

WYSOKOŚĆ ROŚLIN A WARTOŚĆ PASZOWA LUCERNY W RÓŻNYCH FAZACH ROZWOJOWYCH I W POKOSACH

JADWIGA ANDRZEJEWSKA¹, KENNETH A. ALBRECHT², EWA JENDRZEJCZAK³

¹Katedra Agrotechnologii, ³Katedra Botaniki i Ekologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

²Department of Agronomy, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA

jadwiga@utp.edu.pl

Synopsis. Tradycyjnie uznaje się, że wyznacznikiem terminu zbioru lucerny jest faza rozwojowa, gdyż decyduje ona o poziomie plonów oraz o proporcjach pomiędzy zawartością włókna i białka w paszy. Postawiono hipotezę, że także wysokość roślin ma wpływ na skład chemiczny lucerny. Celem pracy była analiza zakresu zmienności zawartości NDF, ADF i białka ogólnego w suchej masie roślin lucerny w różnych fazach wegetacji i w pokosach oraz ocena stopnia zależności między wysokością roślin a ich składem chemicznym. W latach 2009–2011, w okresie od początku maja do końca sierpnia, z 20 pól produkcyjnych (pierwszy, drugi lub trzeci rok użytkowania), położonych w centralnej i północnej Polsce, pobrano 275 prób lucerny będącej w fazie wegetatywnej, pąkowania i kwitnienia. W próbach zmierzono wysokość najwyższej rośliny, a następnie oznaczono zawartość NDF i ADF oraz białka ogólnego. Rośliny w fazie pąkowania i kwitnienia w pierwszym pokosie były na ogół wyższe i zawierały więcej NDF i ADF, a mniej białka niż w pokosie drugim i trzecim. Zawartość NDF poniżej 400 g·kg⁻¹ stwierdzono w 98% prób lucerny w fazie wegetatywnej, 65% w fazie pąkowania i 11% w fazie kwitnienia. Właściwy dla bydła mlecznego poziom NDF (400–450 g·kg⁻¹) stwierdzono w 2, 32 i 40% prób roślin będących odpowiednio w fazie wegetatywnej, pąkowania i kwitnienia. Oznacza to, że zbiór lucerny nie tylko w fazie wegetatywnej, ale także pąkowania powinien być wykonany później, aby uzyskać wyższy plon i odpowiedni dla bydła mlecznego poziom NDF. Około 50% prób lucerny w fazie kwitnienia zawierało więcej niż 450 g·kg⁻¹ NDF. W każdym pokosie i w każdej fazie rozwojowej lucerny wykazano wysoką korelację (współczynnik korelacji zawsze większy niż 0,77) pomiędzy wysokością roślin a zawartością NDF i ADF. Zawartość białka ogólnego była na ogół ujemnie i z mniejszą siłą skorelowana z wysokością roślin niż zawartość obu frakcji włókna.

Słowa kluczowe – *key words*: jakość paszy – *forage quality*, *Medicago sativa*, neutralna frakcja włókna – *neutral detergent fibre*, kwaśna frakcja włókna – *acid detergent fibre*

WSTĘP

Lucerna jest rośliną pastewną, docenianą szczególnie przez producentów wysoko wydajnego bydła mlecznego. Żywieniowe walory tego gatunku można jednak w pełni wykorzystać tylko wtedy, gdy rośliny zostaną zebrane w odpowiedniej fazie rozwojowej. Z reguły zaleca się zbierać lucernę w fazie pąkowania, uznając że wtedy uzyskuje się kompromis pomiędzy wielkością plonu a jakością paszy. Za główne kryterium jakości tradycyjnie uznawano wysoką zawartość białka ogólnego a niską włókna surowego [Skrzyniarz i Gawęł 1989].

