

WPLYW RÓŻNYCH SPOSOBÓW ZBIORU
I KONSERWOWANIA NIEKTÓRYCH PASZ
NA ILOŚĆ I SKŁAD KOMPLEKSU
WĘGLOWODANOWO-LIGNINOWEGO

Влияние разных способов сбора и хранения некоторых кормов на количество и состав углеводно-лигнинного комплекса

Influence of Various Harvesting Methods and Means of Conservation of Certain Fodders on the Amount and Composition of the Carbohydrate — lignin Complex

MAŁGORZATA KIRCHMAYER

Dział Żywienia Zwierząt IZ — Kraków

Kierownik: Prof. dr K. Gawęcki

Zakład Żywienia Zwierząt IZ — Kraków

Kierownik: Doc. dr St. Trela

Wartość pokarmowa i strawność takich pasz jak zielonki, kiszonki, siana, stosowanych głównie przy żywieniu przeżuwaczy, zależy w wysokim stopniu od składu chemicznego. Na wartość odżywczą paszy najsilniejszy wpływ wywierają składniki inkrustujące. Do określania tych składników w paszach służy, stosowana od szeregu lat, klasyczna metoda Henneberga i Stohmanna (4, 9, 16) oznaczania włókna surowego. Strawność włókna opiera się zasadniczo na strawności celulozy (pod wpływem działania mikroorganizmów), oraz pentozanów (na skutek rozkładu enzymatycznego), natomiast lignina pozostaje prawie w całości niaruszona. Pasza wykazuje tym niższą strawność, im wyższa jest w niej zawartość substancji inkrustujących i im dalej posunęło się drewnienie ścian komórkowych (zmagazynowanie ligniny). Badania Naumanna i Brixinsa (7) wykazały, że udział tych trzech zasadniczych składników włókna jest w paszach bardzo różny. Metoda Henneberga i Stohmanna nie tylko nie pozwala na zróżnicowanie tzw. włókna surowego, ale również jest bardzo niedokładna. Mianowicie przy wykonywaniu analizy pewne ilości celulozy, pentozanów i ligniny przechodzą do roztworu, zwiększając tym samym pozornie ilość substancji bezazotowych wyciągowych. Tak np. Nordtfeldt, Swanberg i Claesson (11) w swoich badaniach nad przydatnością metody Henneberga i Stohmanna

znaleźli w włóknie surowym tylko 69,3% ogólnej ilości celulozy, 40,6% ogólnej ilości ligniny i 17,8% ogólnej ilości pentozanów. Wg P o p p o f f a (13) przy oznaczaniu włókna surowego w słomach zbożowych około 20% ligniny przechodzi do roztworu. Do oznaczania strat występujących przy oznaczaniu włókna surowego służy tzw. „współczynnik włókna surowego” podany przez B e c k e r'a i M o s l e n e r'a (1), a przedstawiający procentowy udział włókna surowego w sumie składników inkrustujących. Współczynnik ten w badaniach N e h r i n g'a i L a u b e g o (9) wahał się między 32 a 56. Natomiast w poniżej opisanym doświadczeniu uzyskane wartości dla tego współczynnika były wyższe i mieściły się w granicach 55 do 73.

W związku z powyższym w grupie substancji bezazotowych wyciągowych, oprócz należących do niej substancji łatwo rozpuszczalnych jak skrobia, cukry, kwasy organiczne, znajdują się też części celulozy, ligniny i pentozanów. Wyjaśnia to podawaną przez wielu autorów (1, 8, 9, 14) względnie niską strawność składników bezazotowych, często nawet, jak u N e h r i n g a (8, 9, 10) niższą od włókna surowego.

Z tych też powodów niektórzy autorzy jak F i n g e r l i n g (3), B e c k e r i M o s l e n e r (1), N e h r i n g i L a u b e (9) oraz P a p e n d i c k (12) uznali za konieczne oznaczanie składników kompleksu węglowodanowo-ligninowego, tj. celulozy, pentozanów i ligniny. Suma tych składników odjęta od sumy włókna surowego i składników bezazotowych wyciągowych daje tzw. „resztę węglowodanową”, która przedstawia rzeczywiście jednolity skład substancji bezazotowych, obarczony jedynie błędem analitycznym.

