

ALEKSANDER RYMARZ

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN w Jabłonie

POSZUKIWANIE NOWYCH ROZWIĄZAŃ W ANALIZIE CHEMICZNEJ PASZ

Opracowany przez Henneberga i Stohmanna schemat analizy pasz zwany metodą weendeńską pochodzi z roku 1860, a więc liczy sobie ponad sto lat. Metoda ta prosta i stosunkowo szybka przyczyniła się do rozwoju współczesnej nauki żywienia. W toku analizy według schematu weendeńskiego dokonuje się podziału składników paszy na grupy związków na zasadzie pewnych wspólnych cech: np. rozpuszczalności w eterze etylowym (frakcja tłuszczu surowego), bądź też nierozpuszczalności w roztworach H_2SO_4 i KOH o określonym stężeniu (frakcja włókna surowego). Podział ten ujmuje w grupy związki, które mimo pewnych cech wspólnych różnią się znacznie między sobą pod względem właściwości chemicznych, jak i oddziaływania fizjologicznego. Analiza weendeńska była wielokrotnie poddawana krytyce. Szczególne wątpliwości budził sposób oznaczania włókna surowego i rozdział tej frakcji od frakcji związków bezazotowych wyciągowych. Metoda oznaczania włókna surowego nie odpowiada dzisiejszemu stanowi wiedzy. W pewnych przypadkach współczynnik strawności włókna surowego bywa wyższy lub równy współczynnikowi strawności bezazotowych związków wyciągowych. Ilustracją takiego zjawiska są dane tabeli 1 (cyt. za Nehringiem) i 1a (cyt. za Soestem). Kowalczyk i wsp. [6] w doświadczeniu na bydło stosując dawkę pokarmową składającą się w 30% z granulowanej śruty jęczmiennej i w 70% z siana łąkowego stwierdzili, że współczynniki strawności włókna surowego były podobne do współczynników strawności związków bezazotowych wyciągowych (różnica nie przekraczała 3%). Jak wiadomo głównymi składnikami włókna surowego są celuloza, lignina i pentozany. Natomiast frakcja bezazotowych związków wyciągowych (której zawartość oblicza się przez odjęcie od 100 sumy określonych chemicznie wyrażonych w procentach składników: wody, popiołu, białka surowego, tłuszczu surowego, włókna surowego) teoretycznie powinna składać się głównie z łatwo hydrolizujących węglowodanów (skrobia i cukry) o wysokim współczynniku strawności. W rzeczywistości okazuje się że substancje strukturalne w zależności od rodzaju i stadium wegetacji roślin, w toku analizy weendeńskiej tylko częściowo pozostają we frakcji włókna

surowego, a znaczna rozpuszczalna ich część trafia do frakcji związków bezazotowych wyciągowych.

W celu ilościowego ujęcia strat powstałych przy oznaczaniu włókna surowego Becker i Moslener (cyt. za Nehringiem, [7]) wprowadzili pojęcie ilorazu włókna surowego, wyrażonego wzorem:

$$X = \frac{\text{włókno surowe} \cdot 100}{\text{celuloza} + \text{lignina} + \text{pentozany}}$$

X — wyraża procentowy udział włókna w całkowitej ilości substancji strukturalnych.

Tabela 1

Zawartość włókna surowego ozn. metodą weendeńską i strawność
(cyt. za Nehringiem, [9])

	Włókno surowe %	Współczynniki strawności			
		subst. org.	włókno surowe	beazotowe wyciągowe	
Siano łąkowe, I pokos	27,9	74,7	89,5	74,2	E. Brouwer
1958 II pokos	38,3	59,9	67,3	56,8	
Siano łąkowe, I pokos	28,9	65,6	72,9	61,7	A. Van Es
1960 II pokos	33,4	54,5	60,6	50,5	
Trawa łąkowa, I pokos	25,6	74,5	78,8	71,3	i H. Nij-kapm 1964
II pokos	28,6	66,8	70,1	63,8	
Koniczyna czerwona I pokos	25,7	73,7	60,5	81,0	M. Beyer 1967
zielonka II pokos	31,6	63,0	48,4	73,0	
Lucerna I pokos	26,4	72,4	55,5	78,9	
zielonka II pokos	35,4	62,6	47,4	69,4	

Tabela 1a

Strawność włókna surowego i bezazotowych związków wyciągowych
ozn. metodą weendeńską

