at Experimental Station IUNG-PIB Grabów of mixture vegetation

Miesiąc Months	Lata – Years			
	2009	2010	2011	2012
III	11,23	2,78	1,98	1,50
IV	0,02	0,77	1,16	1,30
V	1,37	2,65	1,72	0,77
VI	3,86	0,96	0,94	1,02
VII	1,93	0,82	5,23	1,26
VIII	1,33	2,52	0,61	1,10
IX	0,72	3,53	0,09	0,50

WYNIKI I DYSKUSJA

W roku siewu (2009) w porównywanych mieszankach dominowały trawy (rys. 1). Następnie w 2010 r. udział roślin motylkowatych wzrósł znacznie, a koniczyny łąkowej było nawet 81% w runi (mieszanka 2, III odrost runi). Podobne zwiększenie udziału roślin motylkowatych w kolejnych latach badań odnotowali Ciepela i in. [2008] oraz Albayrak i Türk [2013]. W warunkach Pojezierza Olsztyńskiego potwierdzono szczególnie wysoką konkurencyjność koniczyny łąkowej do kostrzewy łąkowej [Bałuch-Malecka i Olszewska 2008]. Właśnie ten gatunek trawy był jednym z komponentów wszystkich mieszanek z roślinami motylkowatymi porównywanymi w doświadczeniu własnych. Mała konkurencyjność tej trawy mogła spowodować silny rozwój roślin motylkowatych. W drugim roku pełnego użytkowania (2011) udział roślin motylkowatych w runi uległ znacznemu spadkowi, zmiany te dotyczyły zwłaszcza mieszanek koniczyny białej i łąkowej z trawami (mieszanka 1) oraz koniczyny łąkowej z trawami (mieszanka 2). Stopniowo wzrastało zachwaszczenie porównywanych mieszanek. W tym okresie panowały korzystne warunki wilgotnościowe, maj, sierpień i wrzesień były wilgotne i skrajnie wilgotne, a jak podaje Harasim i Małyśiak [1998] warunki te sprzyjają szybkiej regeneracji koniczyny białej i wzrostowi jej udziału w runi. W tym przypadku mniejsza konkurencyjność roślin motylkowatych w stosunku do traw, a zwłaszcza do kupkówki (mieszanka 1) mogła być przyczyną ustępowania koniczyn białej i łąkowej z runi mieszanek. Wykazano, mniejszą ekspansywność koniczyny łąkowej niż lucerny i prawdopodobnie dlatego szybciej ustępowała ona z runi mieszanek [Gawęł 2011]. Harkot i Trąba [1998] wykazały, że kupkówka silnie ogranicza udział koniczyny łąkowej w mieszance, dlatego ich zdaniem nie należy tych gatunków razem wysiewać w mieszance. Trudne warunki zimowe z drugiego na trzeci rok użytkowania (2011/2012) spowodowały wymarznącie niemal wszystkich roślin koniczyny łąkowej i białej, przprzedziła się też populacja roślin lucerny, a nawet traw. Dlatego w trzecim roku użytkowania (2012) mieszanki z koniczynami (mieszanka 1 i 2) były silniej zachwaszczone niż z lucerną (mieszanka 3) oraz z koniczyną białą i lucerną (mieszanka 4). Ponadto słabe odrastanie runi



0* – rok siewu – year of sowing

I*, II, III, IV – odrosty runi – regrowth sward

Mieszanki – Mixtures: 1* – *Trifolium repens* (25%) + *Trifolium pratense* (25%) + *Lolium perenne* (15%) + *Dactylis glomerata* (15%) + *Festuca pratensis* (10%) + *Festuca rubra* (10%); 2 – *Trifolium pratense* (50%) + *Lolium perenne* (20%) + *Festuca pratensis* (20%) + *Phleum pratense* (10%); 3 – *Medicago x varia* (50%) + *Dactylis glomerata* (20%) + *Festuca pratensis* (20%) + *Phleum pratense* (10%); 4 – *Trifolium repens* (25%) + *Medicago x varia* (25%) + *Lolium perenne* (15%) + *Dactylis glomerata* (15%) + *Festuca pratensis* (10%) + *Festuca rubra* (10%)