W Pracowni Konserwacji Pasz przy Zakładzie Żywienia IZ przebadano na zawartość składników pokarmowych zielonki oraz kiszonki i siana uzyskane z tych zielonek. Zielonki pochodziły z poletek o pow. 300 m² założonych w Zakładzie Doświadczalnym — Balice. Przebadano lucernę chmielową oraz koniczynę czerwoną z rajgrasem angielskim. Sprzętu mieszanki koniczyny z rajgrasem dokonywano w pierwszym roku doświadczenia w 3 stadiach (w okresie pączkowania koniczyny, początku kwitnienia i pełnego kwitnienia), natomiast w drugim roku zielonki zebrano 2-krotnie, tj. w okresie pączkowania i pełnego kwitnienia koniczyny. Zaznaczyć należy, że obie mieszanki różniły się między sobą znacznie składem botanicznym. Badana w pierwszym roku mieszanka zawierała średnio 20% koniczyny, w drugim natomiast średnio 60% koniczyny czerwonej. Z powyższych zielonek sporządzono kiszonki. W tym celu materiał roślinny bezpośrednio po ścięciu został pocięty na sieczkę i ubity w kamionkach o poj. 8 l. Kiszonkę przykryto warstwą papieru silosowego i zalepiono gliną. Otwarte kiszonki poddano analizie chemicz-

nej. Pewną ilość zielonego materiału wysuszono na siano, przy czym część suszono na ziemi, a część na rusztowaniach.

Ogółem przebadano 65 próbek. Badania chemiczne poszerzono poza klasyczną analizę Weendowską przez oznaczanie białka właściwego i substancji inkrustujących. Stosowano następujące metody analityczne: białko właściwe oznaczano metodą Barnsteina (4), celulozę wg Kürschnera (6, 9), pentozany wg Javme'a i Sartena (6, 9) oraz ligninę w oparciu o metodę Springera (9, 10). Przy oznaczaniu pentozanów opierano się też na opracowaniu Schiemanna i Laubego (15). Nie przeprowadzono doświadczenia na zwierzętach, które byłoby pożądane. W celach porównawczych wyliczono wartości skrobiowe badanych pasz w oparciu o tablice składu pokarmowego i wartości odżywczej pasz Bormanna (2, 5).

Uzyskane wyniki, obrazujące średnie wartości poszczególnych składników pokarmowych w przeliczeniu na suchą masę, zestawiono w tabelach 1, 2 i 3.

Zarówno zielonki jak i kiszonki z nich sporządzone wykazują wyraźny wzrost zawartości włókna surowego w miarę rozwoju roślin.

Ogólnie biorąc, ze wszystkich składników kompleksu węglowodanowo-ligninowego, tylko zawartość celulozy przebiegała mniej więcej równolegle z włóknem surowym, wykazując tylko nieco niższe od niego wartości. Wartości celulozy wahały się w granicach od ok. 20% (koniczyna czerwona w okresie pączkowania) do blisko 37% (rajgras angielski w okresie kwitnienia). Nie zaobserwowano natomiast wyraźniejszego wpływu okresu rozwoju roślin na zawartość celulozy, z wyjątkiem może mieszanki koniczyny z rajgrasem z 1960 r., w której to ilość celulozy wzrosła z 22,12% s. m. w okresie pączkowania koniczyny do 26,82% s. m. w okresie pełnego kwitnienia koniczyny.

Wraz ze wzrostem roślin wzrastała w nich zawartość pentozanów, jednakże w mniejszym znacznie stopniu niż zawartość włókna surowego. Tę tendencję wzrostową zawartości pentozanów można zaobserwować zarówno przy zielonkach (rajgras ang. z 15,07% wzrasta do 17,04% s. m. i z 16,82% do 19,53% s. m., koniczyna czerwona z 9,74% do 12,22% s. m., a mieszanka koniczyny czerw. z rajgrasem ang. z 13,74% do 16,50% s. m.) jak i kiszonkach (z 14,94% do 17,41% s. m.). W kilku wypadkach nie zaobserwowano wzrostu pentozanów w miarę rozwoju roślin i zawartość ich kształtowała się pozornie dowolnie niezależnie od zawartości włókna surowego. Oznaczone wartości pentozanów leżały w granicach 9,56% (koniczyna czerwona w pełni kwitnienia) do 17,49% s. m. (siano z mieszanki koniczyny czerwonej i rajgrasu angielskiego).

Zawartość ligniny wahała się od 6,98% do 13,68% s. m. i wykazywała dużą zależność od okresu wegetacji roślin. Wartości te wynosiły dla rajgrasu angielskiego od 7,56—9,45% s. m., koniczyny czerwonej od 7,19 do

Tabela 1

Zielonki — zawartość niektórych składników pokarmowych w przeliczeniu na s. m.

