

JANUSZ NOWAK
Akademia Rolnicza w Lublinie

WPLYW WYSOKOŚCI KOSZENIA NA ILOŚĆ I JAKOŚĆ ZBIERANYCH PASZ ZIELONYCH

Wstęp

Wysokość koszenia decyduje często o trwałości użytków zielonych oraz ich produktywności, która oznacza zdolność osiągnięcia plonu biomasy użytecznej z punktu widzenia rolniczego. Powinna się ona cechować wysoką jakością, która zapewnia uzyskanie korzystnego wskaźnika jej przetworzenia w produkty pochodzenia zwierzęcego [8, 9, 10, 17, 24]. Zbyt niskie koszenie przynosi tylko pozorne korzyści w postaci większej ilości zbieranej zielonki z jednostki powierzchni [1, 2, 4, 6, 11, 14, 20, 21, 22]. Pozbawia ono jednak trawy znacznych ilości liści odziomkowych i ścierni, które zawierają dużo substancji zapasowych potrzebnych roślinom do wtórnego odrastania i odbudowy aparatu asymilacyjnego. Powoduje to znaczne zmniejszenie natężenia procesu fotosyntezy w początkowym okresie odrostu. Wpływa ujemnie na wysokość roślin przed następnym koszeniem [12, 15, 16, 18, 26, 27, 29].

Dobór właściwych parametrów koszenia pozwala z jednej strony na utrzymanie w dobrym stanie plantacji, a z drugiej strony na uzyskanie wysokich plonów w okresie wegetacji.

Zależność ilości i jakości zbieranej paszy od wysokości koszenia

Ilość zbieranej paszy zielonej będącej funkcją wysokości koszenia jest w dużym stopniu uzależniona od charakteru rozkładu masy roślin wzdłuż ich wysokości. Wyniki licznych badań wykazały, że nadziemne części roślin paszowych wchodzących w skład użytków zielonych mają bardzo odmienne rozkłady, o których decyduje wiele czynników (np. faza rozwojowa, wysokość, zagęszczenie, warunki siedliskowe, nawożenie) [6, 25, 31, 32, 34].

Z danych zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że w obrębie tego samego gatunku roślin występują znaczne różnice. Koszenie koniczyny czerwonej na wysokości 6 cm nad powierzchnią gleby powoduje pozostanie 6,3% ogólnej masy części nadziemnej roślin w postaci ścierniska (dla średniej wysokości roślin 58 cm). Względna ilość tych strat jest znacznie wyższa, jeśli rośliny koszone są nisko.

Tabela 1

Rozkład masy nadziemnej części roślin wzdłuż ich wysokości [23]

Rodzaj runi	Wysokość roślin (cm)	Masa nadziemnej części roślin (%) w zależności od wysokości nad powierzchnią gleby			
		0–2 cm	2–4 cm	4–6 cm	6–8 cm
Koniczyna czerwona (<i>Trifolium pratense</i> L.)	58	2,0	2,1	2,2	2,4
	37	5,5	6,4	4,6	5,3
Koniczyna biało-różowa (<i>Trifolium hybridum</i> L.)	52	3,7	3,2	2,9	2,8
	30	7,2	6,7	6,3	5,9
Mieszanka traw	82	2,9	6,3	8,8	7,9
Perz na ugorze	55	9,0	7,0	7,0	6,0