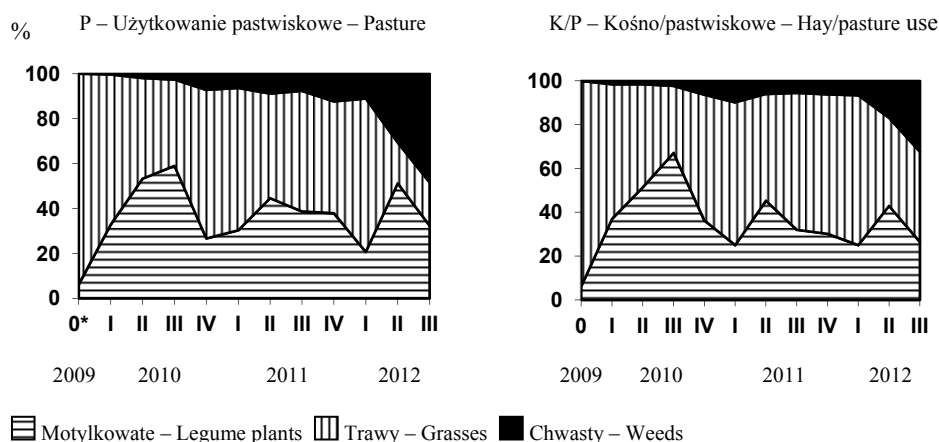
Rys. 1. Udział komponentów w runi mieszanek w latach użytkowania (%)

Fig. 1. Components plants share in mixtures in years of utilization (%)

mieszanek w wyniku braku opadów w pozostałym okresie sezonu wegetacyjnego w roku 2012 przyczyniło się do zakończenia doświadczenia bezpośrednio po zbiorze trzeciego pokosu odrostu runi. Podobne silne zmiany skład botanicznego runi mieszanek w zależności od przebiegu pogody, odrostu runi i składu gatunkowego mieszanek koniczyny łąkowej z trawami uzyskali Sowiński i in. [1998]. Wyliczony przez autorów współczynnik zmienności dla udziału koniczyny łąkowej wynosił 42,8%, a dla traw 66,6%.

Początkowo w użytkowaniu pastwiskowym i kośno/pastwiskowym runi mieszanek była zdominowana przez trawy. Jednak już w pierwszym roku użytkowania (2010) przeważały

w niej rośliny motylkowate (rys. 2). W drugim roku użytkowania (2011) udział tych roślin zmalał, ale na pastwisku było ich więcej niż w kośno-pastwiskowym użytkowaniu. Większą trwałość roślin motylkowatych w runi spasanej zwierzętami podkreślają też inni autorzy [Baryła i Kulik 2006, Gawęł 2009a]. W trzecim roku użytkowania (2012), pomimo niesprzyjających warunków zimowania, podobnie jak w poprzednim roku większy udział roślin motylkowatych obserwowano na pastwisku niż w warunkach zmiennego użytkowania.



0* – rok siewu year of sowing

I**, II, III, IV – odrosty runi – regrowth sward

Rys. 2. Udział komponentów w plonie suchej masy mieszanek w pastwiskowym i kośno-pastwiskowym użytkowaniu (%)

Fig. 2. Components plants share in mixtures of dry matter yield in pasture and hay/pasture land use (%)