Obecnie w ocenie jakościowej pasz objętościowych uwzględnia się przede wszystkim zawartość neutralnej (NDF) i kwaśnej frakcji włókna (ADF). Dla przeżuwaczy szczególnie istotne jest włókno neutralne, gdyż jest ono źródłem energii dla mikroorganizmów żwacza, a ponadto nadaje paszy strukturę i stanowi balast wypełniający żwacz. Wraz z postępującym wzrostem roślin oraz

osiąganiem kolejnych faz dojrzałości, w masie roślinnej wzrasta udział ścian komórkowych, a wraz z nią zawartość NDF i ADF. Włókno kwaśno-detergentowe obejmuje najmniej strawne składniki pasz, w tym część celulozy oraz ligninę i krzemionkę. Pożądana jest więc niska zawartość ADF, gdyż oznacza to wyższą koncentrację energii netto [Brzóska i Śliwiński 2011].

W Polsce od kilku lat sygnalizuje się, że w żywieniu przeżuwaczy większym problemem jest niedobór w paszach zielonych energii niż białka. W konsekwencji mikroorganizmy żwacza nie są w stanie przyswoić białka roślinnego. Białko lucerny rozkłada się wyjątkowo szybko i jeśli brakuje energii do jego asymilacji, to ulega ono stratom, a w konsekwencji spada wydajność mleka i zawartość w nim białka [Broderick 1995]. Zatem zebranie lucerny w takiej fazie, gdy ilość NDF jest wystarczająca do przyswojenia białka może decydować o opłacalności produkcji mleka. Optymalna koncentracja NDF w suchej masie zielonki powinna wynosić od 400 g·kg⁻¹ do 450 g·kg⁻¹ odpowiednio przy przeznaczeniu na siano [Mertens 2012] lub na kiszonkę [Cherney i in. 1994].

Przeprowadzone dotychczas w Polsce badania nad jakością zielonki z lucerny skupiały się na określeniu zawartości białka ogólnego i włókna surowego w zależności od fazy rozwojowej, sposobu użytkowania, pokosu i odmiany [Borowiecki i in. 1997, Domański i Andrzejewska 2007, Radkowski i Grygierzec 2005, Strzetelski i in. 2004, Wilczek i Ćwintal 2002]. U poszczególnych odmian oceniano zmienność niektórych cech morfologicznych np. ulistnienia, liczby pędów bocznych lub wysokości łodyg [Borowiecki i in. 1997, Gawęł 2005]. Wskazano w jakim stopniu ulistnienie łodyg lucerny decyduje o zawartości białka ogólnego i włókna surowego w plonie [Maciejewicz-Ryś i in. 2001]. Efektywność rozkładu w żwaczu suchej masy lucerny oraz zawartość neutralnej i kwaśnej frakcji włókna w różnych fazach wegetacji oznaczano tylko sporadycznie [Strzetelski i in. 2004, Gawęł i Żurek 2003, Żurek i Gawęł 2003]. Zawartość włókna w roślinach lucerny zależy jednak nie tylko od fazy rozwojowej, ale także od wysokości łodyg [Hintz i Albrecht 1991]. Dla polskich warunków nie ma danych opisujących stopień zależności pomiędzy wysokością roślin ze składem chemicznym lucerny.

Przyjęto hipotezę, że faza rozwojowa lucerny nie jest wystarczającym wskaźnikiem określającym jakość paszy, bo wysokość roślin może w równym lub większym stopniu decydować o składzie chemicznym paszy.

Celem opracowania jest analiza zakresu zmienności zawartości NDF, ADF i białka ogólnego w suchej masie roślin lucerny w różnych fazach wegetacji i w pokosach oraz wykazanie zależności między wysokością roślin a ich składem chemicznym.

MATERIAŁ I METODY

Próby lucerny pobierano w latach 2009–2011 z 20 pól produkcyjnych w centralnej i północnej Polsce, położonych pomiędzy 52°38' i 54°60' N, oraz 17°05' i 19°38' E, na wysokości od 5 do 112 m n.p.m. Były to uprawy obejmujące różne odmiany lucerny siewnej w pierwszym, drugim lub trzecim roku użytkowania. W każdym sezonie wegetacyjnym próby pobierano od początku maja do początku trzeciej dekady sierpnia, czyli w okresie odrastania trzech pierwszych pokosów (tab. 1). Nie oceniano roślin z czwartego pokosu, ze względu na to, że praktycznie o terminie jego zbioru decydują jesienne warunki pogodowe i data kalendarzowa umożliwiającą przygotowanie roślin do przezimowania.

