

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XIV, 13

SECTIO DD

1959

Z Zakładu Chemii Fizjologicznej Wydziału Weterynaryjnego WSR w Lublinie
Kierownik: prof. dr Józef Skulmowski

Józef SKULMOWSKI, Lucjan KIELISZ

**Porównanie metody konwencjonalnej z metodami wskaźnikowymi
przy oznaczaniu współczynników strawności u przeżuwaczy**

**Сравнение конвенционального метода с индикаторными методами
при определении коэффициентов переваримости у животных.**

**Comparative Studies on the Conventional and Index Methods Used
for the Determination of Digestibility Coefficients in Ruminants**

Metoda indykatorowa oznaczania współczynników strawności u zwierząt, którą referowaliśmy w poprzednich pracach (21, 17), znajduje coraz więcej zrozumienia u polskich badaczy, zajmujących się fizjologią żywienia. Wyraża się to stosowaniem jej w badaniach nad strawnością głównie trzody chlewnej (3, 11), a także zwierząt laboratoryjnych (8). Duże techniczne uproszczenie metodyki oznaczania strawności, a zwłaszcza unikanie kłopotliwych zabiegów ilościowego zbierania kału, połączonych z przetrzymywaniem zwierząt doświadczalnych w anormalnych warunkach i używaniem specjalnej aparatury do ilościowego zbierania odchodów co wpływa na strawność, skłania do wypróbowania i stosowania metody indykatorowej też na przeżuwaczach.

Zastosowanie metody indykatorowej zamiast żmudnej konwencjonalnej w badaniach strawności u przeżuwaczy nie jest jednak pierwszą próbą. Metoda ta była opisywana i stosowana przez wielu badaczy skandynawskich (6, 12) i amerykańskich; ci ostatni używają metody indykatorowej szczególnie w doświadczeniach pastwiskowych. Jeśli zważyć korzyści, które daje metoda wskaźnikowa przy oznaczeniach strawności przede wszystkim w oszczędności czasu i prac laboratoryjnych, to z drugiej strony stale podnoszone są obawy, czy metoda indykatorowa z Cr_2O_3 jest należyście czuła, zwłaszcza, jeśli chodzi o pobieranie dorywcze próbek kału, w których wskaźnik uczestniczy w różnych koncentracjach, zależ-

nie od pory aplikowania go, porcji dziennych wskaźnika, jakości dawki pokarmowej i innych.

Smith i Reid (20), Hardison i in. (9, 10) oraz Brisson i in. (2), podając indykator przeważnie w pigułkach żelatynowych 1 lub 2 razy dziennie, stwierdzili w ciągu 24 godz. w dorywczo pobieranych próbkach kału przeżuwaczy nierównomierne wydzielanie się Cr_2O_3 . Zmiana koncentracji wskaźnika w dowolnie pobieranych próbkach kału wykazuje jeden lub dwa szczyty wydalania Cr_2O_3 w ciągu doby (13). Według Hardisona (9) pomimo dwu skrajnych wartości indykatora w kale w ciągu doby, średnie dzienne wartości Cr_2O_3 uzyskiwane podczas dwu pobrań próbek kału, rano i po południu, dają w ostatecznym wyniku 99,98% wskaźnika.

Próbki pobierane stale o jednej porze w ciągu 7 dni dały godne zaufania średnie próby. Podobne wyniki uzyskuje Kane i in. (14), zbierając próbki kału 4 razy dziennie, pomimo różnic w sposobie podawania Cr_2O_3 , a także Putnam i in. (19), proponując zbieranie próbek kału w odstępach 12 godz. przez 7 dni. Tak postępując uzyskują oni współczynniki strawności nieco niższe niż uzyskane metodą konwencjonalną.

Częstość podawania próbek Cr_2O_3 w dawce dziennej niewątpliwie wpływa na równomierne rozmieszczenie się wskaźnika w kale. Wskazuje na to Brisson i in. (2), kiedy dawkuje wskaźnik 6 razy w ciągu doby. Postępowanie takie niweluje prawie całkowicie różnice w zawartości Cr_2O_3 w dowolnie pobieranych próbkach kału w ciągu doby. Autorzy wskazują jednak na niepraktyczność takiego dawkowania.