Tabela 2

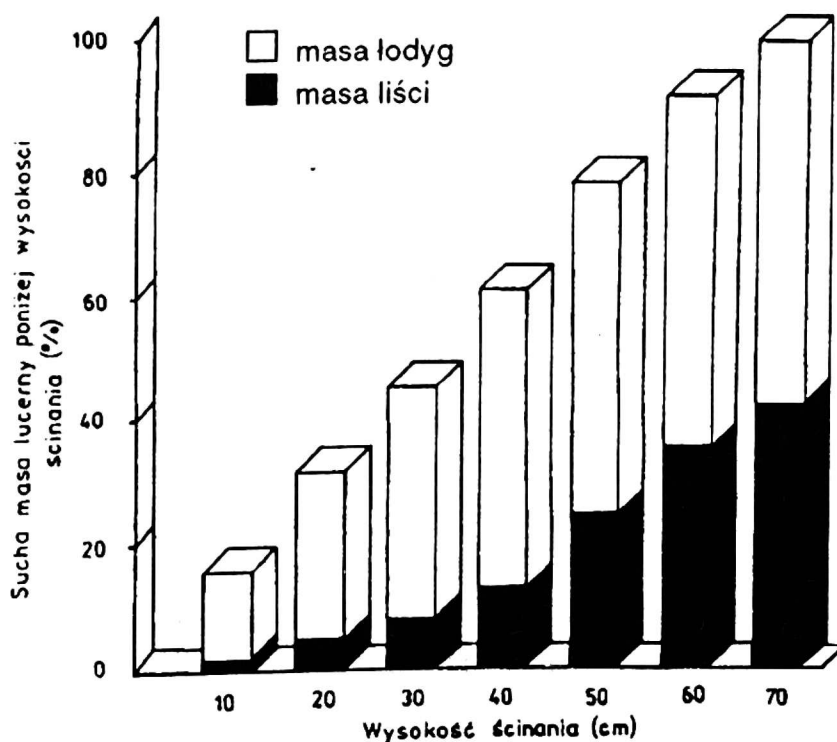
Zestawienie ilości zebranego siana i strat wynikających ze zróżnicowanej wysokości koszenia [23]

Średnia wysokość koszenia (cm)	Zebrany plon (q/ha)	Straty ścierniskowe (%)
Łąka zalewna		
4,8	31,3	–
7,0	28,8	8,0
9,6	25,8	17,6
Tymotka łąkowa		
5,0	56,8	6,0
8,0	51,2	13,2
10,0	48,8	18,3
Koniczyna czerwona + tymotka łąkowa		
4,5	15,0	–
6,5	13,0	11,0
8,5	11,2	25,0
10,5	9,8	35,0
Łąka naturalna		
4,5	10,1	–
6,5	9,2	9,0
8,5	8,7	14,0
10,5	6,5	36,0
Kupkówka pospolita		
5,0	40,0	6,0
8,0	51,2	13,2
10,0	48,8	18,3

Mając na uwadze dane dotyczące roślinności trawiastej łąk należy stwierdzić, że koszenie jej na wysokości większej niż 8 cm przyczynia się do pozostawienia znacznej części zielonej masy w formie ścierniska (około 26%), pomimo dużej wysokości traw (82 cm). Świadczy to o dużym zagęszczeniu runi łąkowej w niżej położonych partiach. Na podkreślenie zasługują również dane dotyczące perzu, którego dolne partie runi (0–8 cm) stanowiły aż 29% masy nadziemnej, a udział frakcji położonej najniżej powierzchni pola (0–2 cm) był największy.