Pasza	Liczba prób	Śr. współczynnik strawności		% przypadków w których strawność włókna jest \geq strawności bezazotowych wyciągowych
		włókno sur.	beazot. wyciąg.	
pasze suche	110	52,4	59,5	30
soczyste	61	63,5	76,3	20
treściwe	88	53,3	78,5	10
kiszonki	21	58,2	64,6	28

Dane w/g Cramptona i Maynarda

Jak wynika z tabeli 1 i 2 (dane Nehringa i wsp. [9]) w zależności od rodzaju paszy w toku oznaczeń włókna surowego od 21 do 68% substancji strukturalnych ulega rozpuszczeniu i przechodzi tym samym do frakcji związków bezazotowych wyciągowych. Skład włókna surowego

Tabela 2

*Skład włókna surowego
Według Nehringa i wsp. [9]*

	Włókno surowe	Iloraz włókna surowego	Zawartość substancji strukturalnych we włóknie surowym, %			
			celuloza	pento- zany	lignina	razem
Łuski orzecha ziemnego	73,1	78,8	44,9	16,3	36,6	98,0
Łuski słonecznika	69,0	75,4	59,3	19,5	24,5	103,2
Słoma żytnia	56,6	63,7	75,1	14,8	7,7	97,6
Siano łąkowe	36,3	54,4	75,6	14,4	5,9	95,8
Liście buraka cukrowego	9,9	40,9	62,5	7,8	19,2	89,4
Nasiona łubinu żół. past.	20,1	62,4	79,7	7,6	3,6	90,9
Nasiona grochu	7,1	47,5	75,8	6,2	2,9	84,9
Ziarno owsa	14,0	55,1	74,7	8,4	10,8	93,9
Otręby pszenne	11,8	37,2	61,3	6,6	10,3	78,2
Śruta poekstrak. kokosowa	19,4	38,1	55,9	4,0	8,9	68,7
Śruta poekstrak. rzepakowa	12,5	32,3	36,1	3,2	34,3	73,5

w różnych paszach jest bardzo zmienny. W próbach pasz analizowanych przez Nehringa i wsp. (tab. 2) zawartość celulozy we włóknie surowym wahała się od 36 do 80%, zaś zawartość ligniny od 3 do 37%. Stwierdzana niekiedy niska strawność związków bezazotowych wyciągowych spowodowana jest tym, że w toku analizy weendenskiej wskutek rozpuszczalności w KOH znaczna część ligniny przechodzi do roztworu i tym samym do frakcji bezazotowych związków wyciągowych. Drugą przyczyną niskiej strawności związków bezazotowych wyciągowych bywa to, że ksylany z grupy hemiceluloz o niższej strawności niż strawność celulozy, w toku rozdziału analitycznego również w dużej części trafiają do frakcji bezazotowych wyciągowych.

Tabela 3 przedstawia rozdział substancji strukturalnych między frakcją włókna surowego i frakcją związków bezazotowych wyciągowych jaki zachodzi w toku analizy weendenskiej (dane z pracy Nehringa i wsp. [9]).

Rozdział ten jest bardzo różny w zależności od rodzaju pasz. W większości przypadków przeważająca część celulozy trafia do frakcji włókna

*Rozdział substancji strukturalnych (‰)
między frakcją włókna sur. i frakcją związków bezazotowych wyciągowych
Według Nehringa i wsp. [9]*

	Włókno surowe			Bezazotowe wyciągowe		
	celuloza	pentozany	lignina	celuloza	pentozany	lignina
Łuski orzecha ziemnego	72,8	67,5	89,0	27,2	32,5	11,0
Łuski słonecznika	89,0	59,4	73,6	11,0	40,6	26,4
Słoma żytnia	82,7	34,6	33,1	17,3	65,7	66,9
Siano łąkowe	77,2	25,1	20,1	22,8	74,9	79,9
Liście buraka cukrowego	59,9	8,0	43,2	40,1	92,0	56,8
Nasiona łubinu żół. past.	76,7	15,5	53,8	23,3	84,5	46,2
Nasiona grochu	72,0	6,8	18,4	28,0	93,2	81,5
Ziarno owsa	102,0	11,7	30,0	—	88,3	70,0
Otręby pszenne	82,5	4,4	22,7	17,5	95,6	77,3
Śruta poekst. kokosowa	32,7	10,8	16,2	67,4	89,2	83,8
Śruta poekstr. rzepakowa	35,4	2,7	38,8	64,6	97,3	61,3

surowego, natomiast większa część ligniny znajduje się we frakcji związków bezazotowych wyciągowych.

