

WŁODZIMIERZ MAJTKOWSKI¹**GABRIELA MAJTKOWSKA**¹**JAROSŁAW PIŁAT**²**JAN MIKOŁAJCZAK**²¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Ogród Botaniczny w Bydgoszczy² Katedra Żywnienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej, Wydział Zootechniczny, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Przydatność do zakiszania zielonki traw C-4 w różnych fazach wegetacji

The ensilage suitability of green forage of C-4 grasses in different growth phases

Oceniono przydatność do zakiszania różnych gatunków i odmian traw typu C-4 fotosyntezy. Badania składu chemicznego traw obejmowały określenie poziomu suchej masy, substancji organicznej, białka surowego, włókna surowego, związków bezazotowych wyciągowych, węglowodanów strukturalnych — frakcji neutralno detergentowej (NDF) i frakcji kwaśno detergentowej (ADF) według standardowych metod (AOAC 1995), węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie metodą Lane-Eynona z modyfikacjami Nizowkina i Jemialinowej (Ładoński i Gospodarek, 1986), pojemność buforową zielonek (Weissbach, 1992, 1998), współczynnik fermentacji (Weissbach, 1998). W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że trawy typu C-4 charakteryzowały się wyższym poziomem suchej masy niż rodzime gatunki traw C-3. Poziom białka surowego w trawach C-4 był niższy niż u traw C-3. Frakcja węglowodanów strukturalnych (NDF, ADF) była dominującym składnikiem suchej masy traw. Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie w trawach C-4 jest niższa niż u gatunków rodzimych (z wyjątkiem gatunku *Miscanthus sacchariflorus*), pomimo tego zielonki należały do surowców łatwo kiszących. Wysoki udział węglowodanów strukturalnych w zielonce wskazuje na konieczność zakiszania zielonek we wczesnych fazach wegetacji i zastosowania chemicznych lub enzymatycznych dodatków do zakiszania.

Słowa kluczowe: faza wegetacji, skład chemiczny, trawy C-4, zakiszanie

The ensilage suitability of different C-4 grass species and varieties was evaluated on the basis of following chemical analyses: dry and organic matter content, crude fibre and crude protein content, nitrogen-free extracts, structural carbohydrates — NDF (neutral detergent fraction) and ADF (acid detergent fraction) according to standardized methodology (AOAC, 1995), sugar acc. to Lane-Eynon with modifications after Nizowkin and Jamialinowa (Ładoński and Gospodarek, 1986), buffering capacity of green forage and fermentation index (Weissbach, 1992, 1998). As a result of the above it was concluded that the C-4 grass species and varieties showed higher dry matter content and lower crude protein content as compared to the native C-3 grasses. The major dry matter components of grass forage were structural carbohydrates fraction (NDF, ADF). Despite of lower water soluble carbohydrates content (excl. *Miscanthus sacchariflorus*) the C-4 grass green forage ensiled quite easily.

Due to high content of structural carbohydrates fraction in C-4 grass green forage it is necessary to ensile early collected forage and use chemical and enzymatic compounds.

Key words: chemical composition, ensilage, C-4 grasses, growth phase

WSTĘP

Warunki klimatyczne panujące na obszarze geograficznym Europy i Polski, w różnych jednostkach czasu w dziejach Ziemi, były zmienne. Aktualnie w warunkach meteorologicznych Europy i Polski obserwuje się wzrost poziomu nasłonecznienia i niedobór wody w glebie. Zmiany te nie są obojętne dla rolnictwa. Kserotroficzne trawy fotosyntezy typu C-4 są lepiej przystosowane do zmieniających się warunków klimatycznych, a efektywność wykorzystania wody, azotu i innych biopierwiastków, niezbędnych do produkcji biomasy, jest wyższa niż rodzimych traw fotosyntezy typu C-3 (Brown, 1985; Nalborczyk, 1996). Trawy fotosyntezy typu C-4 stanowią naturalny, dominujący element roślinności zbiorowisk trawiastych cieplejszych rejonów świata. Wykorzystywane są jako pasza objętościowa w stanie świeżym (Hafley i in., 1993) lub w formie zakonserwowanej (Lintzenich i in., 1995; Simpson i in., 1998; Bodine i in., 2000; Farmer i in., 2001). Zielonka z traw szlaku fotosyntezy C-4, w stanie świeżym lub zakonserwowana, stanowić może cenną paszę dla zwierząt (Aiken i in., 1991; Burns i in., 1997; Bennett i in., 1999; Coffey i in., 2000; Coleman i in., 2001). Plon suchej masy traw fotosyntezy C-4 jest porównywalny z plonem suchej masy traw typu C-3 (Mislevy i in., 1999; Johnson i in., 2001). W warunkach europejskich trawy fotosyntezy szlaku C-4 poddane zostały próbie introdukcji, między innymi w warunkach klimatycznych Wielkiej Brytanii (Christian i in., 1999) oraz Polski (Majtkowski i Majtkowska, 1998). Zainteresowanie tymi trawami wynika z możliwości wykorzystania biomasy do celów energetycznych (Majtkowski, 2001; El Bassam, 2003).