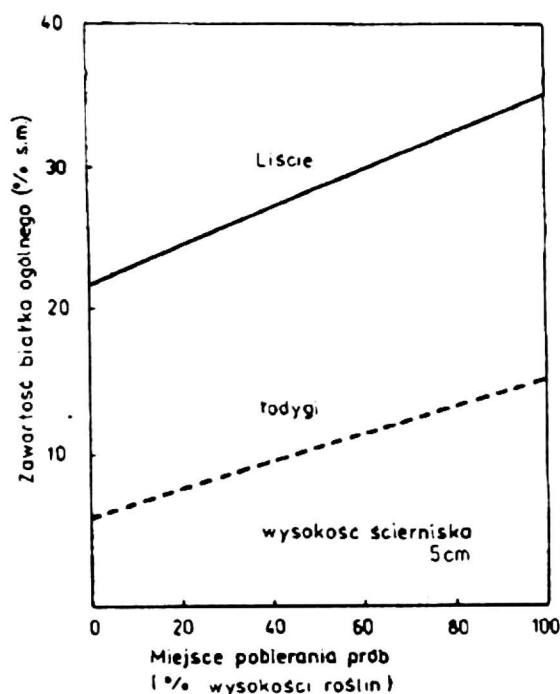
W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań dotyczące ilości zebranego siana i straty wynikające ze zróżnicowanej wysokości koszenia (straty ścierniskowe). Z danych tych wynika, że zwiększeniu wysokości koszenia powyżej 6–7 cm nad powierzchnię gruntu towarzyszy znaczny wzrost strat ścierniskowych. Przy najmniej intensywnej defoliacji analizowane straty wynosiły 36% masy plonu części nadziemnej. Ich znaczna wartość wynikała głównie z bardzo niskiego plonu, który w jednej z grup prowadzonego doświadczenia (łąka naturalna) wynosił zaledwie 10,1 q/ha przy wysokości koszenia 4,5 cm. Świadczy to o tym, że koszone rośliny były niskie, a pozostawienie wysokiego ścierniska (10,5 cm) bardzo wyraźnie wpłynęło na obniżenie ilości zebranej masy roślinnej.

Bardzo interesujące badania były prowadzone przez Downsa i Taylora [7], dotyczyły one charakteru rozkładu suchej masy plonu i zawartości poszczególnych składników pokarmowych w lucernie wzdłuż wysokości jej roślin. Materiał przeznaczony do analiz ścinano na wysokości 5 cm nad powierzchnią gruntu w dwu fazach rozwojowych (początek pączkowania, około 50% widocznych kwiatostanów), a następnie cięto go na odcinki 10 cm, które stanowiły masę poszczególnych frakcji wyodrębnionych na podstawie miejsca położenia względem nie skoszonej części (ścierniska). W każdej tak przygotowanej grupie określono oddzielnie udział suchej masy liści i łodyg. Z informacji zamieszczonych na rysunku 1 wynika, że sucha masa liści stanowiła około 42% suchej masy plonu (dla zielonki ścinanej w początkowej



Rys.1. Rozkład suchej masy liści i łodyg lucerny (początek kwitnienia) poniżej wysokości ścinania [7].

fazie pączkowania). W materiale, który zawierał górne partie roślin (powyżej 35 cm wysokości), udział liści w suchej masie wynosił około 72%. Należy również dodać, że partia zielonki składająca się z części roślin najniższych położonych (do 10 cm) zawierała nieznaczne ilości liści, a jej udział w suchej masie plonu wynosił około 16%. Świadczy to o dużym zagęszczeniu lanu lucerny w tej strefie. Informacja ta nabiera jeszcze większego znaczenia, jeśli weźmie się pod uwagę znaczną wysokość roślin, która w warunkach prowadzonego doświadczenia wynosiła około 70 cm. Z zależności przedstawionych na rysunku 2 wynika, że najniższa partia lucerny zawiera stosunkowo małe ilości białka ogólnego (9% dla fazy rozwojowej z około



Rys. 2. Zawartość białka ogólnego w suchej masie liści i łądy lucerny (początek kwitnienia) w zależności od miejsca pobierania próbek (wysokość nad powierzchnią ścierniska) [7].

50% widocznymi kwiatostanami i 13% na początku pączkowania). Natomiast górne części roślin, a zwłaszcza te, które znajdują się powyżej 60% ich wysokości, zawierają ponad 25% białka ogólnego w suchej masie. O tym decydują trzy czynniki. Pierwszy z nich dotyczy znacznego udziału liści w tych partiach roślin lucerny. Drugi wynika z dużej zawartości białka ogólnego w liściach pochodzących z najwyższych położonych części roślin (powyżej 30%). Natomiast trzeci czynnik związany jest z korzystniejszym składem chemicznym łądy analizowanych frakcji roślin (12–16% zawartości białka). Zupełnie odmienna jest sytuacja z zawartością włókna surowego. Dolne partie analizowanej paszy charakteryzują się bardzo dużą zawartością tego składnika (od 50% do 27% na wysokości około 35 cm, tj. do połowy ich długości w warunkach analizowanego doświadczenia). Reasumując powyższe rozważania należy stwierdzić, że niskie koszenie lucerny przynosi korzyści w postaci większej ilości zebranego plonu, natomiast niewielkie pod względem jego składu chemicznego. Mając na uwadze wyjątkowo dużą zawartość włókna, które jest głównym czynnikiem ograniczającym strawność paszy w dolnych częściach tej rośliny, można uważać, że koszenie lucerny na większej wysokości pozwoli na uzyskanie lepszej jakości zielonki, siana lub suszu [3, 7, 30].