Istotny wpływ na zawartość azotu w suchej masie miał skład gatunkowy mieszanek (tab. 3). Początkowo (2010) zasobniejsza w ten składnik była mieszanka koniczyny łąkowej z trawami ($Tr+Lp+Fp+Php$, mieszanka 2) od mieszanki koniczyny białej i łąkowej z trawami ($Tr+Tp+Lp+Dg+Fp+Fr$, mieszanka 1) oraz koniczyny białej i lucerny z trawami ($Tr+Mv+Lp+Fp+Fr$, mieszanka 4). Podobne rezultaty dotyczące większej koncentracji azotu w mieszanekach z przewagą koniczyny łąkowej nad białą w runi z życią trwałą i festulolium uzyskano w warunkach Danii [Søgaard i Nielson 2012]. Po wymarznieniu koniczyny, w trzecim roku użytkowania (2012) istotnie większa koncentracja azotu wyróżniała mieszankę koniczyny białej i lucerny z trawami ($Tr+Ms+Lp+Fp+Fr$, mieszanka 4) w porównaniu do mieszanek koniczyny białej i łąkowej z trawami oraz koniczyny łąkowej z trawami (odpowiednio mieszanki 1 i 2). Badania Ciepeli i in. [2008] nie potwierdzają takiego zróżnicowania, ponieważ uzyskano w nich jednakową zasobność w azot dwugatunkowych mieszanek lucerny i koniczyny z kupkówką. W drugim roku (2011) zawartość azotu kształtowała się na poziomie od 28,7 do 31,1 g·kg⁻¹ i nie różniła się istotnie w zależności od zastosowanych gatunków roślin w mieszanekach. Jak

Tabela 3. Zawartość N, P, K, Ca, Mg w zależności od mieszanek (g·kg⁻¹ s.m.)Table 3. Content of the N, P, K, Ca, Mg in the mixtures (g·kg⁻¹ DM)

Rok użytkowania Year of utilization	Mieszanki – Mixtures				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	1	2	3	4	
N					
1 (2010)	29,5	33,4	30,6	30,4	3,0
2 (2011)	28,7	28,9	28,8	31,1	r.n.
3 (2012)	25,8	27,2	30,6	32,5	3,7
P					
1 (2010)	4,0	3,9	4,2	4,5	r.n.
2 (2011)	4,2	3,8	4,0	4,0	0,4
3 (2012)	4,4	4,3	3,9	3,7	r.n.
K					
1 (2010)	16,8	17,2	14,5	18,5	r.n.
2 (2011)	14,9	15,4	16,1	14,0	r.n.
3 (2012)	19,3	16,7	15,4	14,5	r.n.
Ca					
1 (2010)	13,1	16,8	14,3	12,7	1,5
2 (2011)	12,0	15,7	14,6	14,4	2,5
3 (2012)	11,9	14,8	16,4	16,8	4,4
Mg					
1 (2010)	3,9	4,6	4,3	3,3	0,9
2 (2011)	3,4	3,9	3,2	3,3	0,4
3 (2012)	4,5	4,9	4,4	4,2	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – non significant difference

wynika z rysunku 1 i tabeli 3 wysoka zawartość azotu w runi była konsekwencją dużego udziału roślin motylkowatych w mieszankach. Zależność tę potwierdzają różne badania [Gaweł 2009a, Gaweł 2011, Grzelak 2010, Harasim i Małyśiak 1998, Harkot i Traba 1998, Warda i Ćwintal 2000]. Jednak na wysoką koncentrację azotu w runi utrzymywanej ekologicznie wpływają też inne czynniki agrotechniczne np. poziom nawożenia kompostowanym obornikiem [Staniak i in. 2012], termin zbioru roślin [Andrzejewska i in. 2013, Gaweł 2009b, 2009a], czy też dobór odmian traw [Strzetelski i in. 2004].

Zawartość fosforu w suchej masie porównywanych mieszanek w pierwszym i trzecim roku użytkowania (2010; 2012) wynosiła od 3,9 do 4,5 g·kg⁻¹ i nie była istotnie zróżnicowana (tab. 3). W literaturze spotyka się różne opinie na temat oddziaływania składu gatunkowego mieszanek na koncentrację fosforu w runi. W niektórych podkreśla się stabilną zawartość fosforu w mieszankach niezależnie od składu gatunkowego [Gaweł 2009b]. W innych, wykazuje istotne zróżnicowanie zawartości fosforu w zależności od gatunków traw w mieszankach [Nowak

i Sowiński 2007]. W drugim roku (2011), ruń mieszanki koniczyny białej i koniczyny łąkowej z trawami (mieszanka 1) zawierała istotnie więcej fosforu ($4,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż najuboższa w ten składnik mieszanka koniczyny łąkowej z trawami ($3,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) (mieszanka 2).

