Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 43 (1952)

Heft: 4

Artikel: Die Chromoxyd-Indikator-Methode zur Verdaulichkeitsbestimmung

Autor: Schürch, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982654

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Chromoxyd-Indikator-Methode zur Verdaulichkeitsbestimmung

Von *A. Schürch*

(Macdonald College, McGill University, Montreal, Canada)

Unter der Verdaulichkeit eines Nährstoffes versteht man im allgemeinen die Differenz zwischen dessen Einnahme in der Nahrung und dessen Ausscheidung im Kot. Hierbei ergibt sich die Menge des eingenommenen Nährstoffes aus der gesamten Nahrungseinnahme und dem Nährstoffgehalt der Nahrung; die Menge des ausgeschiedenen Nährstoffes wird aus der gesamten während der Versuchsdauer abgegebenen Kotmenge und dem darin ermittelten Nährstoffanteil berechnet.

In vielen Fällen ist die quantitative Ermittlung von Futterverzehr und Kotabgabe schwierig oder unerwünscht. Dies trifft beispielsweise für Laboratorien zu, in welchen keine speziellen Einrichtungen für die Durchführung von Verdauungsversuchen zur Verfügung stehen, oder für Versuche, in welchen ad libitum gefüttert werden soll. Auch in Verdauungsversuchen am Menschen wird mit Vorteil das quantitative Sammeln der Exkremente vermieden.

Die Verwendung von sogenannten Indikatoren ermöglicht die Durchführung von Verdauungsversuchen, ohne die Feststellung der gesamten Nahrungseinnahme und Kotauscheidung zu erfordern. Unter Indikatoren für die Verdaulichkeitsbestimmung versteht man von Natur aus in der Nahrung vorkommende oder zur Nahrung zugesetzte unschädliche Stoffe, welche vollkommen unverdaulich sind und deren Konzentration sowohl in der Nahrung als auch im Kot leicht bestimmbar ist. Solche Stoffe sind Kieselsäure [1)2)3)4)], Lignin [5)6)7)], Farbstoffe [8)9)], Eisenoxyd (Fe_2O_3) [10)11)12)13)14)] und Chromoxyd (Cr_2O_3) [15–28)]. Da die zur Verwendung gelangenden Indikatoren unverdaulich sind, während die Nährstoffe teilweise verdaut werden, erfolgt eine Verschiebung der Konzentrationsverhältnisse im Sinne einer Anreicherung des Indikators, woraus sich die Verdauungskoeffizienten für die verschiedenen Nährstoffe unter Verwendung der nachstehenden Formel berechnen lassen:

$$\text{Verdauungskoeffizient} = 100 \left(\frac{a-b}{a}\right)$$

wobei

a = Gewichtsteile Nährstoff (z. B. Trockensubstanz, Protein etc.) per Gewichtseinheit Indikator in der Nahrung,

b = Gewichtsteile Nährstoff per Gewichtseinheit Indikator im Kot.

Infolge chemischer Umsetzungen und Absorption im Verdauungstrakt oder wegen analytischen Schwierigkeiten haben sich die meisten erwähnten Indikatoren, ausser dem Chromoxyd, bisher nicht durchgesetzt.

Die Chromoxydmethode zur Verdaulichkeitsbestimmung ist erstmalig von *H. Edin* (1918) [15][16]) in Vorschlag gebracht worden. Sie ist dann mehr oder weniger erfolgreich am Schaf, Rind, Pferd, Schwein und Menschen angewandt worden [17–23]). Neuerdings wurde am Macdonald College eine ausgedehnte Versuchsreihe über die analytische Bestimmung und die Anwendbarkeit des Chromoxyds zur Verdaulichkeitsmessung bei verschiedenen Tierarten durchgeführt, über deren Ergebnisse nachfolgend berichtet sei.

Die Bestimmung des Chromoxyds in Futter und Kot

Nach Prüfung der Methoden zur Chromoxydbestimmung von *Edin* [16]), *Paloheimo* [24]) und *Barnicoat* [19]) wurde von *Schürch, Lloyd* und *Crampton* [25]) die folgende vereinfachte Methode vorgeschlagen:

1—2 g Futter oder Kot mit einem Gehalt von 20—50 mg Cr_2O_3 werden in einem 50—75 ml Eisen- oder Nickeltiegel bei zirka 600° C verascht.

Nach Erkalten wird zirka 1 g Na_2O_2 durch vorsichtiges Drehen des Tiegels mit der Asche vermischt und über schwacher Flamme geschmolzen. Die Schmelze wird weitere 5 Minuten unter gelegentlichem Drehen erhitzt.