Z rysunku przedstawiającego graficznie rozdział substancji strukturalnych między frakcją włókna surowego i frakcją bezazotowych wyciągowych widać, że w słomie żytniej, sianie oraz śrucie poekstrakcyjnej palmowej, frakcja związków bezazotowych wyciągowych składa się głównie ze związków trudnohydrolizujących. Powyższe dane świadczą o tym, że w analizie weendeńskiej rozdział związków bezazotowych na grupy następuje w sposób przypadkowy w zależności od rodzaju analizowanej paszy.

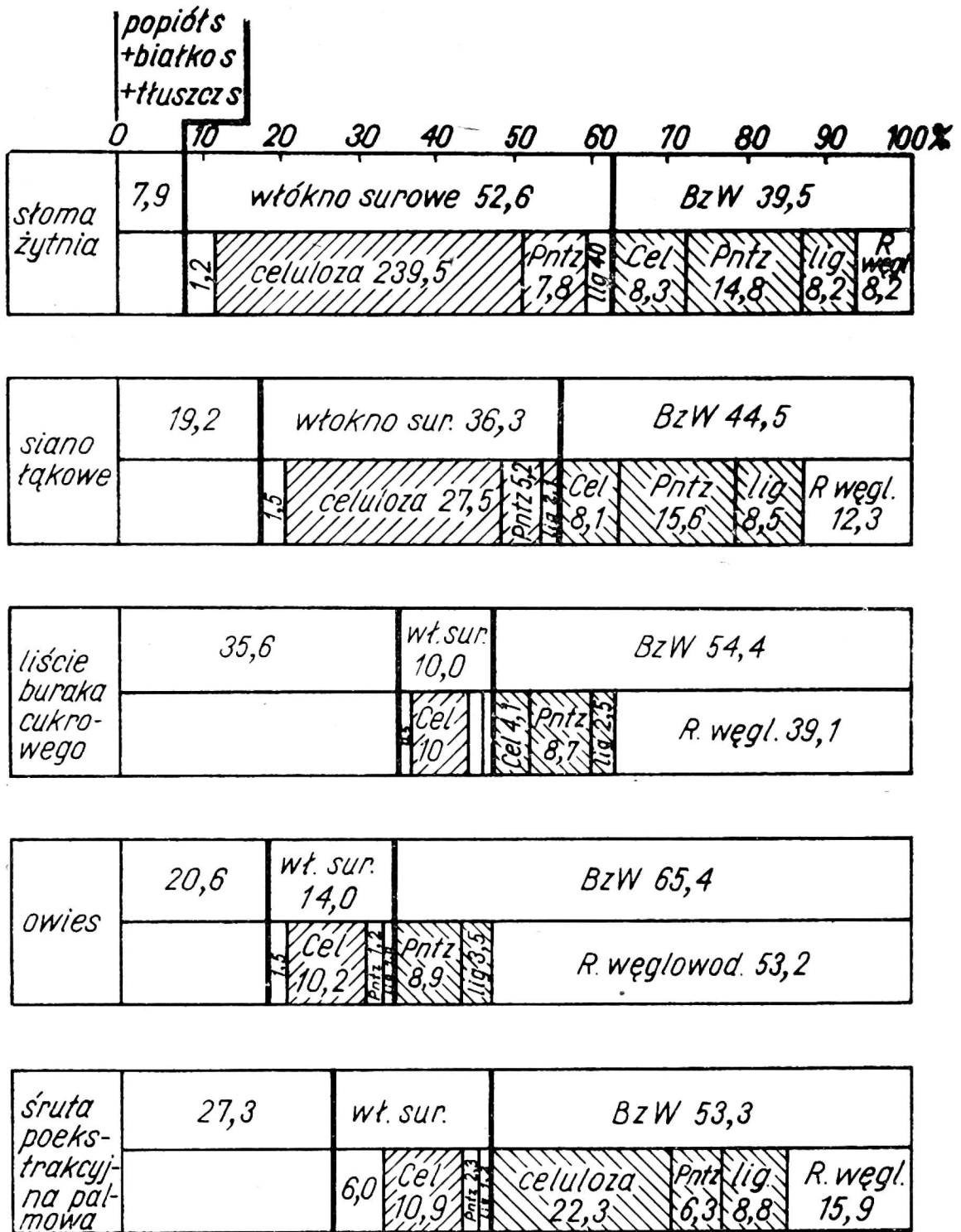
Niektóre inne metody analizy podstawowej pasz

Jak wspomniano, system analizy weendeńskiej poddawano krytyce, proponując wprowadzenie różnych modyfikacji [2, 3, 8, 9, 16—25].