Celem pracy było określenie składu chemicznego i przydatności do zakiszania wybranych gatunków i odmian traw szlaku fotosyntezy C-4, w zależności od fazy rozwojowej.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w 2003 roku. Materiałem doświadczalnym były wieloletnie gatunki traw fotosyntezy C-4:

- palczatka Gerarda (*Andropogon gerardi* Vitman), odmiany: Bison, Pawnee, Bonilla,
- proso różgowe (*Panicum virgatum* L.), odmiany: Dacotah, Forestburg,
- miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack.).

Część agrotechniczną badań przeprowadzono w Ogrodzie Botanicznym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Bydgoszczy, gdzie dokonano zbioru zielonki z traw w fazach: wegetatywnej (faza I), początku kłoszenia (faza II) oraz początku kwitnienia roślin (faza III). Część analityczną przeprowadzono w Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej Wydziału Zootechnicznego Akademii Techniczno Rolniczej w Bydgoszczy. W podsuszonych zielonkach określono zawartość składników według

standardowych metod (AOAC 1995): suchej masy (SM), substancji organicznej (SO), białka surowego (BS), włókna surowego (WŁ), związków bezazotowych wyciągowych (BNW) oraz:

- węglowodanów strukturalnych: frakcji neutralno detergentowej (NDF) i frakcji kwaśno detergentowej (ADF),
- zawartość hemicelulozy (HEM) obliczono z różnicy: NDF–ADF,
- węglowodanów rozpuszczalnych (C) w wodzie metodą Lane-Eynona z modyfikacjami Nizowkina i Jemialinowej (Ładoński i Gospodarek, 1986),
- pojemność buforową zielonek (P) w gramach kwasu mlekowego/100g suchej masy (Weissbach, 1992),
- współczynnik fermentacji (Weissbach, 1998).

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość suchej masy w trawach fotosyntezy C-4 była uzależniona od gatunku, odmiany i fazy wegetacji (tab. 1, 2, 3). Poziom tego składnika kształtował się od 23,95% w fazie wegetatywnej *Andropogon gerardi* odmiany Bison do ponad 39% w stadium początku kwitnienia *Miscanthus sacchariflorus*. W badaniach Podkówek (2001), prowadzonych na trawach fotosyntezy C-3 (*Phleum pratense*, *Lolium perenne*, *Festulolium*), zawartość suchej masy była niższa i w zależności od terminu pokosu wynosiła od 18,11% (I pokos *Festulolium*) do 27,95% (II pokos *Phleum pratense*). Trawy C-4 fotosyntezy w porównaniu do traw C-3 są ubogie w białko surowe. Maksymalną ilość tego składnika (12,82% s.m.) odnotowano w fazie wegetatywnej *Andropogon gerardi* odm. Pawnee, a ilość minimalną (5,4% s.m.) stwierdzono u gatunku *Miscanthus sacchariflorus* w okresie początku kwitnienia. Podkówka (2001) podaje, że w trawach C-3 fotosyntezy, w zależności od gatunku i terminu zbioru, zawartość białka w suchej masie wynosi od 10,11% (II pokos *Phleum pratense*) do 17,28% (III pokos *Phleum pratense*).