Der erkaltete Tiegel mit der Schmelze wird nun in ein 500 ml Becherglas gestellt (zur Vermeidung von Spritzverlusten) und mit kaltem destilliertem Wasser aufgefüllt. Nach einigen Minuten wird der Inhalt des Tiegels in das Becherglas übergeführt und mit heissem destilliertem Wasser nachgewaschen, bis die ganze Schmelze in Lösung gegangen ist und das Becherglas 250—300 ml Lösung enthält.

Nach zirka 30 Minuten wird die Lösung filtriert *) und das Filter mit etwas warmem destilliertem Wasser gewaschen. Das Filtrat wird in einen 500 ml Messkolben übergeführt und mit destilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt.

In einem photoelektrischen Kolorimeter wird nun die Lichttransmission unter Verwendung eines 420—440 mμ Filters gemessen und die Chromoxydkonzentration von einer unter gleichen Bedingungen bestimmten Kalibrationskurve abgelesen.

Es zeigt sich, dass in diesem Falle das *Beer-Lambert*'sche Gesetz nicht anwendbar ist; die Extinktionswerte führten nicht zu einer geradlinigen Beziehung. Hingegen wurde eine lineare Beziehung zwischen der Chromoxydkonzentration und dem reziproken Transmissionswert $\left(\frac{1}{\%\ \text{Lichttransmission}}\right)$ festgestellt.

---

*) Wenn Eisentiegel verwendet werden, bildet sich ein kolloidaler roter Eisenoxydniederschlag, der meist im Filter zurückgehalten wird. Sollte das Eisenoxyd das Filter passieren, so lässt sich durch die Zugabe von einigen Tropfen HCl eine Vergrösserung der kolloidalen Teilchen erreichen.

Vergleich der Chromoxyd-Indikator-Methode mit der konventionellen Verdaulichkeitsbestimmung

Vergleichende Versuche mit Ratten, Menschen, Schafen und Schweinen, in welchen die Chromoxyd-Indikator-Methode der konventionellen Methode (Sammlung der gesamten Kotausscheidung) gegenübergestellt wurde, führten zu den nachfolgend zusammengefassten Ergebnissen.

1. Rattenversuch [25])

Tiere: 10 ausgewachsene Albino-Ratten.
Chromoxydgehalt des Futters: 1 %.
Dauer der Vorperiode: 5 Tage.
Dauer der Hauptperiode: 6 Tage.

Ratte Nr.	Verdaulichkeit der Trockensubstanz in %			
	Konventionelle Methode	Chromoxyd-Indikator-Methode		
		Zeitpunkt der Kotprobenahme		
		Morgen	Mittag	Abend
1	74	73	72	72
2	72	70	70	72
3	66	65	64	65
4	70	71	69	69
5	72	73	72	71
6	74	74	73	73
7	72	74	71	70
8	71	70	71	70
9	66	62	66	63
10	74	71	72	71
Mittel	71	70	70	70

2. Versuche am Menschen [26])

Versuchspersonen: 6 Studenten.
Chromoxydeinnahme: 0,25 % der eingenommenen Trockensubstanz, mit jeder Mahlzeit verabreicht.
Dauer der Vorperiode: 1—3 Tage, bis zum Erscheinen des Chromoxyds im Kot.
Dauer der Hauptperiode: 3—5 Tage.

Versuchsperson	Verdaulichkeit der Trockensubstanz in %	
	Konventionelle Methode	Chromoxyd-Indikator-Methode
A	92	89
B	90	89
C	90	89
D	89	88
E	89	86
F	90	87
Mittel	90	88

3. Versuche mit Schafen [27])

Versuchstiere: 4 ausgewachsene Cheviot-Schafe.
Chromoxydgabe: 1 % der Futtertrockensubstanz.
Dauer der Vorperiode: 6—8 Tage.
Dauer der Hauptperiode: 6—4 Tage.

	Schaf Nr.	Verdaulichkeit der Trockensubstanz in %	
		Konventionelle Methode	Chromoxyd-Indikator-Methode
a) Fütterung einmal täglich			
Heu + Kraftfutter *) + Cr_2O_3	1	59	57
	2	60	57
	3	57	56
	4	58	59
Heu + Cr_2O_3 **)	1	43	36
	2	42	30
	3	45	36
	4	44	41
b) Fütterung zweimal täglich			
Heu + Kraftfutter *) + Cr_2O_3	3	57	57
	4	55	54
Heu + Cr_2O_3 **)	1	47	40
	2	45	40
Mittel: Heu + Kraftfutter + Cr_2O_3		57,7	56,7
Mittel: Heu + Cr_2O_3		44,3	37,2

*) Ein Drittel der Ration als Kraftfutter verabreicht, in welches das Chromoxyd eingebacken wurde.
**) Chromoxyd mit wenig Hafermehl und Melasse in Form von Presspillen verabreicht.