W trzyletnim okresie badań porównywane mieszanki zawierały podobną ilość potasu ($14,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $19,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy) (tab. 3).

Optymalna dla bydła zawartość wapnia w paszy wynosi $7,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ [Falkowski i in. 2000], a w realizowanych badaniach, na wszystkich obiektach $2,0$ – $2,5$ -krotnie przewyższała zawartość optymalną (tab. 3). Wysoka koncentracja wapnia mogła być efektem zdominowania runi przez rośliny motylkowate, a zwłaszcza przez koniczynę łąkową (mieszanka 2) w pierwszym roku (2010), następnie w drugim roku (2011) przez koniczynę łąkową i lucernę (mieszanki 2 i 3), a w trzecim roku (2012) – lucernę w mieszance z trawami i koniczynę białą oraz lucernę (mieszanka 4). Pozytywny wpływ roślin motylkowatych na zawartość wapnia w runi wykazało wielu autorów [Gawęł 2009a, Gawęł 2011, Goliński i in. 2007, Harasim i Małysiak 1998, Harkot i Trąba 1998, Nowak i Sowiński 2007, Staniak 2009, Staniak i in. 2012].

Zawartość magnezu na wszystkich obiektach znacznie przewyższała normę optymalnego zapotrzebowania bydła wynoszącą $2,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ [Falkowski i in. 2000] i była zróżnicowana w zależności od składu gatunkowego mieszanek i odrostów runi (tab. 3). W pierwszym roku użytkowania (2010) stwierdzono wyższą zawartość tego makroskładnika w mieszankach koniczyny łąkowej z trawami (mieszanka 2) w stosunku do jego koncentracji w suchej masie koniczyny białej i lucerny z trawami (mieszanka 4). W następnym roku (2011) również tę samą mieszankę koniczyny łąkowej z trawami (mieszanka 2) wyróżniała istotnie większa zasobność w magnez w stosunku do pozostałych mieszanek. Przyczynił się do tego prawdopodobnie duży udział koniczyny łąkowej w runi tej mieszanki oraz ziół i chwastów, które kumulują większe ilości magnezu niż trawy [Harasim 2003, Kacorzyk i Szewczyk 2008].

W całym okresie użytkowania zawartość azotu w runi użytkowanej pastwiskowo i kośno-pastwiskowo była zbliżona i wynosiła od $28,8$ do $31,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 4). Inni obserwowali wzbogacanie runi pastwiska w składniki pokarmowe czerpane z odchodów pozostawionych przez zwierzęta podczas turnusu pastwiskowego w porównaniu z runią użytkowaną kośnie [Baryła i Kulik 2006, Falkowski i in. 2000, Søegaard 2012]. Ruń użytkowaną kośno-pastwiskowo i pastwiskowo charakteryzowała podobna zasobność w fosfor, wynosząca od $4,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $4,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ tego składnika. Nie stwierdzono też wzbogacania runi mieszanek odchodami zwierząt w potas na obiektach spaszonych w porównaniu z użytkowanymi kośno-pastwiskowo. W innym doświadczeniu mocz i odchody stałe zaopatrywały ruń mieszanek w dodatkowe ilości potasu, co dawało znaczną przewagę w koncentracji tego makroskładnika na pastwisku [Baryła i Kulik 2006, Harasim i Małysiak 1998]. W okresie trzyletniego użytkowania zasobność runi mieszanek użytkowanych pastwiskowo i kośno-pastwiskowo (okresowy wypas) w wapń i w magnez była podobna.