Crampton i Maynard [2] zaproponowali by zamiast włókna surowego oznaczać celulozę i ligninę. Według Beckera i Moslenera (cyt. za Nehringiem) oznaczanie włókna surowego należałoby zastąpić oznaczeniem celulozy, ligniny i pentozanów, a zamiast obliczania związków bezazotowych wyciągowych dokonać obliczeń tzw. reszty węglowodanowej (Restkohlenhydrate).

Proponowane innowacje nie upowszechniły się ze względu na czasochłonność postępowania analitycznego, jak i pewne braki natury analitycznej.

wł. sur. — włókno surowe, tł. sur. — tłuszcz surowy



Rys. Podział substancji strukturalnych

BzW — związki bezazotowe wyciągowe, R. węgl. — reszta węglowodanowa, Pntz — pentozany, lig — lignina

Van Soest w serii swych prac [16—25] zaproponował system analizy pasz dostosowanych do przeprowadzonej przez siebie klasyfikacji składników pasz w zależności od stopnia ich dostępności (nutritional availability) dla zwierząt.

Wyróżnił on dwie główne frakcje składników w paszach pochodzenia roślinnego. Pierwsza to składniki łatworozpuszczalne i łatwostrawne po-

chodzące głównie z wewnętrznej części komórek, trawione przez enzymy przewodu pokarmowego wszystkich zwierząt. Druga frakcja to składniki nierozpuszczalne pochodzące ze ścianek komórek roślin, trawione częściowo przez mikroorganizmy znajdujące się w przewodzie pokarmowym zwierząt. Schemat analizy pasz według Van Soesta przedstawia tab. 4. Do rozdziału składników paszy według podawanego schematu

Tabela 4

Podział składników paszy w systemie analizy Van Soesta

Frakcja	Składniki	Strawność	
		przeżuwacze	nieprzeżuwacze
kategoria A			
Składniki wewnątrzkomórkowe, rozpuszczalne w detergencie w środowisku neutralnym	lipidy, cukry, kwasy organiczne i substancje rozpuszczalne w H ₂ O skrobia azot niebiałkowy białko rozpuszczalne pektyna	strawne	wysoce strawne
kategoria B			
Składniki ścianek komórek (włókno nierozpuszczalne w detergencie w środowisku neutralnym)			
Rozpuszczalne w detergencie w środowisku kwaśnym	hemicelulozy	częściowo strawne	bardzo niska strawność
Nierozpuszczalne w detergencie w środowisku kwaśnym (Włókno kwaśno-detergentowe ADF)	celuloza	„	„
	lignina zlignifikowane związki azotowe	niestrawne	niestrawne
	białko termiczne uszkodzone	niestrawne	niestrawne

autor zastosował roztwory detergentów o zróżnicowanym pH. Zaproponowana przez Van Soesta procedura pozwala na oddzielenie przez rozpuszczenie w detergentcie obojętnym związków łatwo rozpuszczalnych i łatwostrawnych (kategoria składników A) i na kolejne wydzielanie frakcji hemiceluloz, celulozy i ligniny z grupy składników B, przez działanie detergentem kwaśnym a następnie 72% H_2SO_4 .

Analizowanie pasz według systemu Van Soesta nastręcza pewne trudności związane z wpływem rodzaju i koncentracji detergenta na wyniki oznaczeń. Zaproponowany przez Van Soesta detergent CTAB (cetylotrójmetyloamoniowy bromek) jest preparatem importowanym dość trudnym do zdobycia.

Analizy przeprowadzone z zastosowaniem powszechnie używanych krajowych detergentów dały wyniki zróżnicowane odbiegające od wyników z zastosowaniem C.T.A.B [10, 26 Rymarz — dane nieopublikowane]. Byłoby wskazane by przemysł krajowy podjął produkcję określonego detergentu o stałym składzie chemicznym specjalnie przeznaczonego do analizy pasz.