Problem występowania różnej koncentracji Cr_2O_3 w kale starają się autorzy różnie wytłumaczyć. Kane i in. (14) przypuszczają, że różne wydalanie wskaźnika jest wynikiem naturalnego występowania zmienności w ekskrecji tlenku chromu, Bloom i in. (1) natomiast odnoszą dzienne różnice do periodyczności fizjologicznych procesów, zależnych od wysokości adsorpcji składników odżywczych, skutkiem czego zmienia się koncentracja Cr_2O_3 . Struktura i skład dawki pokarmowej, wg Kinga i Morre'a (16), wpływa znacznie na nieregularne wydalanie Cr_2O_3 , bowiem wskaźnik zostaje zatrzymany na włóknie paszy i wraz z nim wydalaný w kale. Nie jest to zgodne z wynikami Davisa i in. (5), którzy stwierdzili, że ekskrecja Cr_2O_3 nie była połączona z ekskrecją surowego włókna.

Istnieje ogólne przekonanie, że metoda indykatorowa, pomimo różnic w zawartości tlenku chromu w próbkach kału dowolnie pobieranych w ciągu doby, jest metodą przydatną i użyteczną. Należy jedynie dbać o pobieranie najbardziej reprezentatywnej próbki dobowej kału.

Dokonać tego można przez częste pobieranie małych próbek, z których uzyskuje się należyłą próbkę średnią (Elam i in. 7). Na uzyska-

nie reprezentatywnej próbki nie ma wpływu sposób podawania wskaźnika, a więc czy wskaźnik będzie podawany w formie pigułki żelatynowej, papieru preparowanego z tlenkiem chromu czy sproszkowanego Cr_2O_3 (4), chociaż istnieją badania mające na celu przygotowanie takich pigułek, które rozpuszczają się stopniowo w ciągu 96 godz., aby wydzielanie się wskaźnika w kale było równomierne (18). Elam i in. (7) podają Cr_2O_3 mieszając go dokładnie z dawką paszy i zbierają kał przez 48 godz., co 3 godziny. Znajdują oni również różnice w ilości wydalanego wskaźnika w próbkach kału zbieranych w różnych porach dnia, a różnice te przypisują składowi dawki pokarmowej. Putnam i in. (19) w badaniach swych nie stwierdzają jednak wpływu samego składu dawki pokarmowej na wydalanie wskaźnika.

W doświadczeniu naszym chodzi o porównanie oznaczania współczynników strawności metodą konwencjonalną i metodą indykatorową, w czasie stosowania Cr_2O_3 jako wskaźnika sztucznie wprowadzonego do organizmu, a także przy użyciu naturalnie zawartej w dawce pokarmowej krzemionki SiO_2 .

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono na dwu jałówkach o wadze żywej około 300 kg. Zwierzęta dostawały dziennie po 6 kg siana z koniczyny pociętej na sieczkę w trzech porcjach po 2 kg rano, w południe i wieczór. Nie zjedzone w ciągu doby siano z koniczyny odejmowano od dziennej dawki karmy. Okres wstępny trwał 23 dni (15), po czym następował 10 dni trwający okres doświadczalny, w czasie którego zbierano kał od każdej jałówki osobno. W ciągu okresu wstępnego i 10-dniowego okresu doświadczalnego podawano jednorazowo każdej jałowce, w czasie rannego karmienia sieczkę z koniczyny, po 50 g makaronu, który zawierał 8,1207 gramów Cr_2O_3 (17). Dla oznaczenia współczynników strawności metodą

Tab. 1. Ogólny skład chemiczny siana z koniczyny, niewyjadków i kałów (w^{0/0})

		Sucha masa	Subst. organ.	Białko ogólne	Ekstr. eter.	Włó- kno	Bezaz. wyciąg	Popiół	SiO_2	Cr_2O_3
Siano z koniczyny		81,387	73,024	12,682	1,831	29,280	29,231	8,363	1,3776	—
Niewyjadki	I	76,608	62,879	16,441	1,546	17,094	27,798	13,729	5,968	—
	II	74,601	66,466	11,945	1,633	24,464	28,424	8,135	2,177	—
Kał	I	15,449	13,526	2,245	0,181	5,914	5,184	1,925	0,493	0,06107
	II	15,314	14,126	2,346	0,196	5,707	5,877	1,188	0,513	0,08032