Zawartość azotu w suchej masie mieszanek wzrastała w kolejnych odrostach runi (tab. 5). W pierwszym i trzecim roku użytkowania (2010; 2012) odnotowano istotny wzrost w drugim odroście runi, a w drugim roku (2011) aż do czwartego odrostu. Wynikało to ze zwiększonej proporcji roślin motylkowatych w kolejnych odrostach runi, co potwierdzają też inne badania [Gawęł 2011]. Ponadto, ze względu na suszę letnią było zahamowane wypłukiwanie azotu w głąb gleby, zwiększyło to jego dostępność w strefie korzeniowej i pobranie przez rośliny w większych ilościach. Poprawa warunków hydrotermicznych w niektórych okresach letnich mogła też uaktywnić bakterie symbiotyczne *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* i *Sinorhizobium* i większe ilości wolnego azotu mogły być związane. Prawdopodobnie większe ilości azotu były transferowane do traw, co wzbogaciło ruń mieszanek w ten składnik [Albayrak i Türk 2012, Goliński 2008].

Tabela 4. Zawartość N, P, K, Ca, Mg w zależności od sposobu użytkowania runi ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.)
 Table 4. Content of the N, P, K, Ca, Mg in the sward of usage ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)

Rok użytkowania Year of utilization	Sposób użytkowania runi – Sward usage		NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	Pastwiskowe Pasture	Kośno/pastwiskowe (okresowy wypas) Hay/pasture (periodic grazed)	
N			
1 (2010)	30,9	31,0	r.n.
2 (2011)	29,9	28,9	r.n.
3 (2012)	28,8	29,3	r.n.
P			
1 (2010)	4,1	4,3	r.n.
2 (2011)	4,0	4,0	r.n.
3 (2012)	4,1	4,0	r.n.
K			
1 (2010)	17,1	16,3	r.n.
2 (2011)	15,8	14,4	r.n.
3 (2012)	17,6	15,4	r.n.
Ca			
1 (2010)	14,2	14,3	r.n.
2 (2011)	14,3	14,1	r.n.
3 (2012)	15,1	14,9	r.n.
Mg			
1 (2010)	4,1	3,9	r.n.
2 (2011)	3,4	3,4	r.n.
3 (2012)	4,8	4,3	r.n.

r.n. – różnice nieistotne – non significant difference

Początkowo (2010) jednakową koncentrację fosforu stwierdzono w czterech odrostach runi mieszanek, ale w drugim roku (2011) istotnie większa charakteryzowała odrosty drugi ($4,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) i czwarty ($4,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż pierwszy ($2,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) (tab. 5). W kolejnym roku (2012) było podobnie, drugi i trzeci odrost wyróżniała istotnie większa koncentracja fosforu ($4,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, $4,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) od stwierdzonej w pierwszym odroście mieszanek ($3,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Optymalna zawartość fosforu w paszy objętościowej dla bydła wynosi $2,8\text{--}3,6 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ [Falkowski i in. 2000], łatwo więc zauważyć w badaniach własnych jego nadmierną ilość przekraczającą zapotrzebowanie zwierząt na ten składnik. Z drugiej strony zawartość fosforu większa od $3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy świadczy o dobrym odżywieniu mieszanek tym składnikiem [Szyborska 1975]. W innych

Tabela 5. Zawartość N, P, K, Ca, Mg w zależności od odrostu runi motylkowato-trawiastej (g·kg⁻¹ s.m.)
 Table 5. Content of the N, P, K, Ca, Mg in the regrowth of legume-grass sward (g·kg⁻¹ DM)

Rok użytkowania Year of utilization	Odrosty runi motylkowato-trawiastej Regrowth sward of legume-grass mixtures				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	1	2	3	4	
N					
1 (2010)	29,8	28,2	36,4	29,5	3,0
2 (2011)	18,5	29,0	32,1	37,9	4,7
3 (2012)	21,9	33,1	32,0	–	2,9
P					
1 (2010)	4,0	3,9	4,4	4,3	r.n.
2 (2011)	2,8	4,1	4,5	4,6	0,4
3 (2012)	3,1	4,6	4,5	–	0,9
K					
1 (2010)	22,2	15,6	14,4	14,7	5,3
2 (2011)	15,4	16,8	15,3	13,0	2,7
3 (2012)	11,4	16,3	21,8	–	5,8
Ca					
1 (2010)	11,1	15,8	16,5	13,6	1,5
2 (2011)	9,8	14,7	14,4	17,7	2,5
3 (2012)	11,9	17,4	15,7	–	3,4
Mg					
1 (2010)	2,8	4,6	5,2	3,4	0,9
2 (2011)	2,2	3,9	3,5	4,0	0,4
3 (2012)	3,5	5,2	5,0	–	1,2

r.n. – różnice nieistotne – non significant difference

mieszankach motylkowato-trawiastych również stwierdzono większą od optymalnej zawartość fosforu [Gawęł 2009b].