Charakterystyczną cechą składu chemicznego traw C-4 jest wyższy poziom NDF i ADF niż w trawach C-3 (Hafley i in., 1993; Johnson i in., 2001). W ocenianych trawach węglowodany strukturalne NDF stanowiły od 66,71% s.m. w fazie wegetatywnej *Andropogon gerardi* odm. Bison do 74,83% s.m. u *Andropogon gerardi* odm. Forestburg na początku kwitnienia. Frakcja ADF stanowiła od 31,93% (*Miscanthus sacchariflorus*, faza wegetatywna) do 42,28% suchej masy u *Andropogon gerardi* odm. Bison. Trawy krajowe zawierają od 50,59% (III pokos *Phleum pratense*) do 61,24% NDF w suchej masie I pokosu *Phleum pratense* (Podkówka, 2001). Frakcja ADF w trawach C-3 fotosyntezy stanowi od 25,70% (III pokos *Phleum pratense*) do 34,13% s.m. w II pokosie *Phleum pratense* (Podkówka 2001). Węglowodany rozpuszczalne w wodzie w trawach C-4 stanowiły jedynie od 3,62% (*Andropogon gerardi* odm. Pawnee w fazie początku kłoszenia) do 8,44% w suchej masie u *Miscanthus sacchariflorus* w fazie wegetatywnej. Janicki i Piłat (1998) podają, że w trawach ilość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie zawiera się w przedziale od 6,36% do 8,53% s.m., a w koniczynie i lucernie odpowiednio 7,69% i 5,73% s.m. Zielonka z kukurydzy może zawierać od 8,28% do ponad 20% węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie w suchej masie. Podkówka (2001)

podaje, że zawartość tego składnika w trawach C-3 wynosi od 9,35% (I pokos *Phleum pratense*) do 19,79% w suchej masie (I pokos *Lolium perenne*). Współczynnik fermentacji gatunków i odmian traw C-4 fotosyntezy testowanych w różnych fazach wegetacji wynosił ponad 35, stąd trawy C-4 można zaliczyć do zielonek łatwo kiszących (Weissbach, 1998).

Tabela 1

Średni skład chemiczny zielonki z palczatki Gerarda (*Andropogon gerardi* Vitman) w fazach wegetacji
Average chemical composition of big bluestem (*Andropogon gerardi* Vitman) in different stages of vegetation

Odmiana Variety	Faza wegetacji Stage of vegetation	SM %	Zawartość w % suchej masy Content in dry matter (%)								P	C/P
			SO	BS	WŁ	BNW	NDF	ADF	HEM	C		
Bison	I	23,95	93,24 ^a	10,90 ^{AB}	31,31	48,68	66,71 ^a	35,19 ^A	31,52	6,50	2,93	2,26
		2,16	0,71	0,47	1,04	1,35	2,43	1,74	0,76	0,52	0,30	0,44
	II	27,72	94,64	6,12 ^A	36,08	49,23	71,07	38,75 ^A	32,32	7,40	2,54	2,98
		0,85	0,33	0,22	4,36	5,67	1,36	0,44	0,93	0,95	0,36	0,61
	III	28,55	95,08 ^a	6,91 ^B	39,74	46,83	74,65 ^a	42,28 ^A	32,37	5,91	2,96	2,01
		1,34	0,09	0,42	0,84	0,40	2,37	0,87	1,53	1,65	0,08	0,62
Pawnee	I	29,58	93,63	12,82 ^{AB}	31,44 ^A	47,08	68,71	36,91 ^a	31,80	5,25	2,66	2,02
		4,53	0,29	1,53	1,01	2,85	1,89	0,67	2,08	0,54	0,43	0,33
	II	30,50	94,38	5,51 ^A	40,46 ^A	46,92	74,51	42,02 ^a	32,50	3,62	2,55	1,43
		2,23	0,49	0,07	0,82	1,16	1,24	0,84	0,65	0,45	0,10	0,21
	III	33,50	94,65	5,84 ^B	35,84 ^A	51,44	72,70	39,91	32,79	4,28	3,10	1,38
		0,97	0,40	0,40	0,46	1,03	2,43	1,70	1,26	0,24	0,29	0,06
Bonilla	I	29,92 ^A	95,00	9,59 ^A	32,68 ^{AB}	50,43	69,70	33,67 ^a	36,03	6,64 ^a	2,26 ^{AB}	2,95 ^{AB}
		1,00	0,34	0,87	1,25	1,16	1,80	1,40	3,10	0,52	0,06	0,30
	II	25,10 ^A	95,28	8,58 ^B	35,72 ^A	48,98	71,87	37,58	34,30	5,63	3,22 ^A	1,75 ^A
		0,75	0,12	0,53	0,24	0,63	1,27	1,34	0,30	0,69	0,19	0,24
	III	33,61 ^A	95,20	5,63 ^{AB}	38,09 ^B	50,06	73,93	41,51 ^a	32,42	4,56 ^a	3,41 ^B	1,34 ^B
		0,87	0,26	0,31	0,54	0,63	0,68	0,54	0,79	0,52	0,31	0,12