Tabela 2

		Sucha masa	Subst. organ.	Białko ogólne	Ekstr. eter.	Włókno	Bezazot wyciąg.	SiO ₂	Cr ₂ O ₃
J a ł ó w k a I									
6 kg koniczyny zawie- rało g		4883,22	4381,44	760,92	109,86	1756,80	1753,86	82,656	
0,351 kg niewyjadków zawierało g		268,89	220,70	57,71	5,43	60,00	97,57	20,947	
zjedzono na dobę g		4614,33	4160,74	703,21	104,43	1696,80	1656,29	61,709	8,1207
12,873 kg kału zawierało g		1988,75	1741,20	289,00	23,30	761,31	667,34		
Strawiono g		2625,58	2419,54	414,21	81,13	935,49	988,95		
Strawiono w %		56,90	58,15	58,90	77,69	55,13	59,71		
Na 1 g SiO ₂ było	w paszy g	74,78	67,43	11,40	1,69	27,50	26,84	1,00	
	w kale g	31,34	27,44	4,55	0,37	12,00	10,52	1,00	
	strawione g	43,44	39,99	6,85	1,32	15,50	16,32		
Strawione w %		58,09	59,31	60,09	78,10	56,36	60,80		
Na 1 g Cr ₂ O ₃ było	w paszy g	568,22	512,36	86,59	12,86	208,95	203,96		1,00
	w kale g	252,97	221,48	36,76	2,96	96,84	84,96		1,00
	strawione g	315,25	290,88	49,83	9,90	112,11	119,07		
Strawione w %		55,48	56,77	57,55	76,90	53,65	58,38		
J a ł ó w k a II									
6 kg koniczyny zawie- rało g		4883,22	4381,44	760,92	109,86	1756,80	1753,86	82,656	
1,519 kg niewyjadków zawierało g		1133,19	1009,62	181,44	24,81	371,61	431,76	33,069	
zjedzono na dobę g		3750,03	3371,82	579,48	85,05	1385,19	1322,10	49,587	8,1207
9,9297 kg kału zawierało g		1520,63	1402,67	232,95	19,46	566,69	583,57		
Strawiono g		2229,40	1969,15	346,53	65,59	818,50	738,53		
Strawiono w %		59,45	58,40	59,80	77,52	59,09	55,86		
Na 1 g SiO ₂ było	w paszy g	75,63	68,00	11,69	1,72	27,93	26,66	1,00	
	w kale g	29,85	27,54	4,57	0,38	11,12	11,46	1,00	
	strawione g	45,78	40,46	7,12	1,34	16,81	15,20		
Strawione w %		60,53	59,50	60,90	77,91	60,19	57,01		
Na 1 g Cr ₂ O ₃ było	w paszy g	461,79	415,21	71,36	10,47	170,58	162,81		1,00
	w kale g	190,66	175,87	29,21	2,44	71,05	73,17		1,00
	strawione g	271,14	239,34	42,15	8,03	99,53	89,64		
Strawione w %		58,71	57,64	59,07	76,70	58,34	55,06		

konwencjonalną zbierano do specjalnych naczyń szczelnie zamykanych całkowitą ilość kału wydalaną w ciągu doby. Dla obu metod wskaźnikowych pobierano kał z każdego wykalenia, a zebrane próbki po zważeniu uwzględniano w dobowo zbieranej ilości kału dla metody konwencjonalnej. Całkowitą dobową ilość kału i pobierane próbki z każdego wykalenia dokładnie mieszano, odważano 10% porcje i po wysuszeniu analizowano. Tymi samymi metodami analizowano siano stosowane w doświadczeniu i nie zjedzone resztki. Wyniki podaje tab. 1.

DYSKUSJA I WYNIKI

Uzyskane w doświadczeniu wszystkimi trzema metodami wartości współczynników strawności, zestawione w tab. 2, wskazują, że przez częste zbieranie małych próbek kału w ciągu doby uzyskuje się dobrą średnią próbę kału. Na podstawie wartości analitycznych uzyskanych z tak zebranej średniej próby otrzymać można współczynniki w zasadzie równoważne dla wszystkich trzech metod. Porównanie bowiem współczynników strawności określonych trzema metodami dla poszczególnych zwierząt wskazuje, że różnice między metodami nie są istotne i nieznacznie tylko przewyższają 1%. Metoda konwencjonalna polegająca na całodziennym zbieraniu kału, daje wyniki pośrednie, nieco wyższe niż wykazuje metoda oparta na indykatorze Cr_2O_3 , zaś metoda krzemionkowa daje wartości najwyższe. Odnosi się to do wszystkich składników zawartych w sianie z koniczyny.

Zaznaczają się jedynie pewne indywidualne różnice między obu zwierzętami dla wszystkich trzech metod, szczególnie wyraźne dla włókna surowego i substancji bezazotowych wyciągowych.