Zawartości potasu w odrostach runi była istotnie zróżnicowana (tab. 5). W pierwszym roku użytkowania (2010) runi pierwszego odrostu zakumulowała istotnie najwięcej tego składnika w porównaniu z zawartością w pozostałych odrostach. Do tego mógł się przyczynić potas pochodzący z nawozów mineralnych oraz poprawa dostępności tego składnika dla roślin motylkowatych po opadach deszczu. Ta grupa roślin wykazuje duże zdolności do pobierania i kumulacji potasu, zwłaszcza w warunkach niedoboru opadów, a głównie takie warunki hydrotermiczne panowały w okresie badań. Podobnie na ten temat wypowiedziały się Harkot i Trąba [1998]. W następnym roku (2011) istotnie wyższą zasobnością w potas wyróżnił się drugi odrost runi niż odrost czwarty, a w kolejnym (2012) trzeci odrost runi w zestawieniu z pierwszym. Większą zawartość potasu w ostatnich odrostach w porównaniu z pierwszymi uzyskali Baryła i Kulik

[2006]. Poza nawożeniem mineralnym w drugim roku mieszanki zasilono kompostowanym obornikiem, co mogło zwiększyć koncentrację potasu w dalszych odrostach runi.

Optymalna zawartość potasu w paszy objętościowej wynosi 17–20 g·kg⁻¹ suchej masy [Falkowski i in. 2000], często dochodzi do jej przekroczenia [Gaweł 2009b]. Dopuszczalną zawartość tego składnika w badaniach własnych przekroczone tylko w dwóch odrostach: w pierwszym roku w odroście wiosennym oraz w trzecim roku w ostatnim odroście. Paszę pozyskaną w większości odrostów cechował znaczny niedobór potasu.

W trzyletnim okresie badań istotne różnice wystąpiły w zawartości wapnia w odrostach runi (tab. 5). Odrost wiosenny wyróżniała istotnie najmniejsza koncentracja tego składnika w porównaniu z trzecim i czwartym odrostem w pierwszym roku użytkowania i pozostałymi odrostami w dwóch kolejnych latach. Na dużą zmienność zawartości wapnia w runi koniczyny łąkowej z trawami zwrócili też uwagę Sowiński i in. [1998]. Istotnie wzrastającą w dalszych odrostach runi motylkowato-trawiastej zawartość wapnia potwierdzają też dane z literatury [Baryła i Kulik 2006].

Stwierdzono, że pierwszy odrost runi był istotnie uboższy w magnez niż pozostałe, co koreponduje z innymi wynikami [Baryła i Kulik 2006, Gaweł 2009a, Goliński i in. 2007].

WNIOSKI

1. W południowej części województwa mazowieckiego udział komponentów w runi motylkowato-trawiastej w uprawie ekologicznej zależał od warunków hydrotermicznych w latach badań, konkurencyjności komponentów mieszanek i odrostów runi.
2. Głównym czynnikiem kształtującym zawartość składników popielnych w runi był skład gatunkowy, a zwłaszcza dobór roślin motylkowatych do mieszanek. Nie stwierdzono wzbogacenia runi w makroskładniki w warunkach wypasu.
3. Najwyższą zasobnością w N i Ca wyróżniały się mieszanki lucerny z trawami oraz koniczyny białej i lucerny z trawami, w P – mieszanka koniczyny białej i łąkowej z trawami. Koncentracja K i Mg w runi była podobna niezależnie od składu gatunkowego mieszanek.
4. Pod względem zasobności w makroskładniki niemal w całym okresie użytkowania runi mieszanek charakteryzowała wysoka wartość biologiczna.
5. Wystąpiło istotne wzbogacenie zasobności runi w N, P, Ca i Mg wraz ze zwiększającym się udziałem roślin motylkowatych w dalszych odrostach. Odmienne było z K którego koncentracja w tych warunkach spadała. Dlatego runi mieszanek z dużym udziałem roślin motylkowatych należy nawozić dawką potasu wynikającą z zasobności gleby i ilości tego składnika wynoszonej z plonem.