4. Versuche mit Schweinen [28])

Versuchstiere: 4 Yorkshire Schweine im Gewicht von zirka 70 kg.
Chromoxydgehalt des Futters: 1 %.
Dauer der Vorperiode: 6 Tage, 4 Tage ohne Chromoxyd.
Dauer der Hauptperiode: 5 Tage.

Schwein Nr.	Verdaulichkeit der Trockensubstanz in %	
	Konventionelle Methode	Chromoxyd-Indikator-Methode
1	77	77
2	78	78
3	75	77
4	76	77
Mittel	76,5	77,3

Einzelne Kotproben, an verschiedenen Tagen der Hauptperiode wahllos genommen, ergaben die folgenden Verdauungskoeffizienten für die Trockensubstanz:

Schwein Nr.	Tage der Hauptperiode			
	3.	4.	5.	6.
1	76	77	77	79
2	76	80	77	79
3	76	77	79	76
4	77	77	78	77
Mittel der Stichproben	76,3	77,8	77,8	77,8

Während der Dauer des Hauptversuches getrennt gesammelte Morgen- und Abendkotproben ergaben folgende prozentische Verdaulichkeit der Trockensubstanz:

Schwein Nr.	Morgenkotprobe (5 Tage)	Abendkotprobe (5 Tage)
1	77	76
2	76	76
3	76	76
4	77	75
Mittel	76,5	75,8

Besprechung der Versuchsergebnisse

Mit Ausnahme der Schafversuche ergaben alle vorstehend beschriebenen Untersuchungen statistisch signifikante Übereinstimmung zwischen den nach der Chromoxyd-Indikator-Methode und den nach der konventionellen Methode bestimmten Verdauungskoeffizienten. Gute Übereinstimmung wurde auch zwischen Verdauungskoeffizienten gefunden, welche nach der Chromoxyd-Indikator-Methode aus Einzelproben verschiedener Tage und Tageszeiten bestimmt wurden.

Die Chromoxyd-Indikator-Methode lässt sich somit erfolgreich zu Verdaulichkeitsbestimmungen an *Menschen, Schweinen* und *Ratten* verwenden. Dabei lässt sich das quantitative Einsammeln des Kotes vermeiden, so dass spezielle Einrichtungen für die Durchführung von Verdauungsversuchen überflüssig sind. Da für die Berechnung der Verdauungskoeffizienten nach der Chromoxyd-Indikator-Methode die Grösse des Futterverzehrs nicht bekannt sein muss, sofern das Chromoxyd gleichmässig im Futter verteilt ist, ermöglicht diese Methode die gleichzeitige Durchführung eines Wachstumsversuches und eines Verdauungsversuches bei ad libitum Fütterung, während bei der konventionellen Methode der Futterverzehr konstant gehalten und auf ungefähr zwei Drittel des ad libitum Verzehrs beschränkt werden muss.

In den Versuchen mit *Schafen* zeigte es sich, dass brauchbare Verdauungskoeffizienten nach der Chromoxyd-Indikator-Methode nur erzielt werden können, wenn das Chromoxyd mit einer beträchtlichen Menge Kraftfutter vermischt (Verhältnis Kraftfutter zu Heugewicht zirka 1 : 2), verabreicht wird. Diese Bedingung schliesst die Chromoxyd - Indikator - Methode für viele Schafexperimente aus.

Zusammenfassung

Eine vereinfachte Methode zur Chromoxydbestimmung (Cr_2O_3) in Futter und Kot ist beschrieben.

Untersuchungen, in welchen die Chromoxyd-Indikator-Methode mit der konventionellen Methode zur Verdaulichkeitsbestimmung verglichen wurde, ergaben gute Übereinstimmung beider Methoden bei Ratte, Mensch und Schwein. Beim Schaf wurden mit der Chromoxyd-Indikator-Methode nur zuverlässige Ergebnisse erzielt, wenn neben Heu hohe Kraftfuttergaben als Träger für das Chromoxyd verabreicht wurden.

Summary

A simplified method for the determination of chromic oxide (Cr_2O_3) in feed and feces is described.

Experiments comparing the chromic oxide indicator method to the conventional method for determining digestibility have shown good agreement of both methods with rats, humans and pigs. With sheep satisfactory results were obtained only if large amounts of concentrates, used as carriers for the chromic oxide, were fed besides hay.

Résumé

On décrit une méthode simplifiée pour le dosage de l'oxyde de chrome (Cr_2O_3) dans les fourrages et les fèces.