Liczba pobranych prób w kolejnych latach wynosiła: 74 w 2009, 135 w 2010 i 66 w 2011 roku. W tabelach i na rysunkach przedstawiono łączne wyniki z trzech lat. Każda próba składała się od 100 do 180 pędów wyciętych z dobrze zagęszczonej, wolnej od chwastów części plantacji. Pozostawiano ściernę wysokości 4 cm. W każdej próbie zmierzono najwyższą łodygę z dokładnością do 0,5 cm od podstawy (wliczając wysokość ścierni) do szczytu łodygi bez

Tabela 1. Terminy pobierania prób w latach i pokosach

Table 1. Alfalfa sampling dates over years and cuts

Pokos – Cut	2009	2010	2011
Pierwszy – First	01.05 – 06.06	04.05 – 27.05	10.05 – 03.06
Drugi – Second	27.06 – 07.07	20.06 – 05.07	22.06 – 12.07
Trzeci – Third	01.08 – 12.08	07.08 – 23.08	01.08 – 12.08

liści. Określenia faz rozwojowych roślin dokonano zgodnie z metodą podaną przez Hitnz'a i Albrechta [1991], czyli na podstawie najbardziej zaawansowanego w rozwoju pędu w próbie. Jeżeli na żadnym pędzie nie stwierdzono obecności pąków kwiatostanowych to fazę określono jako wegetatywną. Za fazę pąkowania przyjęto stan, gdy w całej próbie był widoczny przynajmniej jeden pąk kwiatostanowy. Pojawienie się w próbie co najmniej jednego wybarwionego kwiatu było równoznaczne z przyjęciem, że rośliny są w fazie kwitnienia.

Próby roślin wysuszono w temperaturze 55°C w suszarce z wymuszonym obiegiem powietrza. Wysuszony materiał roślinny zmielono na młynie firmy Wiley o grubości cięcia 6 mm, a następnie na młynie cyklonowym o grubości cięcia 1 mm. Zawartość NDF i ADF oznaczono według analizy sekwencyjnej [Van Soest i in. 1991] i procedury ANKOM Technology Corp. (Fairport, NY, USA). Procedura ekstrakcji NDF obejmowała zastosowanie alfa-amylazy i siarczku sodu [Hintz i Albrecht 1991, Hintz i in. 1996]. Oznaczenie zawartości azotu ogółem wykonano metodą szybkiego spalania na automatycznym analizatorze (LECO Model FP-528; LECO Corp., St. Joseph, MI). Zawartość białka ogólnego wyliczono stosując przelicznik 6,25.

Wyniki pomiarów poddano analizie wariancji, osobno dla faz rozwojowych w kolejnych pokosach oraz dla faz rozwojowych, niezależnie od pokosów. Do testowania różnic między średnimi obiektowymi (obliczanymi jako średnie ważone liczbą przypadków) zastosowano wielokrotny test rozstępu Tukeya. Zmienność stwierdzanych wyników we wszystkich kombinacjach pokosów i fazach rozwojowych charakteryzowano na podstawie wielkości współczynników zmienności. Siłę związków między wysokością roślin a analizowanymi składnikami suchej masy badano w oparciu o wartości współczynników korelacji. W celu poznania częstości wystąpienia prób (przypadków) zielonki charakteryzującej się określoną zawartością NDF oraz określenia, jaką wysokość osiągają rośliny przy danej zawartości NDF, grupowano zbiór danych wg następujących kategorii: NDF < 400, 400 – 450 oraz > 450 g·kg⁻¹. Obliczenia statystyczne wykonano z użyciem programu STATISTICA PL 10.

WYNIKI

Od fazy wegetatywnej do fazy kwitnienia średnia wysokość roślin zwiększyła się o 26,1 cm, zawartość NDF o 100 g·kg⁻¹, ADF o 91 g·kg⁻¹, natomiast białka ogółem zmniejszyła się o 47 g·kg⁻¹ (tab. 2). Jednak istotne różnice pomiędzy kolejnymi fazami rozwojowymi odnotowano tylko dla zawartości obu frakcji włókna. Mimo wyraźnie zarysowanej tendencji nie udowodniono statystycznej różnicy dla wysokości roślin i zawartości białka w roślinach z kolejnych faz rozwojowych. Wynikało to ze znacznie większej zmienności tych cech, o czym świadczą stosunkowo wysokie wartości współczynników zmienności.

