

ELIZA GAWEL**JANUSZ ŻUREK**

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wartość pokarmowa wybranych odmian lucerny

Nutritional value of selected lucerne cultivars

W latach 1998–2000 przeprowadzono doświadczenie nad określeniem wpływu terminu zbioru I pokosu na jakość paszy lucerny mieszańcowej — odmiana polska kośna Kometa, lucerny siewnej — odmiana typu pastwiskowego Luzelle (francuska) i odmiana wielolistkowa Legend, pochodząca z USA. Zbiór I pokosu lucerny przeprowadzono w 4 terminach: pierwszy termin po osiągnięciu przez łan wysokości 30 cm (faza wegetatywna), a następne terminy w odstępach tygodniowych. Oznaczono skład mineralny, zawartość włókna surowego w masie roślin i frakcji włókna w pędach oraz wartość energetyczną i białkową suchej masy lucerny. Kolejne odrosty koszone po upływie 35 dni od daty zbioru poprzedniego pokosu. Uzyskane wyniki wskazują, że termin koszenia I pokosu ma decydujący wpływ na skład chemiczny, wartość energetyczną i białkową lucerny. Zbiór lucerny w późniejszych terminach, tzn. w pełni pąkowania i zakończenia pąkowania powodował wzrost zawartości suchej masy, włókna surowego, NDF, ADF, celulozy, ADL oraz substancji organicznej. Zmniejszał się też udział liści w masie lucerny i zawartość N ogólnego, a także obniżała się strawność substancji organicznej, wartość energetyczna i białkowa paszy. Najlepszym składem chemicznym, najniższą zawartością frakcji NDF w całej roślinie i lignin w pędach oraz nieco większą koncentracją energii (JPM i JPŻ) wyróżniała się polska odmiana lucerny Kometa.

Słowa kluczowe: ADF, frakcje włókna, lucerna, strawność, wartość białkowa, wartość energetyczna

The impact of the first cutting date on quality indicators of the Polish hybrid lucerne cv. Kometa of the hay type, French lucerne cv. Luzelle pasture type and the multifoliate cv. Legend originating from the USA was studied in 1998–2000. The first cut of lucerne was done on four dates: 1st date - stand 30 cm high (vegetative stage), the other three dates in weekly intervals. Lucerne herbage was analyzed for mineral composition, crude fiber content, fiber content stems, dry mass, energy and protein values. The subsequent harvests were made following 35 days of regrowth. The data indicate that the date of the first cut is of decisive importance with respect to the effect on chemical composition, energy and protein value of lucerne forage. Delayed first harvest dates i.e. at full budding and at the end of budding the lucerne herbage resulted an increase of dry matter content as well as contents of crude fiber, NDF, ADF, cellulose, ADL and organic matter. The percentage of leaves in the total herbage and total N content decreased. There was also a decrease in the digestibility of organic matter, in energy value and in protein value of lucerne forage. The Polish lucerne cultivar Kometa was the best performer with respect to chemical composition. It also showed the lowest NDF fraction content of the whole plants and the lowest lignin content of stems and a slightly higher energy concentration.

Key words: ADF, fractions of fibre, lucerne, digestibility, energy value, protein value

WSTĘP

Jakość paszy zależy od składu chemicznego suchej masy lucerny w tym zwłaszcza zawartości białka ogólnego oraz frakcji włókna ADF i ADL (Borowiecki, Gawęł, 1998 a; Borowiecki, Gawęł, 1998 b; Julier i in., 1999; Lemaire i in. 1985; Lemaire, Allirand, 1993; Lemaire i in., 1994). Na skład chemiczny suchej masy lucerny wpływa częstotliwość koszenia i termin zbioru pierwszego pokosu (Alboudi i in, 1994; Borowiecki i in., 1996). Jak podają inni autorzy (Borowiecki i in., 1999; Boxtton i in., 1987) odmiany lucerny mogą również różnić się między sobą cechami jakościowymi. Zróżnicowanie odmian pod względem zawartości białka, włókna i strawności wynika z różnic w ulistnieniu i zawartości frakcji włókna w pędach, a także jego strawności (Borowiecki i in., 1999; Emile i in., 1993; Emile, Traineau, 1993; Julier, Huyghe, 1997; Julier i in., 1999). Krajowe odmiany lucerny mieszańcowej na ogół wyróżniają się wyższą zawartością białka w porównaniu z odmianami zagranicznymi (Borowiecki i in., 1999), aczkolwiek Harasimowicz-Herman i wsp. (1997) w badaniach nad przydatnością do uprawy w warunkach Polski wielolistkowej odmiany Legend nie stwierdzili różnic w jakości tej odmiany w porównaniu z krajową odmianą Radius. Potrzeba badań wartości pokarmowej lucerny wynika z faktu wprowadzenia do Rejestru wielolistkowej odmiany Legend pochodzącej z USA oraz upowszechniania przez IUNG pastwiskowej odmiany lucerny Luzelle pochodzenia francuskiego.