Wyniki badań prowadzonych przez Skrzyaniarz [28] informują także o korzy-

stniejszych cechach jakościowych lucerny koszonej na wysokości 9 i 15 cm nad szyjką korzeniową w zestawieniu z roślinami koszonymi nisko (3 cm), (tab. 3).

Tabela 3

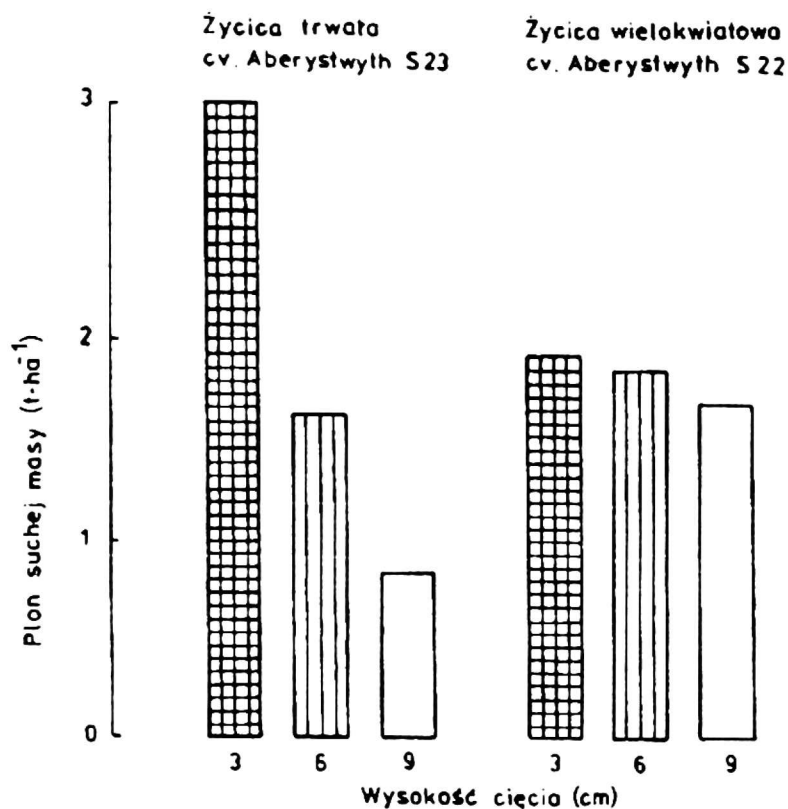
Plon i skład chemiczny lucerny w zależności od wysokości koszenia [28]

Wyszczególnienie	Odmiana								
	Kleszczewska			Europe			Forma hodowlana z Troubska		
	Wysokość koszenia (cm)								
	3	9	15	3	9	15	3	9	15
Włókno surowe (% s.m.)	29,3	27,2	27,2	28,7	28,1	27,3	28,6	28,5	27,1
Białko ogólne (% s.m.)	20,5	21,1	21,1	18,5	19,1	19,4	20,0	20,0	22,1
Plony białka ogólnego (t/ha)									
I rok użytkow.	4,68	4,42	4,12	4,48	3,93	4,08	3,52	3,34	3,32
II rok użytkow.	4,09	3,68	3,37	3,79	3,69	3,21	3,14	3,02	2,76
Razem	8,77	8,10	7,49	8,27	7,62	7,29	6,66	6,36	6,08
Względne plony białka	100	92	85	100	92	88	100	99	91