Wartości oznaczone tymi samymi literami różnią się istotnie; Values followed by the same letters differ significantly a,b,c (p < 0,05) A,B,C, (p < 0,01)

I — Faza wegetatywna; vegetative stage, II — Początek kłoszenia; Beginning of earing, III — Początek kwitnienia; Beginning of flowering

SM — Sucha masa; Dry matter

SO — Substancja organiczna; Organic matter

BS — Białko surowe; Crude protein

WŁ — Włókno surowe; Crude fiber

BNW — Bezazotowe związki wyciągowe; N-free extracts

NDF — Frakcja neutralno detergentowa; Neutral detergent fraction

ADF — Frakcja kwaśno detergentowa; Acid detergent fraction

HEM — Hemiceluloza; Hemicellulose

C — Węglowodany rozpuszczalne w wodzie; Sugar

P — Pojemność buforowa (g kwasu mlekowego/100 g s.m.); Buffering capacity (g milk acid/100 g dry matter)

C/P — Iloraz cukru: pojemność buforowa; Sugar: buffering capacity ratio

Tabela 2

Średni skład chemiczny zielonki prosa różgowatego (*Panicum virgatum* L.) w fazach wegetacji
Average chemical composition of switch grass (*Panicum virgatum* L.) in different stages of vegetation

Odmiana Variety	Faza wegetacji Stage of vegetation	SM (%)	Zawartość w % suchej masy Content in dry matter (%)								P	C/P
			SO	BS	WL	BNW	NDF	ADF	HEM	C		
Dacotah	I	24,83 ^{AB}	93,87	12,57 ^{AB}	35,23	43,35	67,43	35,74 ^A	31,69	6,35	3,17	1,96
		1,04	0,30	1,23	0,95	2,35	4,04	0,80	3,28	2,47	0,80	0,32
	II	29,71 ^A	94,53	8,15 ^A	38,80	45,20	72,38	36,75 ^B	35,63	4,72	2,40	2,00
		0,35	0,09	0,29	1,00	0,63	1,12	0,41	0,72	0,16	0,17	0,14
	III	30,11 ^B	94,85	7,98 ^B	39,20	46,91	74,38	40,49 ^{AB}	33,89	5,14	2,67	1,92
		0,83	0,09	0,30	3,66	4,49	0,73	0,72	0,52	1,53	0,28	0,43
Forestburg	I	28,22 ^A	94,30	11,11 ^A	33,54	46,80	68,59 ^{ab}	35,64 ^A	32,95	6,35 ^{ab}	2,32	2,74 ^a
		0,97	0,20	1,29	2,28	2,22	2,05	0,70	1,43	0,35	0,16	0,09
	II	28,66 ^B	94,52	8,64 ^B	37,90	46,06	74,37 ^a	36,69 ^A	34,69	4,81 ^a	2,30	2,10
		0,83	0,41	0,24	1,73	1,15	1,56	0,67	1,22	0,42	0,14	0,27
	III	34,02 ^{AB}	94,92	5,63 ^{AB}	38,99	48,78	74,83 ^b	41,67 ^A	33,16	3,84 ^b	2,45	1,60 ^a
		0,34	0,25	0,31	0,42	0,55	0,54	1,01	1,02	0,34	0,27	0,33

Objaśnienia jak w tabeli 1

Explanations as for Table 1

Tabela 3

Średni skład chemiczny zielonki miskanta cukrowego (*Miscanthus sacchariflorus*) w fazach wegetacji
Average chemical composition of *Miscanthus sacchariflorus* in different stages of vegetation