Celem badań było określenie cech jakościowych lucerny mieszańcowej *Medicago sativa* L. ssp. *falcata* x ssp. *sativa* odmiana Kometa oraz lucerny siewnej *Medicago sativa* L. ssp. *sativa* odmiana Luzelle i Legend. Oznaczono zawartość: N ogólnego, włókna surowego w masie całych roślin i jego frakcji w pędach, składników mineralnych. Wartość energetyczną i białkową 1 kg suchej masy lucerny wyliczono w programem komputerowym INWAR (Nr 1.3.) według systemu francuskiego INRA 1988.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe, dwuczynnikowe, przeprowadzono w latach 1998–2000 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG w Grabowie (woj. mazowieckie), metodą split blok w 4 powtórzeniach, na glebie zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego o odczynie zbliżonym do obojętnego (pH = 6,6). Porównywano cechy jakościowe lucerny o różnych właściwościach rolniczo-użytkowych: mieszańcowej (*Medicago sativa* L. ssp. *falcata* x ssp. *sativa*) odmiana polska Kometa, oraz lucerny siewnej (*Medicago sativa* L. ssp. *sativa*): odmiana Legend — wielolistkowej o 5–6 listkach w niektórych liściach złożonych (pochodząca z USA od 1999 roku występuje w polskim rejestrze odmian roślin uprawnych) i odmiana typu pastwiskowego Luzelle (francuska) dotychczas nie zarejestrowana w Polsce. Badania prowadzono w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu. Zastosowano zbiór I pokosu lucerny w 4 terminach: 1 termin po osiągnięciu przez łan wysokości 30 cm (faza wegetatywna), a następne terminy w odstępach tygodniowych (tab. 1). Kolejne odrosty koszone po upływie 35 dni od daty zbioru poprzedniego pokosu.

Tabela 1

Data zbioru i fazy rozwojowe lucerny
Date of harvest and plant development stages

Zbiór Harvest	Data zbioru I pokosu Harvest date of the 1 st cutting		Faza rozwojowa Development stage
	lata years		
	1998	2000	
1	30. 04	08. 05	faza wegetatywna vegetative state
2	07. 05	15. 05	początek pąkowania beginning of budding
3	14. 05	22. 05	pełnia pąkowania full budding
4	21. 05	29. 05	zakończenie pąkowania termination of budding

Lucernę siano wiosną, w rzędy co 12 cm bez rośliny ochronnej. Ilość wysiewu po uwzględnieniu zdolności kiełkowania odmian Luzelle i Legend wynosiła — 22 kg/ha, natomiast odmiany Kometa — 25 kg/ha (zwiększony wysiew ze względu na słabą zdolność kiełkowania).

Przedsięwzięcie nawożenia mieszanek w przeliczeniu na 1 ha wynosiło: 30 kg N, 60 kg P₂O₅ i 90 kg K₂O. Poglównie w latach użytkowania stosowano nawożenie potasem w ilości 120 kg K₂O/ha w dawkach po 60 kg wiosną i po zbiorze drugiego pokosu oraz 80 kg P₂O₅ w dawce jednorazowej wiosną.

W latach pełnego użytkowania zebrano po 4 pokosy. Podczas zbioru każdego pokosu pobierano 2 próby po 0,5 kg zielonki z poletka. W jednej z nich wykonano analizę struktury plonu roślin lucerny z rozdziałem na liście i pędy. Następną po oddzieleniu chwastów przeznaczono do określenia procentowego udziału suchej masy. Po wysuszeniu materiał roślinny łączono w próby zbiorcze dla obiektów, w których oznaczano zawartość suchej masy, N ogólnego, P, K, Ca, włókna surowego i kwaśnej frakcji włókna detergentowego (ADF) oraz frakcji włókna w pędach lucerny. Wartość energetyczną i białkową wyliczono na podstawie francuskich norm żywienia przeżuwaczy (Normy żywienia bydła, owiec i kóz, 1993).