Autorka wymienionego opracowania stwierdza, że wyższa jakość zebranego materiału roślinnego z poletek, na których stosowano wysokie koszenie, nie rekompensuje strat w ogólnym plonie suchej masy i białka ogólnego. Po bardziej wnikliwej analizie wyników badań zamieszczonych w tabeli 3 nasuwają się jednak pewne spostrzeżenia dotyczące wielkości uzyskanych plonów suchej masy i białka ogólnego oraz zawartości określanych składników pokarmowych w zebranej paszy. Roczny plon suchej masy (wartość średnia dla trzech badanych odmian) uzyskany w poszczególnych grupach doświadczenia, określanych intensywnością defoliacji, okazał się bardzo wysoki. Podobnie przedstawia się plon białka ogólnego, zwłaszcza w pierwszym roku użytkowania lucerny cv. Kleszczewska (4,68 t/ha). Uzyskanie tak wysokich plonów wynikało z dobrych warunków klimatycznych (obfite opady deszczu w całym okresie wegetacyjnym) i glebowych (mady średnie należące do kompleksu pszennego dobrego). Należy jednak podkreślić, że plony uzyskane z obiektów, w których ścinano rośliny na wysokości 9 cm lub 15 cm, w zestawieniu z plonami pochodzącymi z grup o najintensywniejszej defoliacji są stosunkowo wysokie. Stanowią one odpowiednio 91% i 84% wielkości uzyskanych przy koszeniu lucerny na wysokości 3 cm (pierwszy rok użytkowania).

Zawartość analizowanych składników w paszy pochodzącej z różnych obiektów (wysokość koszenia) jest bardzo zbliżona, a w znacznej części jest taka sama. Uwagi te dotyczą wyników zestawianych w obrębie poszczególnych odmian. Opracowania wielu innych badaczy (Downs, Taylor [7], Riper, Owen [25], Langer, Steinke [13]), dotyczące tego samego zagadnienia związanego z lucerną, informują natomiast o

znacznie większych różnicach w plonach suchej masy i białka ogólnego, wynikających z różnych wysokości koszenia. Podkreśla się również, że niższe partie łąnu lucerny o znacznym zagęszczeniu stanowią duży udział w ogólnej masie plonu.



Rys. 3. Plon suchej masy (pierwszego pokosu) życicy trwałej i życicy wielokwiatowej w zależności od wysokości koszenia [19].

Na rysunku 3 przedstawiono wyniki badań prowadzonych przez Ollerenshaw i Hodgsona [19], które dotyczyły plonu suchej masy życicy trwałej cv. Aberystwyth S. 23 i życicy wielokwiatowej cv. Aberystwyth S. 22 w zależności od wysokości koszenia. Dane te odnoszą się do ilości zebranej masy pierwszego pokosu w pierwszym roku użytkowania. Istnieją wyraźne różnice w charakterze rozkładu masy roślin wzdłuż ich wysokości pomiędzy badanymi gatunkami traw. Przy koszeniu życicy trwałej na wysokości 3 cm nad powierzchnią gleby uzyskano około 3 t/ha plonu, a stosując najmniej intensywną defoliację zaledwie 0,4 t/ha. Świadczy to o tym, że przeważająca część suchej masy zawierała się w przedziale 3–9 cm. Z porównania zagęszczenia roślin na wysokości 3–6 cm i 6–9 cm wynika, że wyżej położone partie tworzyły bardziej zwartą ruń, której pozostawienie w postaci ścierniska bardzo poważnie obniżyło plon (1 t/ha przy koszeniu na wysokości 6 cm). Natomiast bardzo niewielkie różnice w plonach zaobserwowano w badaniach nad życicą wielokwiatową. Ilość suchej masy zebranej przy najwyższym koszeniu (9 cm) stanowiła około 87% plonu pochodzącego z obiektu, w którym stosowano najintensywniejszą defoliację (3 cm). Głównym czynnikiem, który zdecydował o takich wynikach badanych gatunków traw, była przede wszystkim wysokość roślin, uzależniona terminem koszenia (10 VI – życica trwała, 8 VII – życica wielokwiatowa). Należy również dodać, że stosowano jednakowe nawożenie wiosenne (60 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha i 80 kg K₂O/ha), ilość opadów atmosferycznych była stosunkowo niska w okresie kwiecień–czerwiec (suma opadów 150 mm, w maju tylko 29,3 mm).