Analiza przypadków wykazała, że w fazie wegetatywnej prawie we wszystkich próbach zawartość NDF nie przekraczała 400 g·kg⁻¹ (tab. 3). W fazie pąkowania niską zawartość NDF

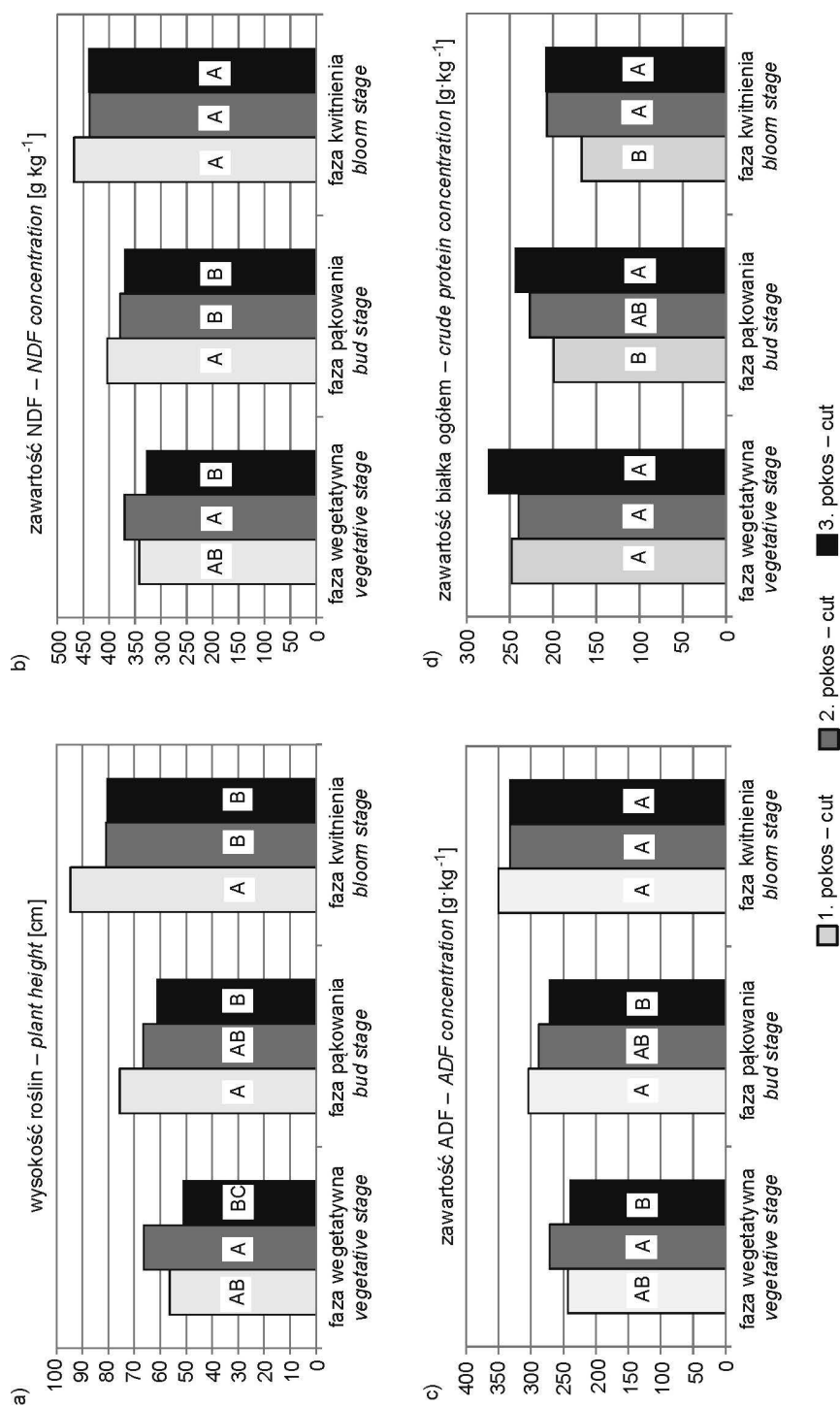
Tabela 2. Wysokość i skład chemiczny lucerny w różnych fazach rozwojowych
 Table 2. Height and chemical composition of alfalfa at different development stages