DISCUSSION AND RESULTS

Odmiany lucerny zbierane w 1 terminie, przy wysokości roślin 30 cm były bardziej ulistnione niż w terminach późniejszych (tab. 2). Najbardziej ulistnioną była polska odmiana Kometa, natomiast małym udziałem liści w plonie wyróżniała się francuska odmiana pastwiskowa Luzelle. Taki wynik dotyczący odmiany Luzelle nie koresponduje z uzyskanym wcześniej przez Emile i wsp. (1993) oraz Emile i Traineau (1993).

Skład chemiczny suchej masy lucerny był mało zróżnicowany w latach użytkowania, w związku z tym wyniki przedstawiono jako średnie ważone. W pierwszym roku zawartość azotu była nieco wyższa (ze względu na lepsze ulistnienie), a wapnia, włókna surowego i NDF nieco niższa. Termin zbioru I pokosu miał decydujący wpływ na skład chemiczny paszy. Późniejszy termin zbioru porównywanych odmian powodował wzrost

zawartości suchej masy, włókna surowego i neutralnej frakcji włókna (NDF) oraz spadek zawartości azotu w masie lucerny a także obniżenie strawności substancji organicznej (tab. 3, 4 i 6).

Tabela 2

Ulistnienie lucerny (%) (średnie ważone z lat użytkowania)
Foliage of lucerne (%) (weighted means from years of utilization)

Odmiana Cultivar	Termin zbioru I pokosu Harvest time of the 1 st cutting*	Lata Years		
		1999	2000	średnie means
Kometa	1	51,4	50,1	50,7
	2	50,3	46,9	48,6
	3	46,6	44,6	45,6
	4	43,5	41,7	42,6
Luzelle	1	48,1	44,9	46,5
	2	46,4	44,1	45,3
	3	45,2	41,5	43,3
	4	41,3	39,2	40,3
Legend	1	50,2	48,3	49,2
	2	49,4	46,2	47,8
	3	47,8	43,5	45,7
	4	42,5	41,2	41,9

* Patrz tabela 1; See table 1

Tabela 3

Skład chemiczny suchej masy lucerny (średnie ważone z lat użytkowania)
Chemical composition of dry matter of lucerne (weighted means from years of utilization)

Odmiana Cultivar	Termin zbioru I pokosu Harvest time of the 1 st cutting*	Zawartość (% s. m.) Content (% DM)							
		s.m. dm	N	P	K	Ca	Mg	włókno surowe crude fibre	ADF
Kometa	1	20,1	3,51	0,38	3,4	1,47	0,16	23,6	40,8
	2	20,4	3,41	0,35	3,1	1,51	0,15	25,3	43,5
	3	20,8	3,31	0,35	3,0	1,50	0,16	27,5	44,1
	4	21,8	3,01	0,34	3,0	1,44	0,16	28,8	45,5
Luzelle	1	19,6	3,41	0,36	3,3	1,51	0,15	25,1	41,7
	2	20,1	3,33	0,33	3,0	1,49	0,15	27,6	45,7
	3	20,5	3,25	0,32	3,0	1,51	0,14	28,8	47,6
	4	22,1	3,09	0,32	3,0	1,49	0,16	29,4	47,3
Legend	1	19,9	3,41	0,37	3,3	1,47	0,15	24,7	44,1
	2	20,2	3,41	0,34	3,2	1,48	0,16	25,9	45,3
	3	20,1	3,45	0,35	3,0	1,31	0,15	26,5	45,1
	4	21,4	3,04	0,33	2,8	1,37	0,14	30,2	40,9

* Patrz tabela 1; See table 1

Wystąpiło odmianowe zróżnicowanie składu chemicznego suchej masy lucerny, co znane jest z literatury (Borowiecki, Gawęł, 1998 a; Borowiecki, Gawęł, 1998 b; Emile i in., 1993; Julier, Huyghe, 1997; Julier i in., 1999). Najlepszym składem chemicznym cechowała się polska odmiana Kometa. Zawartość włókna surowego i frakcji NDF w tej

odmianie była najmniejsza. Odmianę Luzelle wyróżniała największa z porównywanych odmian zawartość włókna surowego i NDF (tab. 3).