Wyniki badań prowadzonych przez Burnsa [5], poza oceną wpływu wysokości koszonej runi i częstotliwości defoliacji na plony suchej masy kostrzewy trzcinowej (*Festuca arundinacea* Schreb. cv. Kentucky 31), dotyczyły także charakteru rozkładu masy łąny w poszczególnych strefach poziomych. Pomiary przeprowadzono w drugim i trzecim roku użytkowania łąki. W okresie poprzedzającym badania, tzn. w pierwszym roku, przygotowano dwie grupy poletek, które nawożono jednakową dawką (220 kg N/ha, 96 kg P/ha, 184 kg K/ha), kosząc rosące na nich rośliny 2- lub 3-krotnie. Na jednej części poletek stosowano niskie koszenie na wysokości 5 cm nad powierzchnią gleby, a rośliny z pozostałych grup ścinania – na wysokości 10 cm. Taką samą intensywność defoliacji (na wymienionych poletkach) stosowano w głównych okresach badań, które zostały poprzedzone nawożeniem azotowym w ilości 300 kg/ha azotanu amonowego. Termin koszenia wyznaczała wysokość roślin (10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm). Przy wyznaczaniu charakteru pionowego rozkładu masy runi posłużono się danymi, które dotyczyły roślin o ich średniej wysokości 15 cm i ścinanych na wysokości 7,5 cm, 5 cm, i 2,5 cm nad powierzchnią gleby. Tego typu zabiegi były wykonywane kosiarką rotacyjną, a do ścinania warstwy najniższej (0–2,5 cm) posłużono się nożem.

Tabela 4

Charakterystyka poziomych warstw runi kostrzewy trzcinowej cv. Kentucky 31 [5]

Poziom warstwy (cm)	Plon s.m. (kg/ha)	Strawność <i>in vitro</i> (%)	Plon składników strawnych (kg/ha)	Popiół (%)
0–2,5	1400	31	434	13,9
2,5–5	1100	30	333	9,8
5–7,5	760	42	319	8,1
7,5–15	550	60	330	8,1

Z zależności przedstawionych w tabeli 4 wynika, że najniżej położona warstwa runi o wysokości nie przekraczającej 5 cm nad powierzchnią gruntu stanowiła aż 66% suchej masy plonu zebranego w drugim roku użytkowania łąki, jeśli średnia wysokość ścinanej kostrzewy trzcinowej cv. Kentucky 31 wynosiła 15 cm. Pozostawienie ścierniska o wysokości stanowiącej jedną trzecią średniej wysokości roślin powoduje, że sucha masa zebranego plonu stanowi około 150% masy znajdującej się poniżej poziomu defoliacji.

Na uwagę zasługują wyniki badań prowadzonych przez Wilkinsona, Adamsa i Jacksona [33], które dotyczyły również rozkładu suchej masy w poziomo wydzielonych warstwach runi składającej się z trawy bermudzkiej (*Cynodon dactylon* L.). Doświadczenie podzielono na dwie grupy poletek różniących się między sobą wielkością dostarczanych nawozów (224 kg N/ha, 98 kg P/ha, 112 kg K/ha i 1120 kg N/ha, 98 kg P/ha, 560 K kg/ha). Nawożenie azotowo-potasowe stosowano w czterech terminach (19 IV, 31 V, 12 VII i 23 VIII), a nawóz fosforowy dostarczono w całości (kwiecień). Zbioru pokosów dokonano w odstępach 6-tygodniowych (tab. 5). Plon zebrany z poletek o większej dawce stosowanych nawozów dzielono na pięć warstw o wysokości 10 cm, a materiał pochodzący z drugiej grupy na-

wozeniowej analizowano też w pięciu warstwach, ale 7-centymetrowych. Za pierwszą warstwę uznano tę, która była najniżej położona (0–10 cm lub 0–7 cm). Warstwę szóstą (najwyżej położoną) stanowił materiał wchodzący w skład roślin o wysokości >50 cm (lub 35 cm).