Faza rozwojowa Development stage	Liczba prób Number of samples	Wysokość roślin Plant height		NDF		ADF		Białko ogółem Crude protein	
		cm	V%	g·kg ⁻¹	V%	g·kg ⁻¹	V%	g·kg ⁻¹	V%
Wegetatywna – Vegetative	85	57,1	27,5	344	14,8	254	15,5	249	20,0
Pąkowanie – Bud	114	68,4	24,5	385	13,1	290	13,0	222	13,9
Kwitnienie – Bloom	76	83,2	27,0	444	14,8	335	17,4	202	15,9
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	–	r.n.	–	20	–	16	–	r.n.	–

V – współczynnik zmienności – coefficient of variation; r.n. – różnica nieistotna – no significant difference

Tabela 3. Udział prób lucerny o określonej zawartości NDF w zależności od fazy rozwojowej i pokosu (%)
 Table 3. Proportions of alfalfa samples falling in specific NDF ranges for different development stages and cuts (%)

Zawartość NDF Concentration (g·kg ⁻¹)	Faza wegetatywna Vegetative stage					Faza pąkowania Bud stage					Faza kwitnienia Bloom stage				
	pokos – cut			średnia mean		pokos – cut			średnia mean		pokos – cut			średnia mean	
	I	II	III			I	II	III			I	II	III		
< 400	97	100	100	97,6		41,7	73,7	81,8	65,2		0	12,9	12,5	10,7	
400–450	3	0	0	2,4		52,8	24,6	18,2	32,2		25	41,9	43,7	40,0	
> 450	0	0	0	0		5,5	1,7	0	2,6		75	45,2	43,8	49,3	



Jednakowe litery oznaczają wartości nie różniące się istotnie w obrębie fazy rozwojowej przy poziomie $p = 0,05$
Within a development stage, bars with the same letter are not significantly different at $p = 0,05$

Rys. 1. Wysokość roślin oraz ich skład chemiczny lucerny w zależności od fazy rozwojowej i pokosu
Fig. 1. Alfalfa height and chemical composition for different development stages and cuts

stwierdzono w 65,2% prób, a wskazany dla bydła mlecznego poziom wystąpił tylko w 32,2% prób. W fazie kwitnienia, w drugim i trzecim pokosie także zdarzały się rośliny o niskiej zawartości NDF, choć ich udział był dużo niższy w porównaniu do wcześniejszych faz rozwojowych. W tej fazie wegetacji prawie połowa prób reprezentowała rośliny o zbyt wysokiej zawartości tej frakcji włókna, jednak w 40% prób zawartość NDF mieściła się w przedziale od 400 do 450 g·kg⁻¹.

Rozpatrując zmiany zawartości NDF w roślinach będących w tej samej fazie rozwojowej, ale pochodzących z różnych pokosów stwierdzono, że w fazie pąkowania liczba prób o pożądanej zawartości NDF malała w kolejnych odrostach (od 52,8 do 18,2% przypadków), natomiast w fazie kwitnienia wykazywała tendencję rosnącą (od 25 do 43,7% przypadków) (tab. 3).

Rośliny w fazie wegetatywnej pochodzące z dwóch pierwszych pokosów były zbliżone pod względem wysokości oraz zawartości NDF i ADF (rys. 1). Rośliny z trzeciego pokosu były istotnie niższe, zawierały też istotnie mniej NDF i ADF, ale tylko w porównaniu do roślin z pokosu drugiego. Zawartość białka w roślinach w fazie wegetatywnej nie zależała od pokosu. W fazie pąkowania najwyższe rośliny oraz najwyższą zawartością NDF i ADF, a najniższą zawartością białka cechowała się lucerna z pierwszego pokosu. W trzecim pokosie rośliny były najniższe, zawierały najmniej NDF i ADF, a najwięcej białka. W roślinach z drugiego pokosu cechy te miały wartości pośrednie, za wyjątkiem zawartości NDF, która w roślinach z drugiego i trzeciego pokosu nie różniła się istotnie. Rośliny w fazie kwitnienia pochodzące z pierwszego pokosu były najwyższe, ale zawierały najmniej białka. W tej zaawansowanej fazie rozwojowej zawartość obu frakcji włókna nie zależała od pokosu. Kwitnące rośliny lucerny z drugiego i trzeciego pokosu nie różniły się istotnie ani pod względem wysokości ani zawartości białka.