Zawartość substancji organicznej nieco wzrastała przy późniejszych terminach zbioru. Porównanie odmian pod tym względem wykazało wyższą jej zawartość w suchej masie odmiany Kometa i Legend niż odmiany Luzelle (tab. 4). Odmianę Luzelle charakteryzowała również większa niż u pozostałych odmian zawartość włókna, zwłaszcza w 1 i 2 terminie zbioru, co jest sprzeczne z danymi z badań francuskich (Emile i in., 1993; Emile, Traineau, 1993).

Tabela 4

Skład chemiczny suchej masy lucerny (g/kg s.m.) (średnie ważone z lat użytkowania)
Chemical composition of dry matter of lucerne (g/kg DM) (weighted means from years of utilization)

Odmiana Cultivars	Termin zbioru I pokosu * Harvest time of the 1 st cutting*	Sucha masa Dry mass	Substancja organiczna Organic substance	Popiół Ash	Włókno Fibre	Tłuszcz Fat
Kometa	1	201	883,3	227,5	228,8	30,0
	2	204	893,0	207,5	262,2	30,1
	3	204	891,9	201,3	285,8	27,5
	4	219	902,0	185,6	288,5	33,0
Luzelle	1	196	884,8	223,8	246,2	32,4
	2	198	891,0	202,5	285,7	33,3
	3	201	887,0	211,9	289,3	34,7
	4	218	891,5	199,4	278,4	35,2
Legend	1	201	884,1	221,3	234,5	33,6
	2	201	898,8	206,9	265,4	28,0
	3	199	890,1	218,1	263,0	30,7
	4	219	901,9	189,4	299,1	25,1

* Patrz tabela 1; See table 1

Wykazano małe zróżnicowanie odmianowe zawartości frakcji włókna w pędach lucerny. Z innych prac wynika, że zawartość NDF i ADF zależy nie tylko od fazy rozwojowej lucerny i jej ulistnienia ale jest również odmianowo zróżnicowana (Buxton i in., 1987; Julier, Huyghe, 1997; Borowiecki i in., 1999). Zbiór lucerny w późniejszych terminach z reguły wiązał się ze wzrostem zawartości NDF, ADF, celulozy i ADL (lignin) (tab. 5). Nieco mniejszą zawartością frakcji włókna wyróżniała się krajowa odmiana Kometa. Natomiast niezależnie od terminu zbioru zawartość frakcji lignin (ADL) w masie pędów odmiany Kometa nie zmieniała się i była niższa niż u porównywanych odmian (tab. 5).

Przeprowadzone badania wskazują, że zarówno mniejsza zawartość włókna surowego i frakcji włókna NDF w suchej masie całych roślin, jak też frakcji lignin w pędach wpłynęła na lepszą strawność substancji organicznej polskiej odmiany Kometa (tab. 5 i 6). We wcześniejszych badaniach Emile, Traineau (1993) oraz Emile i wsp. (1993), a także Julier, Huyghe (1997), stwierdzili większy wpływ na strawność zawartości włókna w łodygach lucerny niż w całej roślinie. W innych badaniach krajowych, podobnie jak w badaniach własnych stwierdzono niższą zawartość frakcji włókna ADF i ADL

w polskich odmianach w porównaniu z zagranicznymi (Borowiecki, Gawęł, 1998 a; Borowiecki, Gawęł, 1998 b).

Tabela 5

Zawartość frakcji włókna w suchej masie pędów lucerny (średnie ważone z lat użytkowania)
Fiber fraction content in dry matter in shoot of the lucerne (weighted means from years of utilization)

Odmiana Cultivar	Termin zbioru I pokosu* Harvest time of the 1 st cutting*	Zawartość (% s.m.) Content (% DM)				
		NDF	ADF	hemiceluloz hemicelluloses	celuloza cellulose	ADL
Kometa	1	57,2	43,1	14,1	34,0	9,1
	2	56,1	41,8	14,3	33,0	8,8
	3	55,4	42,2	13,6	33,8	9,4
	4	56,7	43,2	13,5	34,2	9,3
Luzelle	1	57,1	43,3	13,8	34,2	9,1
	2	55,9	42,6	13,2	35,5	9,1
	3	57,3	43,9	13,4	34,2	9,6
	4	59,0	45,1	13,9	35,1	10,0
Legend	1	57,6	43,7	13,9	34,4	9,2
	2	56,8	43,5	13,3	34,4	9,2
	3	57,1	43,7	13,5	34,3	9,4
	4	58,9	45,1	14,2	35,1	9,9