Działanie zespołu d/s analityki pasz w ramach RWPG

Z początkiem lat siedemdziesiątych do rozwiązania ogólnego tematu 5.2. RWPG o nazwie: „Opracowanie biologicznych podstaw produkcji zwierzęcej”, powstał zespół roboczy do spraw analityki pasz, w skład którego wchodzi przedstawiciele wszystkich krajów zrzeszonych w RWPG. Nazwa zadania o symbolu 5.2.1, którym zajmuje się ten zespół brzmi: „Prace nad rozwojem metod analizy chemicznej pasz w celu stworzenia podstaw do ich kompleksowej oceny”.

Zespół ten w pewnym zakresie kontynuuje działalność międzynarodowej komisji powstałej pod koniec lat pięćdziesiątych w ramach porozumienia między Akademiemi Nauk Rolniczych krajów socjalistycznych zajmującej się problematyką dotyczącą „Metod badania jakości i energetycznego wartościowania pasz”. W komisji tej, działającej również w latach sześćdziesiątych, inicjatorem i koordynatorem wielu poczynąń w sprawach analityki pasz był Prof. dr J. Skulmowski. Prof. dr J. Skulmowski na sesjach komisji przedstawiał szereg prac i propozycji dotyczących ujednoczenia metod badania pasz [11—15]. Obecnie pracujący zespół korzysta z dokonań i doświadczeń działającej w latach sześćdziesiątych Komisji.

Założenia do działalności Zespołu

Instytut Żywnienia Zwierząt w Rostocku w ramach współpracy w zakresie tematu 5.2.1 RWPG wysunął propozycję opracowania nowego systemu analizy pasz w oparciu o następujące założenia:

1. W nowym schemacie analizy pasz podział składników na grupy analityczne powinien być w większym stopniu zgodny z właściwościami chemicznymi i właściwościami fizjologicznego działania składników niż w systemie analizy weendeńskiej. Szczególnie dotyczy to składników zawartych we frakcji włókna surowego i bezazotowych związków wyciągowych.

2. Składniki mające największy wpływ na wartość pasz powinny być oznaczane bezpośrednio a nie obliczane pośrednio.

3. Metody oznaczeń powinny być możliwie proste i dawać powtarzalne wyniki.

4. Rodzaj oznaczeń chemicznych powinien być tak dobrany by uzyskane wyniki dawały podstawę do obliczenia zawartości białka strawnego i energii netto wyrażonej w jednostkach wartości energetycznej systemu rostockiego (E_{Fr}, E_{Fs} i E_{Fh}).

5. Stosowane metody powinny uwzględniać możliwość automatyzacji prac analitycznych.

Propozycje metod analitycznych

Proponowany schemat analizy w zestawieniu z metodą weendeńską przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5

Schemat analizy podstawowej pasz

Podział na składniki					
Analiza weendeńska	białko surowe	popiół surowy	tłuszcz surowy	włókno surowe	beazotowe wyciągowe
Analiza rostocka	białko surowe	popiół surowy	tłuszcz surowy	węglowodany łatwo rozp. i hydroliz., lignina	trudno hydrolizujące węglowodany

Wysunięto propozycje przyjęcia następujących metod przy oznaczaniu poszczególnych składników paszy:

Białko ogólne — metoda Kjeldahla z modyfikacjami usprawniającymi i skracającymi czas oznaczania.

- Popiół surowy** — oznaczenie w sposób podobny jak w metodzie weendeńskiej.
- Tłuszcz surowy** — w uzupełnieniu stosowanej w analizie weendeńskiej metody oznaczenia tłuszczu surowego, proponuje się by w paszach pochodzenia zwierzęcego i mikrobiologicznego (np. mączki zwierzęce, kał, drożdże pastewne itp.) oznaczać tłuszcz całkowity stosując wstępną hydrolizę próby roztworem kwasu solnego.
- Lignina** — modyfikacja metody Van Soesta z zastosowaniem zunifikowanego, łatwo dostępnego, detergentu o odpowiednich właściwościach chemicznych.