Dane przedstawione na rys. 1 wskazują, że na wszystkich etapach rozwoju, ale szczególnie w fazie pąkowania, występowało powiązanie wysokości roślin z ich składem chemicznym. Wartości współczynników korelacji pomiędzy wysokością roślin a zawartością obu frakcji włókna były w większości bardzo wysokie i zawsze statystycznie istotne (tab. 4). Zawartość białka była na ogół ujemnie i z mniejszą siłą skorelowana z wysokością roślin niż zawartość obu frakcji włókna.

Tabela 4. Współczynniki korelacji wysokości roślin ze składnikami chemicznymi zielonki lucerny w zależności od fazy rozwojowej i pokosu

Table 4. Coefficients of correlation between the height of plants and the chemical components of alfalfa green forage depending on the development stage and cuts

Pokos <i>Cut</i>	Faza rozwojowa <i>Development stage</i>	NDF	ADF	Białko ogółem <i>Crude protein</i>
I	1	0,900*	0,900*	-0,068
	2	0,771*	0,824*	-0,540*
	3	0,934*	0,939*	-0,238
II	1	0,896*	0,953*	0,126
	2	0,948*	0,929*	-0,605*
	3	0,959*	0,951*	-0,795*
III	1	0,776*	0,900*	-0,469
	2	0,924*	0,944*	-0,677*
	3	0,927*	0,929*	-0,791*

Tabela 4. cd.
Table 4. cont.

Łącznie w trzech pokosach <i>Over all three cuts</i>	1	0,939*	0,945*	-0,602*
	2	0,946*	0,929*	-0,692*
	3	0,943*	0,957*	-0,822*

*wartości statystycznie istotne $p=0,05$ – *values statically significant $p=0.05$*

1 – faza wegetatywna – *vegetative stage*, 2 – faza pąkowania – *bud stage*, 3 – faza kwitnienia – *bloom stage*

DYSKUSJA

Sposób określania faz rozwojowych zaprezentowany w niniejszym opracowaniu jest nieco inny od proponowanego przez Skrzyniarz i Gawęł [1989]. Sposób ten nie pozwala wyodrębnić początku, pełni czy końca danej fazy rozwojowej, ale jest jednoznaczny i prosty w stosowaniu. Nie oznaczano również średniej wysokości roślin, ale korzystając z metody Hitnz'a i Albrechta [1991] mierzono najdłuższy pęd w próbie.

Średnie wartości dotyczące zawartości białka ogółem oraz obu frakcji włókna w różnych fazach rozwojowych i w pokosach układały się według reguł opisanych wcześniej przez innych autorów [Borowiecki i in. 1999, Gawęł 2005, Wilczek i Ćwintal 2005]. Jednak szczegółowa analiza wyników wskazuje, że odchylenia od średniej arytmetycznej są tak znaczące, że często rośliny będące w fazie pąkowania nie spełniają kryteriów stawianych paszy przeznaczonej dla wysoko wydajnych krów mlecznych.

Według uzyskanych wyników, lucernę o pożądanej dla bydła mlecznego zawartości NDF, mieszczącej się w granicach 400-450 g·kg⁻¹, można uzyskać w pierwszym, drugim i trzecim pokosie z roślin będących zarówno w fazie pąkowania jak i kwitnienia. Stwierdzono, że w kolejnych pokosach prawdopodobieństwo niedoboru energii w lucernie w fazie pąkowania wyraźnie rośnie. Oznacza to zatem, że jeżeli zawartość NDF jest podstawowym lub równorzędnym z zawartością białka parametrem wartości paszowej lucerny, to wyznaczanie terminu zbioru wyłącznie na podstawie fazy rozwojowej jest niewystarczające.