Tab. 3. Średnie współczynniki strawności trzech metod stosowanych w doświadczeniu (w %).

Metoda	Sucha masa	Subst. organ.	Białko ogólne	Ekstr. eter.	Włókno	Bezazot. wyciąg
konwencjonalna	58,18	58,28	59,35	77,60	57,11	57,79
SiO_2	59,31	59,40	60,49	78,00	58,28	58,90
Cr_2O_2	57,09	57,20	58,31	76,80	56,00	56,72

Wartości średnie współczynników strawności wyprowadzone dla wszystkich trzech metod również nie wykazują znaczniejszych różnic (tab. 3). Różnice między metodą konwencjonalną a krzemionkową nie przekraczają 1,17% na korzyść metody krzemionkowej, zaś między konwencjonalną a chromową 1,11% na korzyść metody konwencjonalnej.

Nieco znaczniejsze różnice występują między obu metodami wskaźnikowymi. Metoda oparta na krzemionce daje wyższe współczynniki strawności o średnio 2,20% niż metoda z Cr_2O_3 . Wynika to prawdopodobnie z większej zawartości SiO_2 w dawce pokarmowej, co pozwala na uzyskanie wyższych, a tym samym dokładniejszych danych analitycznych przy określaniu krzemionki. Nie znaczy to jednak, aby metoda krzemionkowa była metodą precyzyjniejszą i bardziej korzystną niż metoda z Cr_2O_3 . Szczególnie przy żywieniu paszami zielonymi i kiszonkami oraz w doświadczeniach pastwiskowych, gdzie zachodzi niebezpieczeństwo domieszkania do karmy grudek ziemi, metoda krzemionkowa może dawać zbyt różne i niemiarodajne wyniki. Przy karmieniu oborowym paszą czystą, dobrze zebraną i nie zanieczyszczoną, metoda krzemionkowa daje wyniki dobre i godne zaufania. W większości przypadków jednak, dodatek do karmy wskaźnika takiego, jak Cr_2O_3 , który nie ulega wchłanianiu w przewodzie pokarmowym i jest łatwy do wykrycia metodami analitycznymi jest korzystny i całkowicie przydatny.

W wyniku przeprowadzonego doświadczenia stwierdzić należy, że: 1) wskaźnikowa metoda z użyciem Cr_2O_3 , a niekiedy też z SiO_2 nadaje się do oznaczania współczynników strawności u przeżuwaczy,

2) uzyskane wyniki bardzo nieznacznie odbiegają od wyników otrzymanych metodą konwencjonalną;

3) Zgodnie z opinią badaczy obcych dla uzyskania należyte reprezentatywnych próbek kału należy pobierać często (możliwie z każdego wydalenia) w ciągu 24 godz. niewielkie porcje kału, które po dokładnym wymieszaniu należy użyć do analiz.

Część techniczna niniejszej pracy wykonana została w Instytucie Zootechniki, Oddziale Paszoznawstwa w Puławach.

PISMIENNICTWO

1. Bloom S. i in.: Effects of Various Hay: Concentrate Rations on Nutrient Utilization and Production Responses of Dairy Cows. II Observations on Ration Oxide. J. Dairy Sci., 40 (240), 1957.
2. Brisson G. J., Pigden W. J., Sylvestre P. E.: Effects of Frequency of Administration of Chromic Oxide on its Faecal Excretion Pattern by Grazing Cattle. Canad. J. Animal Sci., 37 (90), 1957.
3. Chomyszyn M. i in.: Kiszonka z kolb kukurydzianych w żywieniu tuczników bekonowych. RNR, t. 74, seria B, z. 1, 1959.
4. Corbett J. L., Greenhalgh J. F. D., Mac Donald A. P.: Paper as Carrier of Chromium Sesquioxide. Nature (London), 182 (1014), 1958.
5. Davis C. L., Byers J. H., Lubert L. E.: An Evaluation of the Chromic Oxide Method for Determining Digestibility. J. Dairy Sci., 41 (152), 1958.