Materiał	Data sprzętu	Białko surowe %	Włókno surowe %	Bezazotowe wyciągowe %	Wartość skrobiowa g/100 g s. m.	Celuloza %	Pentozany %	Lignina %	Celuloza + pento- zany + lignina %	Reszta węglowodanowa %
1959 r.										
Rajgras angielski										
1. W okresie pełnej dojrzałości	5. VI	8,06	32,81	48,83	45,68	29,70	15,07	9,00	53,77	27,87
2. " " "	17. VI	6,84	34,25	50,42	41,53	30,07	15,17	8,53	53,77	30,90
3. " " "	24. VI	5,46	33,75	52,41	41,93	29,26	17,04	8,55	54,85	31,31
1960 r.										
1. W okresie kłoszenia	2. VI	12,27	35,52	40,54	42,91	30,06	16,82	7,56	54,44	21,62
2. " " kwitnienia	14. VI	7,53	43,32	40,43	37,26	36,80	19,53	9,45	65,78	17,97
Koniczyna czerwona										
1959 r.										
1. W okresie pączkowania	5. VI	16,53	25,85	45,86	59,47	24,20	9,74	7,19	41,13	30,58
2. " " początku kwitnienia	17. VI	15,71	29,13	45,32	56,54	26,28	11,97	8,91	47,16	27,29
3. " " pełnego "	24. VI	13,90	29,78	45,09	43,56	25,97	12,22	9,87	48,06	26,81
1960 r.										
1. W okresie pączkowania	2. VI	21,57	23,06	42,43	59,16	20,43	10,22	7,51	38,16	27,33
3. " " pełnego kwitnienia	14. VI	17,69	28,16	43,26	50,75	22,99	9,56	8,30	40,85	30,57
Lucerna chmielowa										
1959 r.										
1. W okresie pełnego kwitnienia	25. V	22,23	29,37	35,12	42,52	25,58	11,64	8,60	45,82	18,67
2. " " "	27. V	21,00	28,21	39,26	44,48	23,56	11,78	8,77	44,11	23,36
Mieszanka koniczyny czerw. z rajgrasem ang.										
1959 r.										
1. 75% rajgrasu ang. + 25% konicz. cz.	5. VI	10,18	31,07	48,08	47,95	28,32	13,74	8,54	50,60	28,55
2. 70% " " + 30% " "	17. VI	9,41	32,77	48,94	47,60	28,97	14,24	8,64	51,85	29,86
3. 90% " " + 10% " "	24. VI	6,39	33,31	51,60	41,88	28,90	16,50	8,69	54,09	30,82
1960 r.										
1. 10% rajgr. + 45% konicz. (+45% chwastów)	2. VI	19,72	26,58	39,12	51,63	22,12	11,28	8,58	41,98	23,72
2. 15% " " + 70% " " (+15% " ")	14. VI	15,61	32,45	39,88	47,19	26,82	11,11	9,39	47,32	25,01

Tabela 2
Siana z mieszanki: koniczyna czerwona i rajgras angielski — zawartość niektórych składników pokarmowych w przeliczeniu na suchą masę

Material	Data sprzętu	Białko surowe %	Włókno surowe %	Bezasotowe wyciągowe %	Wartość skrobiowa g/100 g s. m.	Celuloza %	Pentozany %	Lignina %	Celuloza + pento- zany + lignina %	Reszta węglo- wodanowa %
1959 r.										
okres pączkowania										
1. 75% rajgrasu ang. + 25% koniczyny cz. (średnie z 2 poletek)										
a) zaraz po sprzęcie	5. VI	8,78	39,00	43,68	32,23	32,33	17,49	10,23	60,05	22,63
b) po 6 miesiącach	5. VI	8,58	37,91	45,88	32,69	33,79	17,43	10,82	62,04	21,75
2. 70% rajgrasu ang. + 30% koniczyny cz. (średnie z 2 poletek)										
okres początku kwitnienia										
a) zaraz po sprzęcie	17. VI	7,99	37,16	46,94	33,40	32,45	16,99	9,73	59,17	24,93
b) po 6 miesiącach	17. VI	6,69	35,55	49,87	33,88	31,70	16,96	9,49	58,15	27,27
3. 90% rajgrasu ang. + 10% koniczyny cz. (średnie z 2 poletek)										
okres pełnego kwitnienia										
a) zaraz po sprzęcie	24. VI	5,59	35,33	51,01	35,01	30,29	15,93	8,85	55,07	31,27
b) po 6 miesiącach	24. VI	4,95	32,38	54,85	35,89	29,63	16,49	8,47	54,59	32,64
1960 r.										
okres pączkowania										
1. 10% rajgrasu ang. + 45% koniczyny cz. (chwasty 45%)										
a) suszenie na ziemi	2. VI	17,27	32,18	39,28	44,97	33,13	11,19	13,84	58,16	13,30
b) „ „ rusztowaniach	2. VI	19,38	31,29	35,83	46,89	28,82	10,77	11,80	51,39	15,73
2. 15% rajgrasu ang. + 70% koniczyny cz. (chwasty 15%)										
okres pełnego kwitnienia										
a) suszenie na ziemi	14. VI	14,19	37,64	38,62	30,72	32,27	13,20	12,35	57,82	18,44
b) „ „ rusztowaniach	14. VI	15,14	34,79	38,52	32,00	33,07	10,62	13,68	57,37	15,94