* Patrz tabela 1; See table 1

NDF — Neutralna frakcja włókna; neutral detergent fibre

ADF — Kwaśna frakcja włókna; acid detergent fibre

ADL — Kwaśna frakcja lignin; acid detergent lignin

Tabela 6

Strawność i wartość energetyczna 1 kg suchej masy lucerny (średnie ważone z lat użytkowania)
Digestibility and energy value of 1 kg DM of lucerne (weighted means from years of utilization)

Odmiana Cultivars	Termin zbioru I pokosu Harvest time of the 1 st cutting*	Strawność substancji organicznej (%) Organic substance digestibility (%)	JPM UFL	JPŻ UFV
Kometa	1	61,3	0,82	0,75
	2	60,1	0,79	0,71
	3	57,3	0,75	0,67
	4	54,9	0,73	0,64
Luzelle	1	62,4	0,82	0,74
	2	58,8	0,75	0,67
	3	56,9	0,73	0,64
	4	53,0	0,69	0,59
Legend	1	61,1	0,81	0,72
	2	57,1	0,75	0,66
	3	54,2	0,71	0,62
	4	52,1	0,68	0,58

* Patrz tabela 1; See table 1

JPM — Jednostka paszowa produkcji mleka; UFL — Feed unit for lactation

JPŻ — Jednostka paszowa produkcji żywca; UFV — Meat production unit

Wartość energetyczna suchej masy porównywanych odmian lucerny malała podobnie jak strawność substancji organicznej w miarę opóźniania terminu zbioru I pokosu. Najniższe wartości uzyskano dla fazy zakończenia pąkowania (tab. 6). W przeprowa-

dzonych badaniach wyliczone ilości JPM i JPŻ były zbliżone do danych zamieszczonych we francuskich tabelach wartości energetycznej pasz (Normy żywienia bydła, owiec i kóz, 1993). Stwierdzono niewielkie zróżnicowanie odmianowe w koncentracji energii w 1 kg suchej masy. Nieco większą koncentracją JPM i JPŻ wyróżniała się krajowa odmiana Kometa niż odmiana pastwiskowa Luzelle i wielolistkowa Legend.

Wartość białkowa, tak jak i energetyczna masy roślin lucerny zmieniała się w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu (tab. 7). Największe ilości BTJP, BTJN, BTJE w całorocznych plonach suchej masy stwierdzono przy zbiorze lucerny we wczesnym stadium fenologicznym (w 1 terminie) gdy łan lucerny osiągnął wysokość 30 cm. W następnych terminach wartość białkowa zmniejszała się, podobnie jak ulistnienie (tab. 2 i 7). Nie obserwowano wyraźnych różnic między odmianami pod względem wartości białkowej.

Tabela 7

Wartość białkowa 1 kg suchej masy lucerny (g/kg s.m.) (średnie ważone z lat użytkowania)
Protein value of 1 kg of dry matter lucerne (weighted means from years of utilization)

Odmiana Cultivar	Termin zbioru I pokosu * Harvest time of the 1 st cutting*	BTJP PDIF	BTJN PDIN	BTJE PDIE
Kometa	1	51,1	142,9	100,2
	2	46,6	130,3	94,7
	3	45,3	126,4	91,1
	4	41,7	116,6	86,7
Luzelle	1	50,4	140,5	98,8
	2	45,5	127,2	91,1
	3	47,6	133,1	91,1
	4	44,8	125,2	86,6
Legend	1	49,7	139,0	97,6
	2	46,5	129,9	91,9
	3	49,0	137,0	91,7
	4	42,6	118,9	85,0

*Patrz tabela 1; See table 1

BTJP — Białko właściwe paszy, rzeczywście trawione w jelicie cienkim; PDIF — True protein of feed digested in the small intestine

BTJN — Białko trawione w jelicie cienkim pochodzące z paszy plus białko trawione w jelicie cienkim pochodzenia mikrobiologicznego, odpowiadające ilości białka paszy ulegającego rozkładowi w żwaczu; PDIN — Protein digested in the small intestine derived from feed plus microbial origin protein digested in the small intestine corresponding to the amount of feed protein degraded in rumen