Tabela 5

Udział suchej masy poziomych warstw runi trawy bermudzkiej (Cynodon dactylon L.) w zależności od poziomu nawożenia N – K i terminu zbioru [33]

Numer warstwy	Data zbioru					
	12 VII		23 VIII		4 X	
	kg N – K ha/rok					
	224–112	1120–560	224–112	1120–560	224–112	1120–560
6	5,0	6,2	9,7	10,6	–	–
5	8,0	9,3	10,0	12,3	5,6	5,9
4	14,7	15,6	15,0	15,7	10,8	11,9
3	19,3	19,3	19,8	17,8	19,6	20,3
2	24,2	22,1	23,1	21,2	28,7	27,5
1	28,8	27,5	22,4	22,4	35,3	34,4

W tabeli 5 zestawiono wyniki badań dotyczących pionowego rozkładu suchej masy trawy bermudzkiej w zależności od poziomu nawożenia i terminu zbioru. Dane te informują, że dolne warstwy (1 i 2) analizowanej trawy stanowią znaczny udział w ogólnej masie plonu części nadziemnych (od 43,6–64%). Mniejsze wartości dotyczą materiału zbieranego 23 sierpnia. Dolne partie roślin zbieranych 4 października stanowiły około 63% plonu suchej masy (średnia dla dwu poziomów nawożenia). O takim wyniku zdecydowały dwa czynniki. Pierwszy z nich dotyczy znacznego zagęszczenia runi w jej dolnych warstwach. Natomiast drugi wynika z mniejszej wysokości koszonych roślin (materiał wchodzący w skład piątej warstwy stanowił około 5,7% plonu całkowitego). Autorzy analizowanych wyników badań stwierdzają, że dolne partie trawy bermudzkiej zawierają małą ilość białka. Wartość ta, w zestawieniu z dotyczącą górnych partii roślin, jest prawie dwukrotnie niższa (pokos sierpniowy, mniej intensywne nawożenie).

Podsumowanie

Na podstawie dokonanego przeglądu literatury można stwierdzić, że w wyniku stosowania intensywnej defoliacji uzyskuje się większą ilość zbieranych pasz zielonych. Dolne partie runi łąkowej charakteryzują się znacznym zagęszczeniem, a pozostawienie ich w postaci ścierniska bardzo wyraźnie obniża ilość uzyskanej bio-

masy. Należy jednak dodać, że najniżej położone nadziemne części roślin stanowią paszę o małej wartości pokarmowej (duża zawartość włókna, mała zawartość białka).

Pełna ocena wpływu wysokości koszenia na plonowanie użytków zielonych wymaga prowadzenia badań, które uwzględniałyby przede wszystkim zależności między intensywnością defoliacji a odrastaniem roślin przed następnym koszeniem. Konieczna więc staje się analiza produktywności użytków zielonych w całym okresie wegetacyjnym, a nawet i w następnych latach. Zagadnienie to jest bezpośrednio związane z wpływem wysokości ścinania roślin na ich krzewienie się, zagęszczenie runi, dynamikę odbudowy aparatu asymilacyjnego.

Liczne wyniki doświadczeń prezentowanych głównie w literaturze obcojęzycznej, które dotyczą wyżej wymienionych problemów, mogą stanowić przedmiot rozważań interesującego pod względem poznawczym i utylitarnym opracowania.

