

CZESŁAWA TRĄBA

PAWEŁ WOLAŃSKI

Katedra Agroekologii

Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie

Niektóre elementy wartości paszowej roślin motylkowatych występujących w runi półnaturalnych łąk i pastwisk

Some aspects of fodder value of *papilionaceous* plants occurring in sward of seminatural meadows and pastures

Porównywano zawartość P, Ca, Mg, Cu, Zn i Mn oraz stosunki pomiędzy Ca a pozostałymi składnikami w ośmiu gatunkach roślin motylkowatych (*Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. hybridum*, *T. dubium*, *Lotus corniculatus*, *Vicia cracca*, *Medicago lupulina*, *Lathyrus pratensis*) i wielogatunkowej runi ze znacznym ich udziałem na tle niektórych czynników siedliskowych. Przed zbiorem I pokosu pobrano próbki wielogatunkowej runi z półnaturalnych łąk i pastwisk Pogórza Dynowskiego (południowo-wschodnia Polska) z dużym udziałem motylkowatych, fitomasę gatunków roślin motylkowatych oraz próbki gleby. Wyniki analiz chemicznych opracowano statystycznie. Zbiorowiska roślinne z dużym udziałem motylkowatych występowały na glebach mineralnych, optymalnie uwilgotnionych lub okresowo nadmiernie, o odczynie kwaśnym lub obojętnym, niskiej zawartości próchnicy, przyswajalnego P i K, a wysokiej Mg i ogólnych form Cu, Zn i Mn. Najbardziej kwaśne i ubogie pod względem troficznym siedliska zajmowały fitocenozy z *Lotus corniculatus* i *Trifolium dubium*. Średnio najwięcej wapnia i fosforu zawierała fitomasa *Trifolium repens*, magnezu — *Trifolium hybridum*, miedzi — *Trifolium pratense*, a manganu — *Vicia cracca* i *Trifolium hybridum*. Proporcje pomiędzy Ca i innymi pierwiastkami były przeważnie za szerokie. Wielogatunkowa ruń była uboższa niż gatunki motylkowatych w Ca, Mg i Cu, a zasobniejsza w Mn.

Słowa kluczowe: gatunki, gleba, motylkowate, ruń, właściwości chemiczne, zbiorowiska

The content of P, Ca, Mg, Cu, Zn and Mn was compared as well as relations between Ca and other components in eight species of papilionaceous plants (*Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. hybridum*, *T. dubium*, *Lotus corniculatus*, *Vicia cracca*, *Medicago lupulina*, *Lathyrus pratensis*) and multispecies meadow sward with their considerable participation on background of some habitat factors. Before harvesting of Ist cut crop, samples of the multispecies meadow sward were taken from seminatural meadows and pastures of Dynów Plateau (South — Eastern Poland). The biomass of species of *papilionaceous* plants as well as samples of soil were taken. The results of chemical analyses were statistically worked out. Plant communities with large admixture of *papilionaceous* plants occupied mineral soils of optimal or periodically excessive moisture level with acid or neutral reaction, characterized by low content of available P and K, and high content of Mn, and total forms of Cu, Zn and Mn. Most acidic and habitats were occupied by phytocenoses with *Lotus corniculatus* and *Trifolium*

dubium. On average, most Ca and P was ascertained in biomass of *Trifolium repens*, most Mn in *Trifolium hybridum*, Cu in *Trifolium pratense*, and Mn in *Vicia cracca* and *Trifolium hybridum*. Proportions between calcium and other elements were mostly too wide. Multispecies meadow sward absorbed less Ca, Mg and Cu, and more Mn, in comparison to the *papilionaceus* plants.

Key words: species, soil, *papilionaceous*, sward, chemical properties, plant, communities

WSTĘP

W wielu badaniach podkreśla się dużą wartość żywieniową roślin motylkowatych (Falkowski i in., 1990; Czyż i in., 1996; Grzegorzczak, 1998; Trzaskoś i in., 1998; Warda, 1998; Kitczak, 2000; Grzegorzczak i in., 2001). Znaczny udział tych roślin w runi łąk i pastwisk sprawia, że pasza pod względem żywieniowym jest bardziej odpowiednia dla przeżuwaczy niż z samych traw (Trąba, 1999), a koszty produkcji suchej masy, energii i białka są niższe (Goliński, 1998). Największe znaczenie na użytkach kośnych ma *Trifolium pratense*, a na pastwiskowych — *Trifolium repens* (Warda, 1998). Liczne zalety tych roślin sprawiają, że określane są jako „przyjazne” dla środowiska i mogą mieć ogromne znaczenie w niskonakładowych systemach rolnictwa, zwłaszcza w zrównoważonym i ekologicznym (Novoselova, Frame, 1982).