BTJE — Białko trawione w jelicie cienkim pochodzące z paszy plus białko trawione w jelicie cienkim pochodzenia mikrobiologicznego, odpowiadające ilości masy organicznej paszy fermentującej w żwaczu; PDIE — Protein digested in the small intestine derived from feed plus microbial origin, corresponding to the amount of organic matter of feed fermented in rumen

WNIOSKI

1. Termin koszenia I pokosu ma decydujący wpływ na skład chemiczny, wartość energetyczną i białkową paszy uzyskanej z lucerny.
2. Zbiór lucerny w późniejszych terminach tzn. w pełni pąkowania i zakończenia pąkowania powodował wzrost zawartości suchej masy, włókna surowego, NDF, ADF, celuloz, ADL oraz substancji organicznej. Następowo też zmniejszenie udziału liści

- w masie lucerny i zawartości N ogólnego, a także obniżenie strawności substancji organicznej, wartości energetycznej i białkowej paszy.
3. Najlepszym składem chemicznym, najniższą zawartością frakcji NDF w całej roślinie i lignin w pędach oraz nieco większą koncentracją energii (JPM i JPŻ) wyróżniała się polska odmiana lucerny Kometa.

LITERATURA

- Alboudi A., Angevain M., Prosperi J. M., Mansat P. 1994. Cutting management and dry matter rate in Lucerne (*Medicago sativa* L.). EUCARPIA/FAO Roma. REUR technical series (36): 83 — 84.
- Borowiecki J., Gawęł E. 1998 a. Cechy jakościowe masy roślinnej odmian lucerny różnego pochodzenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. (462): 141 — 147.
- Borowiecki J., Gawęł E. 1998 b. Zróżnicowanie cech jakościowych lucerny na przykładzie wybranych odmian. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. (463): 329 — 336.
- Borowiecki J., Małysiak B., Lipski S., Maczuga A. 1996. Plonowanie odmian lucerny mieszańcowej w zależności od częstotliwości koszenia. Pam. Puł. (107): 53 — 60.
- Borowiecki J., Gawęł E., Guy P., Filipiak K. 1999. Wzrost i plonowanie oraz jakość masy roślinnej krajowych i zagranicznych odmian lucerny. Cz. II. Skład chemiczny roślin. Pam. Puł. (117): 37 — 48.
- Buxton D. R., Hornstein J. S., Marten G. C. 1987. Genetic variation for forage quality of alfalfa stems. Can. J. Plant Sci. (67): 1057 — 1067.
- Emile J. C., Genier G., Guy P. 1993. Valorisation par des vaches laitières de génotypes de luzerne. Fourrages. (134): 255 — 258.
- Emile J. C., Traineau R. 1993. Effect de la variabilité génétique sur la digestibilité *in vivo* de la luzerne. Fourrages (134): 251 — 254.
- Harasimowicz-Herman G., Andrzejewska J., Nowak W., Sowiński J., Waniorek W. 1997. Ocena przydatności amerykańskiej wielolistkowej odmiany lucerny do uprawy w warunkach agroklimatycznych Polski. Biul. Oc. Odm. (29): 115 — 119.
- Julier B., Huyghe C. 1997. Effect of growth and cultivar on alfalfa digestibility in a multi-site trial. Agronomie (17): 481 — 489.
- Julier B., Lila M., Furstoss V., Trawers V., Huyghe C. 1999. Measurement of cell-wall digestibility in Lucerne using the filter bag technique. Animal Feed Science and Technology. (79): 239 — 245.
- Lemaire G., Allirand J. M. 1993. Relation entre croissance et qualité de la luzerne: interaction genotype — mode d'exploitation. Fourrages. (134): 183 — 198.
- Lemaire G., Cruz P., Gosse G., Chartier M. 1985. Etude des relations entre la dynamique de prélèvement d'azote et la dynamique de croissance en matière sèche d'un peuplement de luzerne. Agronomie 5.(8): 685 — 692.
- Lemaire G., Genier G., Lila M. 1994. Growth dynamics and digestibility for two genotypes of lucerne having different morphology. EUCARPIA/FAO. Roma REUR technical series (36): 75 — 77.
- Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. 1993. Instytut Zootechniki. Kraków.