LITERATURA

- [1] Binnie R. C., Harrington F. J.: *Journal of the British Grassland Society*, vol. 27, nr 3, 1972.
- [2] Black W. J. M.: *Journal of the British Grassland Society*, vol. 22, nr 4, 1967.
- [3] Bruhn H. D., Koegel R. G.: *Transactions of the ASAE*, vol. 20, nr 4, 1977.
- [4] Burger A. W., Jackobs J. A., Hittle C. N.: *Agronomy Journal*, vol. 54, nr 1, 1962.
- [5] Burns R. E.: *Agronomy Journal*, vol. 62, nr 6, 1970.
- [6] Davies A.: *The Journal of Agricultural Science*, vol. 82, nr 1, 1974.
- [7] Downs H. W., Taylor R. K.: *Transactions of the ASAE*, vol. 32, nr 2, 1989.
- [8] Falkowski M.: *Łąkarstwo i gospodarka łąkowa*. PWRiL, Warszawa 1983.
- [9] Filipek J.: *Postępy Nauk Rolniczych*, nr 3, 1968.
- [10] Jacniacki K., Kocan T.: *Uprawa łąk i pastwisk*. PWRiL, Warszawa 1984.
- [11] Jelinowska A., Magnuszewska K.: *Biuletyn Oceny Odmian*, t. IX., zeszyt 1-2, 1981.
- [12] Kadzulis L.: *Międzynarodowe Czasopismo Rolnicze*, nr 3, 1983.
- [13] Langer R. H. M., Steinke T. D.: *The Journal of Agricultural Science*, vol. 64, nr 3, 1965.
- [14] Lawrence T.: *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 53, nr 1, 1973.
- [15] Lawrence T., Warder G. F., Ashford R.: *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 50, nr 4, 1970.
- [16] Listowski A.: *Biologiczne podstawy produktywności roślin*. IUNiG, Puławy 1985.
- [17] Moraczewski R.: *Łąkarstwo*, PWN, Warszawa 1986.
- [18] Milthorpe F. L., Moorby J.: *Wstęp do fizjologii plonowania roślin*. PWRiL, Warszawa 1979.
- [19] Ollerenshaw J. H., Hodgson D. R.: *The Journal of Agricultural Science*, vol. 89, nr 2, 1977.
- [20] Olszewska L.: *Roczniki Nauk Rolniczych*, seria F, tom 78, zeszyt 1, 1971.
- [21] Olszewska L., Wielicka M.: *Acta Agrobotanica*, vol. 34, zeszyt 1, 1981.
- [22] Olszewska L., Wielicka M.: *Nowe Rolnictwo*, nr 9, 1979.
- [23] Piunowski I. I., Romanowicz W. W.: *Dosuszanie sena aktywnym wentylowaniem*. Mińsk „Uradzdaj”, 1979.
- [24] Plebański T.: *Uprawa i użytkowanie lucerny*. PWRiL, Warszawa 1970.
- [25] Riper G. E., Owen G. F.: *Agronomy Journal*, vol. 56, nr 4, 1964.
- [26] Safta J., Balen C., Nadeleine C.: *Das Wirtschaftseigene Futter*, nr 9, 1969.
- [27] Skrzyniarz H.: *Agrochemia*, nr 4, 1990.
- [28] Skrzyniarz H.: *Pamiętnik Puławski*, zeszyt 75, 1981.

- [29] Starzycki S.: *Koniczyny*. PWRiL, Warszawa 1981.
- [30] Staszewski Z.: *Lucerny*. PWRiL, Warszawa 1975.
- [31] Stroh J. R., Law A. G.: *Agronomy Journal*, vol. 59, nr 5, 1967.
- [32] Thorvaldsson G.: *Swedish Journal of Agricultural Research*, vol. 19, nr 2, 1989.
- [33] Wilkinson S. R., Adams W. E., Jackson W. A.: *Agronomy Journal*, vol. 62, nr 1, 1970.
- [34] Wilman D., Shrestha S. K.: *The Journal of Agricultural Science*, vol. 105, nr 1, 1985.