W warunkach ekstensywnej gospodarki duże znaczenie mają motylkowate, samorzutnie pojawiające się w runi, m. in. *Trifolium dubium*, *Vicia cracca*, *Lathyrus pratensis*. Charakteryzują się one większą trwałością niż rośliny wysiewane w kilkogatunkowych, sztucznych mieszankach (Grzegorzczak, 1998; Novoselova, Frame, 1992). Ponadto mogą występować w warunkach ekstremalnych, gdzie inne motylkowate zawodzą (Novoselova, Frame, 1992).

Celem badań było porównanie niektórych właściwości chemicznych fitomasy ośmiu gatunków roślin motylkowatych i wielogatunkowej runi ze znacznym ich udziałem na tle wybranych czynników siedliskowych.

MATERIAŁ I METODY

Pogórze Dynowskie znajduje się w woj. podkarpackim w widłach Wisłoka i Sanu. Jest największym mezoregionem wśród zewnętrznych Pogórzy Karpackich. Charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą i dużą zmiennością mikroklimatu. Wysokości bezwzględne wahają się od 360 do 504 m n.p.m. Dominują gleby brunatne i płowe wytworzone z pyłów i glin. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 6–8° C. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią 17,9°C, a najchłodniejszym styczeń (-4°C). Okres wegetacji trwa 210–222 dni. Roczne sumy opadów wahają się od 700 do 800 mm, z czego 40% przypada na okres letni (czerwiec — sierpień) (Adamski, 1992).

Obiektem badań były półnaturalne, bogate florystycznie łąki i pastwiska z dużym udziałem w runi roślin motylkowatych (10–30%). W latach 1998–2000 w I odroście runi wykonano badania fitosocjologiczne oraz pobrano po 10 prób fitomasy ośmiu gatunków roślin motylkowatych, najczęściej występujących na trwałych łąkach i pastwiskach Pogórza Dynowskiego. Ponadto w każdym płacie roślinnym, w którym licznie występował dany gatunek pobrano zbiorcze próbki wielogatunkowej runi, a z poziomu

5–15 cm próbki gleby. Próbkę roślinną i glebową poddano analizom chemicznym według aktualnie obowiązujących metod. Porównywano zawartość fosforu, magnezu, wapnia, miedzi, cynku i manganu oraz ważne ze względów żywieniowych stosunki Ca do pozostałych składników w gatunkach roślin motylkowatych oraz w wielogatunkowej runi z ich udziałem na tle niektórych właściwości gleby. Wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji. Istotność różnic oceniano stosując półprzedział ufności Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na glebach mineralnych o optymalnym uwilgotnieniu występowały zespoły: *Arrhenatheretum elatioris*, *Lolio-Cynosuretum*, *Trisetetum flavescens* i *Poo-Festucetum rubrae*, a na glebach okresowo nadmiernie wilgotnych *Alopecuretum pratensis*, i *Holcetum lanati*. We wszystkich dominowały trawy, które zajmowały w runi 50–70%. Spośród badanych gatunków roślin motylkowatych cechy eurybiontów wykazywały *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Lotus corniculatus* i *Vicia cracca*, które spotykano we wszystkich zespołach, w różnych stosunkach ilościowych. Na pastwiskach lepsze warunki niż na łąkach znajdowały *Trifolium repens*, *T. dubium*, *Medicago lupulina*. Z kolei *Lathyrus pratensis* i *Trifolium hybridum* najliczniej występowały w siedliskach wilgotnych, w runi koszonej zespołów *Alopecuretum pratensis* i *Holcetum lanati*. Z badań przeprowadzonych przez Grynię i Kryszak (1998) wynika, że w zespołach *Lolio-Cynosuretum* i *Arrhenatheretum elatioris* panują najlepsze warunki świetlne i termiczne dla rozwoju większości gatunków roślin motylkowatych. Spośród badanych gatunków *Lathyrus pratensis* był bardziej rozpowszechniony na łąkach dolinowych Polski środkowej (Szoszkievicz i in., 1998) niż na Pogórzu Dynowskim.