Decyzja o terminie zbioru jest szczególnie istotna w tych gospodarstwach, które stosują kiszenie lucerny w foliowanych belach. Ten sposób konserwacji praktycznie eliminuje straty, co pozwala wykorzystać w pełni potencjał paszowy lucerny. Zatem, aby zebrać rośliny o pożądanym składzie chemicznym, producenci lucerny przeznaczonej dla wysokowydajnego bydła mlecznego powinni na bieżąco wykonywać standardowe analizy laboratoryjne lub korzystać ze spektroskopii w bliskiej podczerwieni [Stuth i in. 2003]. Te rozwiązania są jednak kosztowne, a w przypadku analiz laboratoryjnych, także czasochłonne. W USA znanych jest kilka pośrednich metod umożliwiających oszacowanie wartości paszowej lucerny na polu w czasie wegetacji roślin [Allen i Beck 1996, Cherney 1995, Fick i Onstad 1988, Hintz i Albrecht 1991]. Ich istota sprowadza się do wykorzystania modelu matematycznego pozwalającego na podstawie danych pogodowych albo morfologicznych i rozwojowych prognozować zawartość NDF i ADF w roślinach lucerny. Spośród wszystkich modeli najprostsze równania regresji liniowej opracowali Hinz i Albrecht [1991]. Ich równania opierają się na wykorzystaniu dwóch zmiennych tj. długości najwyższego pędu i fazy dojrzałości najbardziej zaawansowanej w rozwoju pędu w próbie. Ze względu na prostotę tej metody warto ją zatem przetestować także w Polsce, tym bardziej że sprawdziła się ona dotychczas na wszystkich odmianach uprawnych lucerny siewnej.

WNIOSKI

1. Termin odrostu lucerny (pokos) ma znaczący wpływ na skład chemiczny lucerny. W pierwszym pokosie rośliny są przeważnie wyższe i zawierają więcej NDF niż w tej samej fazie rozwojowej w drugim i trzecim pokosie.
2. Faza rozwojowa lucerny nie jest wystarczającym wyznacznikiem terminu jej zbioru, gdyż o jakości paszy, a zwłaszcza zawartości neutralnej i kwaśnej frakcji włókna, w dużym stopniu decyduje także wysokość roślin.

PIŚMIENNICTWO

- Allen M., Beck J. 1996. Relationship between spring harvest alfalfa quality and growing degree days. In: Proceedings Twenty-sixth National Alfalfa Symposium, East Lansing, MI, USA. 4-5 March 1996. Certified Alfalfa Seed Council, Davis, CA, USA. ss. 16–25.
- Borowiecki J., Gawęł E., Guy P. 1997. Wzrost i plonowanie oraz jakość masy roślinnej krajowych i zagranicznych odmian lucerny. I. Tempo wzrostu i plonowanie. Pam. Puł. 111: 35–50.
- Broderick G.A. 1995. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. J. Anim. Sci. 73: 2760–2773.
- Brzóska F., Śliwiński B. 2011. Jakość pasz objętościowych w żywieniu przeżuwaczy i metody jej oceny. Cz. II. Metody analizy i oceny wartości pokarmowej pasz objętościowych. Wiad. Zoot. 4: 57–68.
- Cherney J.H., Cherney D.J.R., Fox D.G., Chase L.E., Van Soest P.J. 1994. Evaluating forages for dairy cattle. In: Proceed. American Forage and Grassland Council, Lancaster, PA, USA. 6-10 March 1994: 207.
- Cherney J.H. 1995. Spring alfalfa harvest in relation to growing degree days. In: Proceed. Twenty-fifth National Alfalfa Symposium, Syracuse, NY, USA. 27-28 February 1995. Certified Alfalfa Seed Council, Davis, CA, USA: 29–36.
- Domański P.J., Andrzejewska J. 2007. Ocena odmian lucerny przy wypasaniu i częstym koszeniu. Wiad. Odm. 82: ss. 24.
- Fick G.W., Onstad D.W. 1988. Statistical models for predicting alfalfa herbage quality from morphological and weather data. J. Prod. Agric. 1: 160–166.
- Gawęł E. 2005. Wpływ terminu zbioru pierwszego pokosu na plonowanie, dynamikę przyrostu suchej masy i strukturę plonu kilku odmian lucerny. Biul. IHAR 237/238: 223–236.
- Gawęł E., Żurek J. 2003. Wartość pokarmowa wybranych odmian lucerny. Biul. IHAR 225: 167–174.
- Hintz R.W., Albrecht K.A. 1991. Prediction of alfalfa chemical composition from maturity and plant morphology. Crop Sci. 31: 1561–1565.
- Hintz R.W., Mertens D.R., Albrecht K.A. 1996. Sodium sulfite effects on recovery and composition of detergent fiber and lignin. AOAC International 79: 16–22.
- Maciejewicz-Ryś J., Pisulewska E., Zając T. 2001. Porównanie wartości pokarmowej lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) oraz wielolistnej formy lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.) w zależności od pokosu i roku użytkowania. Rocz. Nauk. Zoot. 28(1): 175–187.
- Mertens D.R. 2012. Mertens Innovation & Research LLC, Belleville, WI, Personal communication.
- Radkowski A., Grygierzec B. 2006. Porównanie plonowania i zawartości białka u wybranych odmian lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) i lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.). Acta Agr. Silv., Agraria 48: 41–48.
- Skrzyniarz H., Gawęł E. 1989. Określanie faz rozwojowych lucerny w powiązaniu z wartością paszową przy różnych systemach zbioru. IUNG Puławy, Ser. P(42): ss. 21.
- Strzetelski J., Niewińska B., Kowalczyk J., Borowiec F., Domański P. 2004. Chemical composition and ruminal nutrient degradability of fourteen lucerne cultivars. Ann. Anim. Sci. 2: 387–394.
- Stuth J., Jama A., Tolleson D. 2003. Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. Field Crops Res. 84: 45–56.

- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583–3597.
- Wilczek M., Ćwintal M. 2002. Wpływ liczby pokosów i odmian różnego pochodzenia na plonowanie oraz jakość lucerny. Część I. Plon, jego struktura i wydajność białka. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 2: 131–140.
- Żurek J., Gawel E. 2003. Efektywność rozkładu w żwaczu suchej masy lucerny w zależności od terminu zbioru pierwszego pokosu. *Biul. IHAR* 225: 175–181.

J. ANDRZEJSKA, K. A. ALBRECHT, E. JENDRZECZAK

PLANT HEIGHT AND FEED VALUE OF ALFALFA IN DIFFERENT DEVELOPMENT STAGES AND CUTS

Summary

Historically growth stage has been the signal for determining when to harvest alfalfa because of its relationship to yield and quality of the forage. We hypothesized that alfalfa height could also be related to forage quality constituents. The aim of this paper is to determine the range of variation in concentrations of NDF, ADF, and crude protein in alfalfa forage in different cuts (harvests), and relate chemical composition to plant development stage and height. A total of 275 alfalfa samples were collected over three growing seasons (2009–2011) from 20 production fields in central and northern Poland. Samples were collected at vegetative, bud, and bloom stages over three growth cycles from May through August. Length of the tallest stem in each sample was measured before preparing samples for NDF, ADF and crude protein analyses. Alfalfa in bud and bloom stage in the first cut was, in general, taller and contained more NDF and ADF and less crude protein than alfalfa from second and third cuts. Concentration of NDF below 400 g·kg⁻¹ was found in 98% of alfalfa samples in vegetative stage, 65% in bud stage and 11% in bloom stage. Optimal forage NDF concentration (400–450 g·kg⁻¹) for high-producing dairy cattle was found in 2; 32 and 40% of samples in vegetative, bud and bloom stage respectively. These results show that harvest could have been delayed not only for vegetative but also in bud stage alfalfa, increasing yield while maintaining NDF concentrations suitable for dairy cattle. NDF concentration exceeded 450 g·kg⁻¹ in about 50% of alfalfa samples in bloom stage. In each cut and at each alfalfa development stage there was a high correlation, correlation coefficients always greater than 0.77, between the plant height and the content of NDF and ADF. Crude protein concentration was, in general, negatively and less correlated with the plant height than the content of either fiber fraction.