Węglowodany łatwo rozpuszczalne i łatwo hydrolizujące:

Grupa ta obejmuje sumę cukrów (jedno, dwu i trójcukry) oraz skrobię. zaproponowano do przetestowania dwie metody:

1. **Metoda Clegga** [1], wg której drogą ekstrakcji roztworem alkoholu oddziela się cukry od skrobi, a następnie skrobię ekstrahuje się i hydrolizuje roztworem kwasu nadchlorowego. W końcowej fazie analizy obie frakcje węglowodanowe oznacza się osobno metodą kolorymetryczną z antronem jako odczynnikiem wywołującym reakcję barwną.
2. **Metoda enzymatyczna** wg której cukry i skrobię oznacza się łącznie jako sumę węglowodanów łatwo rozpuszczalnych i łatwo hydrolizujących. Po hydrolizie enzymatycznej, w końcowym stadium analizy oznacza się je kolorymetrycznie, stosując antron jako odczynnik dający reakcję barwną.

Dobór metody oznaczeń węglowodanów rozpuszczalnych okazał się nie tak łatwy jakby się wydawało, zważywszy, że ma być to metoda prosta i niezbyt czasochłonna, dostosowana zarówno do prób pasz i kału oraz umożliwiająca rozdział skrobi od cukrów występujących w badanym materiale. Wystąpiły pewne trudności przy analizie próbek kału, w którym węglowodany łatwo rozpuszczalne znajdują się w niewielkich ilościach w obecności związków utrudniających przeprowadzenie oznaczeń.

Instytut rostocki zaproponował przedstawiony schemat analizy pasz w oparciu o dość rozległe badania nad systemem wartościowania pasz.

Jednym z celów tych badań jest opracowanie metod pozwalających na określenie zawartości białka strawnego i energii netto na podstawie wyników chemicznej analizy pasz.

W tabeli 6 i 7 zamieszczono wycinkowe dane [5] dotyczące korelacji między zawartością składników w paszach, a energią netto tych pasz

Tabela 6

Zależność między względną zawartością składnika x a wartością energetyczną paszy w żywieniu bydła wyrażoną w EFr według Hoffmanna [5]

Pasze	x	r	$\pm S\%$
Trawa łąkowa	lignina	0,984	2,1
	włókno sur.	0,734	7,8
Lucerna	lignina	0,959	2,3
	włókno sur.	0,952	2,3

r — współczynnik korelacji

S — względny błąd stand. obliczenia wartości energ. paszy na podstawie zawartości składnika x

EFr — jednostka wartości energet. paszy w systemie rostockim.

Autor nie podał znaków przy współczynnikach r .

Tabela 7

Zależność między względną zawartością składników X_n a energią netto paszy w żywieniu bydła (NEFr) i świń (NEFs)

Współczynniki korelacji i błąd standardowy przy obliczeniu EFr i EFs na podstawie zawartości składników X_n w paszy według Hoffmanna [5]

Pasze	X_n	EFr		EFs	
		r^*	$\pm S\%$	r^*	$\pm S\%$
Zboże, strączkowe	białko surowe				
	węglowodany ł.r.h.	0,631	4,1	0,789	7,5
Zboże, strączkowe	węglowodany ł.r.h.				
	lignina	0,904	2,2	0,813	7,1
Zboże, strączkowe	węglowodany ł.r.h.				
	białko sur., lignina	0,936	2,1	0,913	5,7
Produkty zbożowe	białko surowe				
	węglowodany ł.r.h.	0,959	9,9	0,945	12,3
Produkty zbożowe	węglowodany ł.r.h.				
	lignina	0,949	10,9	0,942	12,7
Produkty zbożowe	węglowodany ł.r.h.				
	lignina, białko sur.	0,959	11,9	0,948	14,8
Zboże, strączkowe	węglowodany ł.r.h.				
Produkty zbożowe	białko sur., lignina	0,902	9,5	0,900	10,1

ł.r.h. — łatwo rozpuszczalne i łatwo hydrolizujące

r — współczynnik korelacji

S — względny błąd stand. obliczenia wartości energetycznej paszy na podstawie zawartości składników X_n .

określoną w jednostkach EFr lub EFs. Znaleziono wysoką korelację ujemną między zawartością ligniny a EFr w paszach zielonych (tab. 6).

Energia netto zboża i produktów zbożowych może być określana na podstawie znajomości zawartości dwu lub trzech składników takich jak węglowodany łatwohydrolizujące białko sur. i lignina (tab. 7). Dane z tabeli 6 i 7 mają charakter orientacyjny, prowadzone są w tym kierunku dalsze badania.