Liczne badania dowodzą, że udział roślin motylkowatych w zbiorowiskach łąk i pastwisk zależy od warunków siedliskowych. Na ogół liczniej występują na glebach mineralnych niż organicznych (Jargiełło i in., 1996; Grzegorzczak, 1998).

Właściwości chemiczne gleb łąkowych badanego obszaru wskazują na małą ich zasobność w fosfor i potas, a dużą w magnez i mikroelementy. Zawartość próchnicy jest na ogół niska, a odczyn lekko kwaśny do obojętnego (tab. 1). W podobnych warunkach siedliskowych licznie występują motylkowate na łąkach i pastwiskach w innych regionach Polski (Jargiełło i in., 1996; Grzegorzczak, 1998; Szoszkievicz i in., 1998). W warunkach największego zakwaszenia gleb spotykano zbiorowiska ze znacznym udziałem w runi *Lotus corniculatus*. Największe wymagania co do odczynu miały fitocenozy z *Medicago lupulina* i *Trifolium pratense*. Inne gatunki roślin motylkowatych nie różniły się istotnie wymaganiami co do tego czynnika. Największą zawartość próchnicy stwierdzono w glebie zbiorowisk z dużym udziałem *Trifolium dubium* i *T. hybridum*. Najmniej fosforu stwierdzono w siedliskach łąk i pastwisk z *Lotus corniculatus* i *Trifolium dubium*, a najwięcej z *Medicago lupulina* i *Trifolium pratense*. Największe różnice w zasobności gleb w potas, udowodnione statystycznie dotyczyły fitocenozy z *Trifolium pratense* i *Lotus corniculatus*. Nie stwierdzono istotnych różnic w zasobności gleb w miedź i cynk. Natomiast znacznie różniły się siedliska zbiorowisk z dużym udziałem *Trifolium repens* i *Vicia cracca* zasobnością w mangan.

Tabela 1

Niektóre właściwości chemiczne gleb
Some chemical properties of the soils

Wyszczególnienie Specification	Zbiorowiska roślinne z: Plant communities with:								
	<i>Tp</i> *	<i>Tr</i> *	<i>Th</i> *	<i>Td</i> *	<i>Lc</i> *	<i>Vc</i> *	<i>MI</i> *	<i>Lp</i> *	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
pH _{KCl}	6,4	5,8	5,4	5,5	4,2	5,4	6,8	5,1	2,2
	g·kg ⁻¹								
Próchnica Humus	32	25	49	56	23	26	26	25	29
	mg·kg ⁻¹								
P	33,9	32,6	16,7	10,6	7,9	21,1	35,6	18,9	26,0
K	95,1	84,5	68,1	45,9	43,5	85,3	77,9	91,8	47,6
Mg	246,0	202,0	188,0	115,0	86,0	182,0	208,0	191,0	134,0
Cu	12,5	11,6	14,9	11,9	10,7	14,9	11,3	12,3	n.i.**
Zn	47,2	48,4	53,1	39,6	36,3	53,4	28,0	40,2	n.i.
Mn	331,7	161,0	442,1	362,4	476,5	508,6	277,8	280,0	308,6

**Tp* — *Trifolium pratense*, *Tr* — *Trifolium repens*, *Th* — *Trifolium hybridum*, *Td* — *Trifolium dubium*, *Lc* — *Lotus corniculatus*, *Vc* — *Vicia cracca*, *MI* — *Medicago lupulina*, *Lp* — *Lathyrus pratensis*

** n.i. — Nieistotne — Not significant

Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowanie siedlisk badanych gatunków roślin motylkowatych, na co zwrócili uwagę Jargiełło i wsp. (1996), Grzegorzczuk (1998), Szoszkiewicz i wsp. (1998) oraz Grzegorzczuk i wsp. (2001). Na Pogórzu Dynowskim w najbardziej ekstremalnych warunkach występowała *Lotus corniculatus*, zatem roślina ta może być szczególnie cenna w siedliskach, gdzie inne gatunki mają nikłe szanse.