PIŚMIENNICTWO

- Albayrak S., Türk M. 2013. Changes in the forage yield and quality of legume-grass mixtures throughout a vegetation period. *Turk J. Agric. For.* 37: 139–147.
- Andrzejewska J., Albrecht K.A., Jendrzeczak E. 2013. Wysokość roślin a wartość paszowa lucerny w różnych fazach rozwojowych i pokosach. *Fragm. Agron.* 30(2): 14–22.
- Bałuch-Malecka A., Olszewska M. 2008. Produkcyjność przemiennych użytków zielonych w zależności od rodzaju mieszanki i poziomu nawożenia w warunkach Pojezierza Olsztyńskiego. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland* 11: 9–16.
- Baryła R., Kulik M. 2006. Zawartość azotu i podstawowych składników mineralnych w runi pastwiskowej w różnych latach jej użytkowania. *Annales UMCS, Sec. E Agricultura* 61: 157–164.

- Brzóska F., Śliwiński B. 2011. Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. Cz. I. Charakterystyka pasz objętościowych i mierniki jej jakości. *Wiad. Zoot.* 49(2): 11–23.
- Ciepiela G.A., Jankowska J., Jankowski J., Jodełka J. 2008. Jakość plonu kupkówki pospolitej i jej mieszanek z roślinami motylkowatymi. *Pam. Puł.* 147: 5–13.
- Cougnon M., Baert J., Van Waes C., Reheul D. 2012. Effect of grass species and ploidy on clover content in grass-clover mixtures. *Grassland Sci. Europe* 17: 100–102.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. Wyd. AR Poznań: ss. 132.
- Gawel E. 2009a. Struktura i wielkość plonu, zasobność w składniki pokarmowe oraz wartość pokarmowa mieszanki motylkowato-trawiastej w warunkach różnej częstotliwości wypasania. *Fragm. Agron.* 26(2): 43–54.
- Gawel E. 2009b. Skład chemiczny mieszanek wielogatunkowych z lucerną w zależności od częstości koszenia. *Fragm. Agron.* 26(4): 28–37.
- Gawel E. 2011. Skład gatunkowy i mineralny mieszanek motylkowato-trawiastych w ekologicznej uprawie i kośno-pastwiskowym użytkowaniu. *Pol. J. Agron.* 6: 17–26.
- Gawel E., Madej A. 2008. Plon i ekonomiczna ocena pozyskiwania pasz z runi mieszanek roślin motylkowatych z trawami w zależności od sposobu, częstotliwości użytkowania i składu gatunkowego. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(3): 53–63.
- Goliński P. 2008. Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. *Pam. Puł.* 147: 67–82.
- Goliński P., Spychalski W., Golińska B., Kroehnke D. 2007. Wpływ odmiany hodowlanej *Trifolium repens* L. na skład mineralny runi mieszanki trawiasto-motylkowej. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland* 10: 49–58.
- Grzelak M. 2010. Produkcja i wartość paszowa suszu z łąk nadnoteckich ekstensywnie użytkowanych. *Nauka Przyr. Technol.* 4(1): #10.
- Harasim J. 2003. Plonowanie jednogatunkowych zasiewów kostrzewy łąkowej i kostrzewy czerwonej oraz ich mieszanek z koniczyną białą. *Fragm. Agron.* 20(1): 40–51.
- Harasim J., Małysiak B. 1998. Plonowanie i wartość pokarmowa uproszczonych mieszanek koniczyny białej z trawami na gruntach ornych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462: 181–189.
- Harkot W., Trąba Cz. 1998. Wpływ udziału koniczyny łąkowej w runi dwugatunkowych mieszanek z kupkówką pospolitą, tymotką łąkową i życią trwałą na zasobność paszy w makroskładniki. *Biul. Nauk.* 1: 132–139.
- Kacorzyk P., Szewczyk W. 2008. Wpływ nawożenia na zawartość składników organicznych oraz makroelementów w wybranych grupach roślin. *Łąk. Pol./Grassland Sci. Poland* 11: 77–85.
- Nowak W., Sowiński J. 2007. Wpływ podziału dawki azotu i doboru komponentów traw do mieszanek z koniczyną czerwoną na plonowanie i skład chemiczny. Cz. II. Skład chemiczny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 516: 129–135.
- Skowera B., Puła J. 2004. Skrajne warunki pluwiometryczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971–2000. *Acta Agrophys.* 3(1): 171–177.
- Søgaard K., Nielson K. A. 2012. White and red clover in highly productive short-lasting grassland mixtures. *Grassland Sci. Europe* 17: 172–174.
- Søgaard K. 2012. Lucerne varieties for continuous grazing. *Grassland Sci. Europe* 17: 175–177.
- Sowiński J., Nowak W., Gospodarczyk F., Szyszkowska A., Krzywiecki S. 1998. Zależność składu chemicznego zielonek od udziału koniczyny czerwonej i traw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462: 191–198.
- Staniak M. 2009. Plonowanie i wartość paszowa mieszanek *Festulolium braunii* (Richt.) A. Camus z di i tetraploidalnymi odmianami koniczyny łąkowej. *Fragm. Agron.* 26(2): 105–115.
- Staniak M., Bojarszczuk J., Harasim J. 2012. Forage yield and quality of pasture mixtures in organic farming. *Grassland Sci. Europe* 17: 178–180.
- Strzetelski J., Niwińska B., Kowalczyk J., Borowiec F., Domański P. 2004. Chemical composition and ruminal nutrient degradability of fourteen lucerne cultivars. *Ann. Anim. Sci.* 2: 387–394.
- Szymborska H. 1975. Wpływ zawartości fosforu w roślinności użytków zielonych na wartość pokarmową paszy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 175: 85–97.
- Warda M., Ćwintal H. 2000. Wpływ roślin motylkowatych na zawartość białka w runi pastwiskowej w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. *Zesz. Nauk AR Kraków* 368, Sesja Nauk. 73: 303–309.