Gatunek Variety	Faza wegetacji Stage of vegetation	SM (%)	Zawartość w % suchej masy Content in dry matter (%)								P	C/P
			SO	BS	WL	BNW	NDF	ADF	HEM	C		
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	I	33,58 ^a	92,89 ^{AB}	11,66 ^{ab}	29,22 ^A	49,35 ^a	64,15 ^A	31,93 ^{AB}	32,22	8,44 ^A	4,64 ^{ab}	1,84 ^a
		1,78	0,26	0,41	0,41	0,29	0,32	0,50	0,50	0,35	0,49	0,26
	II	33,87 ^b	95,18 ^A	6,71 ^a	36,17 ^A	50,60 ^b	71,41 ^A	38,18 ^A	33,23	6,69 ^{AB}	3,05 ^a	2,20 ^b
		2,61	0,41	0,43	0,22	0,50	0,05	0,95	0,92	0,26	0,15	0,06
	III	39,10 ^{ab}	95,03 ^B	5,40 ^b	33,44 ^A	54,54 ^{ab}	69,49 ^A	36,99 ^B	32,49	7,71 ^B	2,73 ^b	2,83 ^{ab}
		0,36	0,11	1,50	0,33	1,93	0,38	0,19	0,51	0,18	0,16	0,11

Objaśnienia jak w tabeli 1

Explanations as for Table 1

Janicki i Piłat (1998) podają, że pojemność buforowa traw C-3 wynosi od 6,12 do 6,21. W badaniach Podkówki (2001) wartości te wahały się od 7,23 (II pokos *Phleum pratense*) do 12,56 (III pokos *Festulolium*). Pojemność buforowa badanych traw C-4 była niższa niż zielonek traw C-3 i kształtowała się od ok. 2–3 do 4,64 g kwasu mlekowego/100 g s.m. u *Miscanthus sacchariflorus* w fazie wegetatywnej. Uzyskane wartości są zbliżone do wartości pojemności buforowej zielonki z kukurydzy uzyskanej przez Janickiego i Piłata (1998). Autorzy określili pojemność buforową zielonki na poziomie od 2,54 (przy

zawartości 30% s.m.) do 2,92 (przy zawartości 22% s.m.). Iloraz cukrów rozpuszczalnych w wodzie do pojemności buforowej (C/P) w trawach C-3 wynosił od 1,00 do 1,34 (Janicki i Piłat, 1998), a w badaniach Podkówek (2001) od 0,93 (III pokos *Festulolium*) do 1,84 (I pokos *Festulolium*). W badaniach nad trawami C-4 uzyskano wyższe wartości C/P: od 1,34 (*Andropogon gerardi* Bonilla w fazie początku kwitnienia) do 2,48 (*Andropogon gerardi* Bison w fazie początku kłoszenia).

PODSUMOWANIE

Trawy fotosyntezy C-4 charakteryzowały się wyższym poziomem suchej masy niż rodzime gatunki traw C-3. Poziom białka surowego u badanych traw, niezależnie od gatunku, odmiany oraz fazy wegetacji, był niższy niż u traw C-3. Frakcja węglowodanów strukturalnych (NDF, ADF) była dominującym składnikiem suchej masy traw. Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie w testowanych zielonkach z traw była niższa niż u gatunków rodzimych, z wyjątkiem gatunku *Miscanthus sacchariflorus*, pomimo tego zielonki należały do surowców łatwo kiszących. Wysoki udział węglowodanów strukturalnych w zielonce wskazuje na konieczność zakiszania traw we wczesnych fazach wegetacji (oprócz *Miscanthus sacchariflorus*) i zastosowania chemicznych lub enzymatycznych dodatków do zakiszania.