Zdaniem Falkowskiego i wsp. (1990) optymalna zawartość składników mineralnych w 1 kg s.m. wynosi: P — 3 g, Ca — 7 g, Mg — 2 g, Cu — 10 mg, Zn — 50 mg i Mn 50 mg. Generalnie, analizowane gatunki charakteryzowały się niską zawartością fosforu (tab. 2). Najwięcej tego składnika gromadziła *Trifolium repens*, a najmniej *Trifolium pratense*. Poziom wapnia i magnezu w fitomasie wszystkich gatunków był wysoki. Najwięcej Ca zawierała *Trifolium repens*. Istotnie mniej tego składnika stwierdzono w *Vicia cracca* i *Lathyrus pratensis*. Szczególnie wysoką zawartością magnezu wyróżniały się *Trifolium hybridum* i *T. repens*. Pierwszy gatunek gromadził istotnie więcej Mg, niż większość pozostałych. Najmniejszą koncentracją Mg wyróżniała się *Trifolium dubium*. Biorąc pod uwagę zapotrzebowanie przeżuwaczy na miedź w paszach, optymalną jej zawartość stwierdzono tylko w *Trifolium pratense*. Pozostałe taksony gromadziły istotnie mniej tego cennego mikroelementu. Cynk występował przeważnie w niedoborze. Największą zawartością Zn, zbliżoną do poziomu uważanego za optymalny wyróżniała się *Vicia cracca*. Istotnie mniej Zn zawierały *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Medicago lupulina* i *Lathyrus pratensis*. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości manganu. Ze względu na wymagania zwierząt optymalnym poziomem Mn charakteryzowały się *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina* i *Lathyrus pratensis*. W pozostałych gatunkach stwierdzono nadmiar manganu. Wyniki badań prezentowane przez Kitzaka (2000) potwierdzają wysoką zasobność *Trifolium pratense* i *T. repens* w wapń i magnez, a niską w cynk. Odmienne rezultaty niż na Pogórzu Dynowskim, co do zasobności w mikroelementy *Vicia cracca* i *Medicago lupulina* uzyskali Czyż i wsp. (1996). W warunkach gleb organicznych

Pomorza Zachodniego wymienione gatunki były o wiele zasobniejsze. Także *Lathyrus pratensis* występujący w innych warunkach ekologicznych niż na Pogórzu zawierał więcej składników pokarmowych (Trzaskoś i in., 1998; Grzegorzczuk i in., 2001).

Ze względów żywieniowych często ważniejsze od zawartości poszczególnych składników w runi są wzajemne ich relacje. Optymalny stosunek Ca:P i Ca:Mg wynosi 2:1. Z niniejszych badań wynika, że proporcje te były za szerokie we wszystkich gatunkach. Istotnie wyższą wartość proporcji Ca:Mg stwierdzono w *Trifolium pratense* niż w *Trifolium hybridum*, na co miała wpływ niższa w *Trifolium hybridum* zawartość Ca, a wyższa Mg (tab. 2). Dolna granica normy żywieniowej w zakresie stosunku Ca:Zn i Ca:Mn wynosi 100, a optymalna Ca:Cu waha się od 300 do 500 (Kopeć, Gondek, 2000). W badanych gatunkach wartość Ca:Cu była wielokrotnie większa od normy, na co miał wpływ nadmiar wapnia, a niedobór miedzi. Wartość Ca do Zn jedynie w *Trifolium dubium* i *Vicia cracca* była zbliżona do wymaganej w paszy. Zdecydowała o tym wyższa w tych gatunkach niż w pozostałych koncentracja cynku, a niższa wapnia. Stosunek Ca:Mn w większości gatunków był zbliżony do wartości optymalnej.