6. Edin H., Kihlen G., Nordfeldt S.: A Summarized Description of „Edins Indicator Method” for the Determination of the Digestibility of Feeds and Feed Mixtures. *Lantbrukshögskolans Ann.*, 12 (166), 1944.
7. Elam C. J., Putnam P. A., Davis R. E.: Faecal Excretion Pattern of Chromic Oxide Administered to Herford Heifers in a Completely Pelleted Ration. *J. Anim. Sci.*, 18 (718), 1959.
8. Grekowicz M., Bartnik J.: Zastosowanie tzw. metody wskaźnikowej do oznaczeń strawności. *Roczn. P.Z.H.*, 1, 15, 1954.
9. Hardison W. A., Reid J. T.: Use of Indicators in the Measurement of the Dry Matter Intake of Grazing Animals. *J. Nutrition*, 51 (35), 1953.
10. Hardison W. A. i in.: Faecal Chromic Oxide Concentration in 12 Dairy Cows as Related to Time and Frequency of Administration and to Feeding Schedule. *J. Nutrition*, 58 (11), 1956.
11. Horszczaruk Fr.: Wpływ zróżnicowanego poziomu włókna surowego w dawkach na procesy trawienia u świń. (Rozpr. doktorska nieopublikowana), *Kat. Żyw. Zwierząt S.G.G.W.*, Warszawa 1960.
12. Jarl F.: Smältbarhetsförsök med nötkreatur I. *Lantbrukshögskolans Meddelande*, nr 20, 1946.
13. Kameoka K., Takahashi S., Morimoto H.: Variation in the Excretion of Chromic Oxide by Ruminants. *J. Dairy Sci.*, 39 (462), 1956.
14. Kane E. A., Jacobson W. C., Moore L. A.: Diurnal Variation in the Excretion of Chromium Oxide and Lignin. *J. Nutrition*, 47 (263), 1952.
15. Kielisz L., Skulmowski J.: Wpływ długotrwałego stosowania dawki pokarmowej na zdolność wykorzystania paszy u przeżuwaczy. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska. sectio DD*, vol. X, 2 (1955), Lublin 1956.
16. King K. W., Moore W. E. C.: Density and Size as Factors Affecting Passage Rate of Ingesta in the Bovine and Human Digestive Tracts. *J. Dairy Sci.*, 40 (528), 1957.
17. Krupka J., Pliszczynski Z., Skulmowski J.: Przydatność i zastosowanie metody wskaźnikowej przy oznaczaniu współczynników strawności dla trzody chlewnej (współczynniki strawności pasty rybiej i mączki grybowej). *RNR*, t. 69, seria B, z. 2, 1955.
18. Pigden W. J., Brisson G. J.: Note on a Chromium Oxide Pellet to Provide Uniform Release of this Indicator in the Rumen of Cattle. *Canad. J. Animal Sci.*, 37 (185), 1957.
19. Putnam P. A., Loosli J. K., Warner R. G.: Excretion of Chromium Oxide by Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 41 (1723), 1958.
20. Smith A. M., Reid J. T.: Use of Chromic Oxide as an Indicator of Faecal Output for the Purpose of Determining the Intake of Pasture Herbage by Grazing Cows. *J. Dairy Sci.*, 38 (515), 1955.
21. Skulmowski J., Szymański A., Wyszyński T.: O praktycznym zastosowaniu tzw. wskaźnikowej metody oznaczania strawności pasz. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E*, vol. IV, 3 (1949), Lublin 1950.

РЕЗЮМЕ

Проведено сравнение индикаторных методов при использовании Cr_2O_3 и SiO_2 с конвекциональным методом при определении коэффициентов переваримости клеверного сена у жвачных.

В результате опыта установлено, что:

- 1) индикаторный метод с использованием Cr_2O_3 , а иногда также с SiO_2 пригоден для определения коэффициентов переваримости у жвачных,
- 2) достигнутые результаты весьма незначительно отличаются от результатов, полученных конвенциональным методом,
- 3) для получения вполне репрезентативных образцов кала, согласно с мнением зарубежных исследователей, следует брать часто, возможно с каждой дефекации, в течение 24 часов небольшие порции кала, которые после аккуратного смешения следует использовать для анализов.

SUMMARY

The authors compared the index methods involving the use of Cr_2O_3 and SiO_2 with the conventional method used for the determination of the digestibility coefficients of clover hay in ruminants.

The following conclusions were reached:

1. The index method with the use of Cr_2O_3 , or sometimes SiO_2 , can be used for the determination of digestibility coefficients in ruminants.
2. The results thus obtained differ very little from those obtained by the conventional method.
3. To obtain representative faeces samples (as has been stated by foreign authors) small quantities of faeces should be collected frequently, from every defecation if possible, in the course of 24 hours, and then mixed together carefully and analysed.