E. GAWEL, M. NĘDZI

MINERAL CONTENT OF LEGUME-GRASS HERBAGE UNDER ORGANIC MANAGEMENT AS AFFECTED BY SPECIES COMPOSITION AND OF THE SWARD UTILIZATION

Summary

In period from 2009–2012, at the Institute of Soil Science and Plant Cultivation – Agricultural Experimental Station Grabów (Poland, Masowian voivodeship, 51°21'N, 21°40'E) in ecological condition field experiment was conducted which evaluated the mineral content in the sward use alternating periodically grazed cows. Hypothesis research involves the impact of species composition and method of use on the mineral content in the sward of grass-legume mixtures. The aim of the study performed on an organic field was to assess the effect of species composition and utilization of the herbage of 50:50 legume-grass mixtures on mineral profile of dry matter. It was found that the ash content of the legume-grass herbage varies with species composition, weather conditions and rate of regrowth. The high content of N, Ca and Mg was related to the prevalence of leguminous plants in the herbage. The highest N and C contents were found in mixtures *Mv+Dg+Fp+Php* (mixture 3) and *Tr+Mv+Lp+Dg+Fp+Fr* (mixture 4) and the highest P content in mixture *Tr+Tp+Lp+Dg+Fp+Fr* (mixture 1). The shortage of K in the herbage was caused by inadequate fertilization with that nutrient.

Key words: legume-grass mixtures, organic conditions, percentage of components, cutting/grazing management (periodic grazed), mineral composition

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 29.10.2014

Do cytowania – *For citation*:

Gawel E., Nędzi M. 2014. Zawartość składników mineralnych w runi motylkowato-trawiastej uprawianej ekologicznie w zależności od składu gatunkowego i sposobu użytkowania. *Fragm. Agron.* 31(4): 15–27.