Tabela 2

Niektóre właściwości chemiczne wybranych gatunków roślin motylkowatych
Some chemical properties of selected leguminous species

Wyszczególnienie Specification	Zbiorowiska roślinne z: Plant communities with:								NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	<i>Tr</i> *	<i>Tr</i> *	<i>Th</i> *	<i>Td</i> *	<i>Lc</i> *	<i>Vc</i> *	<i>MI</i> *	<i>Lp</i> *	
g·kg ⁻¹ s.m./d.m									
P	1,97	2,67	2,42	2,10	2,25	2,45	2,45	2,29	0,55
Ca	15,10	17,53	14,45	10,93	13,59	11,95	15,50	11,85	3,95
Mg	2,91	3,42	3,82	2,09	2,75	2,39	3,01	2,68	0,88
mg·kg ⁻¹ s.m./d.m.									
Cu	10,4	8,4	7,2	8,2	8,0	6,9	5,9	6,3	1,7
Zn	27,6	25,3	36,9	37,0	29,0	42,6	28,0	25,9	14,4
Mn	52,8	93,3	101,5	92,1	80,7	103,2	51,7	53,8	n.i.
Ca:P	7,5	6,6	6,1	5,3	5,8	4,7	5,8	4,8	2,2
Ca:Mg	5,4	5,4	3,8	5,2	5,0	5,2	5,2	4,4	1,5
Ca:Cu	1504	2098	1903	1301	1759	1683	2680	1915	1144
Ca:Zn	621	669	421	307	500	306	696	486	339
Ca:Mn	444	285	177	203	236	135	315	239	83

* objaśnienia w tab. 1; Explanations in table 1

Zawartość składników pokarmowych w runi łąkowej zależy od właściwości biologicznych poszczególnych gatunków (Falkowski i in., 1990; Grzegorzczuk, 1998) i warunków siedliskowych (Trąba, Wyłupek, 1998; Trzaskoś i in., 1998). Trawy są na ogół uboższe niż rośliny motylkowate w Ca, Mg i Cu, a zasobniejsze w Mn (Falkowski i in., 1990; Czyż i in., 1996; Trzaskoś i in., 1998). Stąd na Pogórzu Dynowskim wielogatunkowa ruń ze znacznym udziałem motylkowatych, ale jednak z przewagą traw była mniej zasobna niż gatunki w Ca, Mn i Cu, a bardziej w Mn. Różnice w zawartość P i Zn nie były jednoznaczne (tab. 2 i 3). Stosunek wapnia do pozostałych pierwiastków był węższy w runi niż w gatunkach.

Tabela 3

Niektóre właściwości chemiczne runi z udziałem wybranych gatunków roślin motylkowatych
Some chemical properties of sward with participation of selected leguminous species

Wyszczególnienie Specification	Zbiorowiska roślinne z: Plant communities with:								NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	<i>Tr</i> *	<i>Tr</i> *	<i>Th</i> *	<i>Td</i> *	<i>Lc</i> *	<i>Vc</i> *	<i>Ml</i> *	<i>Lp</i> *	
g·kg ⁻¹ s.m./d.m									
P	2,39	2,32	2,49	2,16	2,48	2,24	2,28	2,54	n.i.
Ca	8,37	8,75	8,90	9,45	7,49	7,20	7,93	7,34	n.i.
Mg	2,13	2,31	2,65	2,15	2,25	1,98	2,17	1,79	0,72
mg·kg ⁻¹ s.m./d.m.									
Cu	5,50	5,6	5,2	6,8	5,9	5,1	4,8	5,4	1,5
Zn	31,0	24,5	28,6	37,8	34,1	30,8	27,3	26,1	11,4
Mn	116,8	148,6	214,5	104,7	208,7	241,6	78,6	130,2	161,5
Ca:P	3,9	3,9	3,7	4,4	3,2	3,3	3,6	3,1	n.i.
Ca:Mg	3,9	3,9	3,3	4,5	3,3	3,7	3,7	4,3	n.i.
Ca:Cu	1634	1540	2076	1456	1413	1364	1697	1409	n.i.
Ca:Zn	321	360	440	267	226	248	373	312	n.i.
Ca:Mn	215	96	97	166	61	60	129	101	n.i.