Tabela 3

Kiszonki — zawartość niektórych składników pokarmowych w przeliczeniu na suchą masę

Material	Data sprzętu	Białko surowe %	Włókno surowe %	Bezasotowe wyciągowe %	Wartość skrobiowa g/100 g s. m.	Celuloza %	Pentozany %	Lignina %	Celuloza + pento- zany + lignina %	Reszta węglowodanowa %
Kiszonki z mieszanki: koniczyna czerw. z rajgrasem ang.										
1959 r.										
1. 75% rajgrasu ang. + 25% koniczyny cz. (średnia z 4 kiszonek)	5. VI	11,71	33,25	39,72	46,67	28,21	14,94	7,59	50,74	22,23
2. 70% rajgrasu ang. + 30% koniczyny cz. (średnia z 4 kiszonek)	17. VI	10,99	36,59	38,95	43,57	31,26	15,97	10,36	57,59	17,95
3. 90% rajgrasu ang. + 10% koniczyny cz. (średnia z 4 kiszonek)	24. VI	9,03	39,50	38,49	39,66	32,96	17,41	11,34	61,71	16,28
1960 r.										
1. 10% rajgrasu ang. + 45% koniczyny cz. (chwasty 45%)	2. VI	20,03	25,90	33,54	48,73	24,33	10,05	7,70	42,08	17,36
2. 15% rajgrasu ang. + 70% koniczyny cz. (chwasty 15%)	14. VI	16,88	30,56	36,55	47,68	28,80	10,43	9,31	48,54	18,57
Kiszonki z lucerny chmielowej										
1959 r.										
1. Lucerna chmielowa (średnia z 4 kiszonek)	25. V	21,53	31,91	28,44	43,51	27,11	10,58	7,88	45,57	14,78
2. Lucerna chmielowa (średnia z 4 kiszonek)	27. V	20,99	27,77	33,95	44,45	23,13	9,68	6,98	39,79	21,93

9,87% i 7,51 do 8,30% s. m., a dla mieszanki koniczyny i rajgrasu od 8,58—9,39%. Wartości ligniny kształtowały się podobnie w kiszonkach sporządzonych z tych zielonek.

Dość słabo, natomiast, były zróżnicowane wartości substancji bezazotowych wyciągowych, które mieściły się w granicach 28,44 do 54,85% s. m. Podobną rozpiętość dla wartości bezazotowych wyciągowych podają *Nehring i Laube* (9), którzy wykazali, że zarówno zielonki, siano jak i słomy zawierają te same ilości substancji bezazotowych wyciągowych. W naszych jednak badaniach kiszonki wykazywały bezwzględnie mniejsze wartości substancji bezazotowych wyciągowych w porównaniu z sianami i zielonkami. Nieco bardziej zróżnicowane są wartości reszty węglowodanowej (13,30—32,64% s. m.), które wykazują zależność od stadium wegetacji, malejąc w miarę wzrostu roślin.

Papendick (12), w pracy nad różnymi typami sian, wykazał zależność między zawartością ligniny, reszty węglowodanowej a wartością skrobiową paszy. Mianowicie wzrost zawartości ligniny powoduje zmniejszenie się ilości reszty węglowodanowej siana, którego wartość skrobiowa ulega również zmniejszeniu. W przeprowadzonym doświadczeniu można było zauważyć wpływ wzrostu ligniny na zmniejszenie się reszty węglowodanowej nie tylko w sianach, ale również w zielonkach i kiszonkach.