LITERATURA

- Aiken G. E., Pitman W. D., Chambliss C. G., Portier K. M. 1991. Responses of yearling steers to different stocking rates on subtropical grass-legume pasture. J. Animal Sci. 69: 3348 — 3356.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th edition. Arlington, Virginia (USA).
- Benett L. L., Hammond A. C., Williams M. J., Chase C. C., Kunkle W. E. 1999. Diet selection by steers using microhistological and stable carbon isotope ratio analyses. J. Animal Sci. 77: 2252 — 2258.
- Bodine T. N., Purvis I.I. H.T., Ackerman C. J., Goad C. L. 2000. Effects of supplementing prairie hay with corn and soybean meal on intake, digestion and ruminal measurements by beef steers. J. of Animal Sci. 78: 3144 — 3154.
- Brown R. H. 1985. Growth of C₃ and C₄ grasses under low N levels. Crop Sci. 25, 6: 954 — 957.
- Burns J. C., Pond K. R., Fisher D. S., Luginbuhl J. M. 1997. Changes in forage quality, intestine mastication and digests kinetics resulting from switchgrass maturity. J. Animal Sci. 75: 1368 — 1379.
- Christian D. G., Riche A. B., Yates N. E. 1999. Evaluation of some herbaceous grasses as biomass crops in southern England. Proceedings: "Alternative crops for sustainable agriculture", 13 — 15 June 1999, Turkey: 58 — 69.
- Coffey K. P., Nagaraja T. G., Towne E. G., Brazle F. K., Moyer J. L. 2000. Digestibility of prairie hay diets supplemented with different levels of magnesium-mica by beef heifers. J. Animal Sci. 78: 718 — 725.
- Coleman S. W., Philips W. A., Volesky J. D., Buchanan D. 2001. Comparison of native tallgrass prairie and plains bluestem forage systems for cow-calf production in the Southern Great Plains. J. of Animal Sci. 79: 1697 — 1705.
- El Bassam N. 2003. Integrated renewable energy farms for sustainable development in rural communities. Materiały OECD Workshop on Biomass and Agriculture, Vienna, Austria, 10–13.06.2003: 1 — 10.
- Farmer C. G., Cochran R. C., Simms D. D., Klevesahl E. A., Wickersham T. A., Johnson D. E. 2001. The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tallgrass prairie forage. J. Animal Sci. 79: 2276 — 2285.

- Hafley J. L., Anderson B. E., Klopfenstein T. J. 1993. Supplementation of growing cattle grazing warm-season grass with proteins of various ruminal degradabilities. *J. of Animal Sci.* 71: 522 — 529.
- Janicki B., Piłat J. 1998. Wpływ różnych dodatków do zakiszania na wartość pH kiszonek sporządzonych z traw i motylkowych oraz kukurydzy o zróżnicowanej zawartości suchej masy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462: 403 — 408.
- Johnson C. R., Reiling B. A., Mislevy P., Hall M. B. 2001. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber and protein fractions of tropical grasses. *J. Animal Sci.* 79: 2439 — 2488.
- Lintzenich B. A., Vanzant E. S., Cochran R. C., Beaty J. L., Brandt R. T., Jean G. S. 1995. Influence of processing alfalfa on intake and digestion of dormant bluestem-range forage by steers. *J. of Animal Sci.* 73: 1187 — 1195.
- Ładoński W., Gospodarek T. 1986. Podstawowe metody analityczne produktów żywnościowych. PWN. Warszawa: 166 — 182.
- Majtkowski W. 2001. Wieloletnie gatunki traw dla upraw energetycznych w Polsce. Materiały z międzynarodowej konferencji “Odnawialne źródła energii u progu XXI wieku”, Warszawa, 10 — 11.12.2001. EC BREC/IBMER: 297 — 304.
- Majtkowski W., Majtkowska G. 1998. Introdukcja pozaeuropejskich gatunków traw na tereny parkowe i zdegradowane. *Biul. Ogr. Bot. Muz. i Zbior.* 7: 117 — 122.
- Mislevy P., Martin F.G., Neilson J.T. 1999. Selectivity of tropical grasses by Spanish × Boer goats. *Soil and Crop Sci. Soc. of Florida. Proceedings* 59: 77 — 81.
- Nalborczyk E. (red.). 1996. Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródła energii. SGGW Warszawa: 176 ss.
- Podkówna L. 2001. Wartość pokarmowa oraz ocena przydatności do zakiszania zielonek z *Phelum pratense*, *Lolium perenne* i *Festulolium*. Rozprawa doktorska. ATR Bydgoszcz: 89 ss.
- Simpson R. B., Chase C. C., Hammond A. C., Williams M. J., Olson T. A. 1998. Average daily gain, blood metabolites and body composition at first conception in Hereford, senepol and reciprocal crossbred heifers on two levels of winter nutrition and two summer grazing treatments. *J. of Animal Sci.* 76: 396 — 403.
- Weissbach F. 1992. Bestimmung der Pufferkapazität. Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung FAL. Braunschweig: 3 ss.
- Weissbach F. 1998. Über der Einfluss von verschiedenen Kräutern in Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen auf den Garungsverlauf bei der Bereitung von Grasslagen. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 462: 297 — 313.