*Objaśnienia w tab. 1; Explanations in table 1

WNIOSKI

1. Zbiorowiska łąkowe i pastwiskowe z dużym udziałem motylkowatych występowały na glebach mineralnych, optymalnie lub okresowo nadmiernie uwilgotnionych o odczynie lekko kwaśnym lub obojętnym, niskiej zawartości próchnicy, fosforu i potasu, a wysokiej magnezu. Najbardziej kwaśne i ubogie pod względem troficznym siedliska zajmowały fitocenozy z *Lotus corniculatus* i *Trifolium dubium*.
2. Spośród badanych gatunków we wszystkich zbiorowiskach licznie występowały *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Lotus corniculatus* i *Vicia cracca*. *Trifolium hybridum* i *Lathyrus pratensis* optymalne warunki znajdowały w zespołach *Alopecuretum pratensis* i *Holcetum lanati*.
3. Średnio najwięcej wapnia i fosforu zawierała fitomasa *Trifolium repens*, magnezu *Trifolium hybridum*, miedzi *Trifolium pratense*, a manganu *Vicia cracca* i *Trifolium hybridum*. Proporcje pomiędzy wapniem a innymi pierwiastkami były za szerokie.
4. Wielogatunkowa ruń była uboższa niż gatunki roślin motylkowatych w wapń, magnez i miedź, a zasobniejsza w mangan. Proporcje pomiędzy wapniem a innymi pierwiastkami były węższe niż w gatunkach.
5. Półnaturalne łąki i pastwiska mogą mieć duże znaczenie w pracach hodowlanych jako źródło dzikich ekotypów charakteryzujących się dużą trwałością w warunkach ekstremalnych.

LITERATURA

- Adamski J. 1992. Pogórze Dynowskie. Wyd. Muzeum Regionalnego PTTK w Brzozowie: 126 ss.
 Czyż H., Dzida M. 1996. zawartość mikroelementów w poszczególnych składnikach runi łąkowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 581 — 585.
 Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1990. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. AR Poznań: 110 ss.

- Goliński P. 1998. Ekonomiczne aspekty wykorzystania motylkowatych na użytkach zielonych. Biul. Nauk. 1: 59 — 74.
- Grynia M., Kryszak A. 1998. Różnorodność florystyczna zbiorowisk a udział roślin motylkowatych. Biul. Nauk. 1: 99 — 106.
- Grzegorzczak S. 1998. Warunki siedliskowe i wartość paszowa niektórych gatunków motylkowatych z łąk i pastwisk Pojezierza Olsztyńskiego. Biul. Nauk. 1: 107 — 116.
- Grzegorzczak S., Bernatowicz T., Grabowski K., Alberski J. 2001. Występowanie i wartość pokarmowa wybranych gatunków motylkowatych z trwałych użytków zielonych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 479: 95 — 100.
- Jargiełło J., Miazga S., Mosek B., Sawicki B., Czarnecki Z. 1996. Ocena niektórych czynników wpływających na występowanie roślin motylkowatych w runi łąk i pastwisk dolinowych Wyżyny Lubelskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 442: 193 — 203.
- Kitczak T. 2000. Występowanie i skład chemiczny roślin motylkowatych w runi pastwiska, łąki kośnej i zmiennie użytkowanej. Mat. Semin. IMUZ 45: 144 — 150.
- Kopeć M., Gondek K. 2000. Wpływ terminów koszenia na zawartość makro i mikroskładników w runi łąkowej. Mat. Sem. IMUZ, 45: 89 — 94.
- Novoselowa A., Frame J. 1992. The role of legumes in European grassland production. Proc. of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti, Finland: 87 — 96.
- Szozkiewicz J., Dembek R., Szozkiewicz K., Zbierska J. 1998. Zależności między frekwencją motylkowatych a niektórymi czynnikami siedliskowymi. Biul. Nauk. 1: 361 — 372.
- Trąba C. 1999. Zawartość białka ogólnego, włókna surowego oraz P, K, Ca i Mg w runi łąkowej bez roślin motylkowatych i ze znacznym ich udziałem. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 347, Sesja Naukowa 62: 303 — 308.
- Trąba C., Wyłupek T. 1998. Skład chemiczny gleby i runi łąkowej zespołu *Arrhenatheretum elatioris* o dużym udziale roślin motylkowatych. Biul. Nauk. 1: 395 — 401.
- Trzaskoś M., Kitczak T., Czyż M. 1998. Skład chemiczny groszku błotnego (*Lathyrus palustris*) i żółtego (*Lathyrus pratensis*) występujących na łąkach polderowych. Biul. Nauk. 1: 403 — 409.
- Warda M. 1998. Wykorzystanie motylkowatych na użytkach zielonych. Biul. Nauk. 1: 427 — 437.