Porównując między sobą tę samą mieszankę jako zielonkę, kiszonkę i siano można ogólnie powiedzieć, że kiszonka bardzo mało różni się swym składem chemicznym od materiału wyjściowego. Wartość skrobiowa zielonki i kiszonki jest prawie taka sama, zawartość włókna w kiszonce jest nieco większa niż w zielonce, natomiast zawartość substancji bezazotowych wyciągowych jak i reszty węglowodanowej wyraźnie w kiszonce się zmniejsza. Siana w porównaniu z zielonką mają znacznie mniejszą wartość skrobiową i przeważnie wyższy procent włókna w suchej masie, oraz składników inkrustujących, zwłaszcza ligniny. Natomiast reszta węglowodanowa w sianie jest bardzo zbliżona do zielonki i przeważnie przewyższa znacznie resztę węglowodanową kiszonki. Porównanie siana analizowanego zaraz po sprzęcie, oraz po 6-miesięcznym okresie przechowywania nie wykazało żadnych różnic zarówno pod względem wartości skrobiowej jak i zawartości składników inkrustujących. Natomiast wyraźnie dała się zauważyć wyższa wartość skrobiowa siana suszonego na rusztowaniach w porównaniu z sianem suszonym na ziemi.

Omówione powyżej wyniki potwierdzają hipotezę, że stosowana powszechnie metoda klasyczna oznaczania włókna surowego jest niewystarczająca dla dokładnego poznania składu i wartości pasz. Metoda ta bowiem nie ujmuje całkowitej zawartości wszystkich ciał inkrustujących

(tylko ok. 60%), jak również i ligniny. Oznaczenie poszczególnych składników błony komórkowej daje możliwość poznania jakościowych i ilościowych ich stosunków. Przez wyliczenie odpowiedniej różnicy otrzymamy wartość reszty węglowodanowej, wykazującą istotną zawartość węglowodanów łatwo rozpuszczalnych i łatwo przyswajalnych przez organizm zwierzęcy.

LITERATURA

1. Becker M., i Moslener R. — Versuche über die Analyse der pflanzlichen Gerüstsubstanzen und den Einfluss derselben auf den Nährwert von Nahrungs- und Futtermitteln., Landw., Forschung. Bd. 2, H. 2 (1950).
2. Bormann J. — Pasze. Warszawa 1952.
3. Fingerling G. — Vertrag Göttingen, 1936, cyt. wg Nehring K. i Laube W. Archiv. f. Tierernährung, Bd. 5, H. 4 (1955).
4. Handbuch d. landwirtsch. Versuchs- u. Untersuchungsmethodik „Methodenbuch“, Bd. 3 i 4, Berlin 1941.
5. Konopiński T. i Gawęćk'i K. — Żywnie zwierząt domowych, Warszawa 1947.
6. Lenkeit W. i Becker M. — Praktikum der Ernährungsphysiologie der Haustiere, Teil I., Verl. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1949.
7. Naumann K. i Brixins L. — Landw. Forschung, 7 (1955) cyt. wg Nehring K. i Laube W., Arch. f. Tierernährung, Bd. 5, H. 4 (1955).
8. Nehring K. — Ogólne żywienie. Warszawa 1959.
9. Nehring K. i Laube W. — Untersuchungen über Zusammensetzung der pflanzlichen Gerüstsubstanz in Grün- und Rauhfutterstoffen und ihren Einfluss auf die Verdaulichkeit dieser Futterstoffe, Archiv f. Tierernährung, Bd. 5, H. 4 (1955).
10. Nehring K. i Niepage N. — Die Bestimmung des Lignins in Futterstoffen, Zeitschrift f. landwirtschaft. Versuchs- u. Untersuchungswesen Bd. 1, H. 2 (1955).
11. Nordtfeldt S., i Svanberg O., Claesson O. — Acta Agric. Suecana 8, 135 (1948/49) cyt. wg Nehring K. i Laube W., Arch. f. Tierernährung, Bd. 5, H. 4 (1955).
12. Papendick K. — Über die Qualität des Wiesenfutters von verschiedenen Schwarzwaldstandorten unter besonderer Berücksichtigung der Gerüstsubstanzen und Erdalkalität. Zeitschrift f. Tierphysiologie Tierernährung u. Futtermittelkunde Bd. 13, H. 1 (1958).
13. Poppoff I. D. — Z. Bodenkd. u. Pflern 33 (1944) 257 cyt. wg Nehring K. i Laube W. Arch. f. Tierernährung, Bd. 5, H. 4 (1955).
14. Scharpenseel H. W. — Kritische Beobachtungen zur Notwendigkeit der Ligninbestimmung bei der Berechnung des Produktionswertes der Rauhfuttermittel, Landw. Forschung 4, 205 (1952).
15. Schiemann R. i Laube W. — Bestimmung der Pentosanen, Z. anal. Chemie 136 (1952) 26.
16. Struszyński M. — Analiza ilościowa i techniczna, Warszawa 1954.