Dotychczasowy przebieg prac

Koordynatorem zadania 5.2.1. RWPG jest Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf — Rostock (dawny Instytut Żywienia im. Kellnera). Bezpośrednio koordynacją zajmuje się dr B. Hoffmann przy współudziale prof. Schiemanna jako koordynatora ogólnego tematu. Stronę polską reprezentuje przedstawiciel Instytutu Fizjologii i Żywienia Zwierząt w Jabłonie oraz przedstawiciel Instytutu Zootechniki z Krakowa.

Prace zespołu nad zmodyfikowaniem metod analizy pasz obejmują następujące zadania:

1. Ujednolicenie nomenklatury i pojęć związanych z analityką pasz.
2. Ujednolicenie metod pobierania prób.
3. Ocena i ewentualne wprowadzenie szybkich (automatycznych) metod oznaczania suchej masy.
4. Adaptacja lub opracowanie metody oznaczania węglowodanów rozpuszczalnych (cukry, skrobia).
5. Opracowanie metody oznaczania ligniny.
6. Modyfikacja i ujednolicenie metod oznaczania ekstraktu eterowego.
7. Ujednolicenie metod oznaczania mocznika w mieszankach.
9. Podjęcie badań nad azotem związanym z ligniną.
10. Udoskonalenie metody oznaczania białka w paszach.
11. Zorganizowanie i prowadzenie banku danych o paszach. (Do tego ostatniego celu wyodrębniono specjalny zespół).

W zakresie powyższej tematyki przedstawiciele poszczególnych krajów opracowują określone zadania.

Niektóre z zagadnień opracowują równolegle przedstawiciele z kilku krajów niezależnie od siebie. Rezultaty opracowań są przedstawiane i omawiane na corocznych zebraniach roboczych, stanowiąc materiał do opracowania norm RWPG. Poza tym prowadzone są testy ankietowe.

Co roku przeprowadza się 2—3 ankiety dotyczące badań składu chemicznego pasz oraz 2 ankiety dotyczące badań strawności *in vitro*. Na podstawie przebiegu dotychczasowych prac zespołu można sądzić, że w ciągu najbliższych kilku lat zostaną opracowane normy RWPG doty-

czące metod analizy podstawowej pasz, które zastąpią, bądź też uzupełnią system analizy weendeńskiej. W dalszym etapie prace zespołu będą obejmowały coraz bardziej specjalistyczne zagadnienia z zakresu analityki i oceny jakości pasz.

Podsumowanie i wnioski

1. Weendeńska metoda analizy pasz licząca ponad sto lat w niektórych swoich aspektach nie odpowiada dzisiejszemu stanowi wiedzy. Szczególne zastrzeżenia budzi rozdział frakcji włókna surowego od frakcji związków bezazotowych wyciągowych.

2. Istnieje potrzeba opracowania nowego systemu analizy podstawowej pasz w którym podział składników na grupy byłby w większym stopniu zgodny z właściwościami chemicznymi i fizjologiczną charakterystyką tych składników, niż w schemacie metody weendeńskiej. Stworzy to lepsze podstawy do kompleksowej oceny jakości pasz.

3. Od kilku lat prowadzone są przez międzynarodowy Zespół d/s analityki pasz w ramach RWPG, prace nad dalszym rozwojem analizy pasz. Można sądzić, że w ciągu kilku najbliższych lat zostaną opracowane nowe normy dotyczące oznaczeń podstawowych składników w paszach według znowelizowanego schematu analizy podstawowej. W następnej fazie prace zespołu mają koncentrować się na bardziej specjalistycznych zagadnieniach dotyczących analityki i oceny jakości pasz.

LITERATURA

1. Clegg K. M.: The application of the antrone reagent to the estimation of starch in cereals. *J. Sci. Food. Agric* 7, 41, 1956.
2. Crampton E. W., Maynard L. A.: The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. *J. Nutr.* 15, 383—395, 1938.
3. Fingerling G.: Über die Zuverlässigkeit des Futtermittelanalyse. Vortrag auf der Jahreshauptversammlung des Verbandes Dtsch. Landwirtsch. Versuchsstat. Würzburg 1935.
4. Hoffmann B., Nehring K., Bast L.: Untersuchungen zur Weiterentwicklung der Futtermittelanalyse. 2 Mitteilung: Die Bestimmung der Kohlenhydrate in den Futtermitteln. *Arch. Tierernähr.* 19, 9, 651—670, 1969.
5. Hoffmann B.: Zur Anwendung der neuen Methoden der Futtermitteluntersuchung und Vorschläge zur Umgestaltung der Futtermittelanalyse. Vortrag zur Spezialisten Konsultation zum Unterthema 5.2. Rostock 1974.
6. Kowalczyk J., Jaczewska A.: Die Anwendung der Weender und der Rostocker Methode der Futtermittelanalyse zur Bestimmung der Verdaulichkeit

- der Kohlenhydrate bei Wiederkäuern Tag.-Ber., Akad Landwirtsch — Wiss. D.D.R, Berlin, 133, 143—146, 1975.
7. Nehring K., Laube W.: Untersuchungen über die Zusammensetzung der pflanzlichen Gerüstsubstanz in Grün und Rauhfutterstoffen und ihren Einfluss auf die Verdaulichkeit dieser Futterstoffe. Arch. Tierernähr. 5, 4, 177—215, 1955.
 8. Nehring K.: Zur Problematik der Futtermitteluntersuchung Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkde. 21, 1, 66—82, 1966.
 9. Nehring K., Hoffmann B.: Untersuchungen zur Weiterentwicklung der Futtermittelanalyse. 1 Mitteilung: Die Problematik der Futtermitteluntersuchung. Arch. Tierernähr. 19, 7/8, 561—570, 1969.
 10. Skulmowski J., Wierciński J.: Oznaczenia substancji strukturalnych w paszach. Roczn. Nauk rol. Ser. B t 94 z. 2, 123—134, 1972.
 11. Skulmowski J.: Zur Vereinheitlichung der Futtermittelanalyse. Sitzungsber. Dte. Akad. Land., Berlin, B. VIII, 11, 44—55, 1959.
 12. Skulmowski J.: Zur Vereinheitlichung der Futtermittelanalyse Sitzungsber. Dte. Land., Berlin B. XI, 1, 7—8, 1962.
 13. Skulmowski J.: Zur Vereinheitlichung der Futtermittelanalyse Sitzungsber. Dte. Akad. Land., Berlin B. XII, 11, 7—17, 1963.
 14. Skulmowski J.: Zur Vereinheitlichung der Futtermittelanalyse Sitzungsber. Dte. Akad., Land., Berlin, B. XIV, 10, 51, 72, 1965.
 15. Skulmowski J.: Zur Vereinheitlichung der Futtermittelanalyse Sitzungsber. Dte. Akad., Land., Berlin, B. XV, 21, 105—116, 1966.
 16. Van Soest P. J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. J. Assn. Official Agr. Chem. 46, 825—829, 1963.
 17. Van Soest P. J.: The use detergents in the analysis of fibrous feeds: II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Assn. Official Agr. Chem. 46, 829—835, 1963.
 18. Van Soest P. J.: Symposium on nutrition and forage and pastures: New chemical procedures for evaluating forages. J. Animal Sci. 23, 838—845, 1964.
 19. Van Soest P. J.: Comparison of two different equations for the prediction of digestibility from cell contents, cell wall constituents, and the lignin content of acid-detergent fiber. J. Dairy Sci. 48, 815—822, 1965.
 20. Van Soest P. J.: Symposium on factors influencing the voluntary intake of chemical composition and digestibility. J. Animal Sci. 24, 834—843, 1965.
 21. Van Soest P. J.: Use of detergents in analysis of fibrous feeds. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. J. Assn. Official Agr. Chem. 48, 785—790, 1965.
 22. Van Soest P. J.: Forage intake in relation to chemical composition and digestibility: Some new concepts. Proc. South Past. Forage Improvement Conf., Blacksburg, Va, 1966.
 23. Van Soest P. J.: Nonnutritive residues: A system of analysis for the replacement of crude fiber. J. Assn. Official Anal. Chem. 49, 546—551, 1966.

24. V a n n S o e s t P. J., R. H. W i n e: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell-wall constituents. *J. Assn. Official Anal. Chem.* 50, 50—55, 1967.
25. V a n S o e s t P. J.: Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Animal Sci.* 26, 1, 119—128, 1967.
26. W a l i c k a R.: Zastosowanie krajowych detergentów w metodzie Van Soesta oznaczania włókna i ligniny. *Rocz. Nauk rol. Ser. B t. 94 z. 1*, 139—147, 1972.