Des essais comparatifs entre la méthode conventionnelle de la détermination de la digestibilité et la méthode qui fait appel à l'oxyde de chrome comme indicateur, chez le rat, l'homme et le porc, ont montré que la concordance entre ces deux méthodes est bonne. Chez le mouton, la méthode à l'oxyde de chrome, comme indicateur, n'a donné de résultats sûrs que lorsqu'on a donné à l'animal, en sus du foin, de grandes quantités d'aliments concentrés qui servaient de supports pour l'oxyde de chrome.

Literatur

1) *W. D. Gallup* and *A. H. Kuhlman:* A preliminary study of the determination of the apparent digestibility of protein by modified procedures. J. Agr. Res. **42**, 665 (1931).

2) *W. D. Gallup:* The composition and digestibility of mungbean silage, with observations on the silica ratio procedure for studying digestibility. J. Agr. Res. **52**, 889 (1936).

3) *J. Skulmowski, A. Szymanski* und *T. Wyszinski:* Praktische Anwendung einer neuen, der sogenannten «qualitativen» oder Indikator-Methode zur Bestimmung der Verdaulichkeit des Futters. Landw. Forschungsanst. d. Generalgouvernements 1943.

4) *W. D. Gallup, C. S. Hobbs* and *H. M. Briggs:* The use of silica as a reference substance in digestion trials with ruminants. J. Animal Sci. **4**, 68 (1945).

5) *G. H. Ellis, G. Matrone* and *L. A. Maynard:* A 72 percent H_2SO_4 method for the determination of lignin and its use in animal nutrition studies. J. Animal Sci. **5**, 285 (1946).

6) *R. M. Forbes* and *W. P. Garrigus:* Application of a lignin ratio technique to the determination of the nutrient intake of grazing animals. J. Animal Sci. **7**, 373 (1948).

7) *R. M. Forbes* and *W. P. Garrigus:* Some effects of forage composition on its nutritive value when cut and fed green to steers and wethers, as determined conventionally and by the lignin ratio. J. Animal Sci. **9**, 531 (1950).

8) *J. T. Reid, P. J. Woolfolk, C. R. Richards, J. K. Loosli, K. L. Turk, J. I. Miller* and *R. E. Blaser:* A new indicator method for the determination of digestibility and consumption of forages by ruminants. J. Animal Sci. **8**, 636 (1949).

9) *J. T. Reid, P. G. Woolfolk, C. R. Richards, R. W. Kaufmann, J. K. Loosli, K. L. Turk, J. I. Miller* and *R. E. Blaser:* A new indicator method for the determination of digestibility and consumption of forages by ruminants. J. Dairy Sci. **33**, 60 (1950).

10) *O. Bergeim:* Intestinal Chemistry. A method for the study of food utilization or digestibility. J. Biol. Chem. **70**, 29 (1926).

11) *W. D. Gallup:* A note on the determination of the digestibility of protein by Bergeim's method. J. Biol. Chem. **81**, 321 (1929).

12) *V. G. Heller, C. H. Breedlove* and *W. Likely:* A comparison of the Bergeim and standard methods of determining coefficients of utilization with suggested modifications. J. Biol. Chem. **79**, 275 (1928).

[13]) *J. C. Knott:* The determination of the apparent digestibility of green and cured grass by modified procedures. J. Agr. Res. **53**, 553 (1936).
[14]) *E. B. Hale, C. W. Duncan* and *C. F. Huffman:* Rumen digestion in the bovine with some observations on the digestibility of alfalfa hay. J. Dairy Sci. **23**, 953 (1940).
[15]) *H. Edin:* Orienterande försök over en pa ledkroppsprincipen grundad metod att bestämma en foderblandnings smältbarhet. Medd. Nr. 5 fran Centralanst. 1918.
[16]) *H. Edin, G. Kihlen* and *S. Nordfeldt:* A summarized description of «Edin's indicator method» for the determination of the digestibility of feeds and feed mixtures. Lantbrukshögskolans Annaler **12**, 166 (1944).
[17]) *T. S. Hamilton, H. H. Mitchell, C. H. Kick* and *G. G. Carman:* New method tested in digestion trials. 41st Ann. Rep. III. Agr. Exp. Sta. p. 199 (1927).
[18]) *A. C. Anderson* und *L. Frederiksen:* Verdaulichkeitsversuche an Milchkühen. Biedermanns Zentralbl. **5**, 334 (1935).
[19]) *C. R. Barnicoat:* Estimation of apparent digestibility coefficients by means of an inert «reference-substance». N. Z. J. Sci. Technol. **27**, 202 (1945).
[20]) *F. Jarl:* Smältbarhetsförsök med nötkreatur. Lantbrukshögskolan Husdjursförsöksanstalten Meddelande No. 20, 1946.
[21]) *M. S. Kreula:* Absorption of carotene from carrots in man and the use of the quantitative chromic oxide indicator method in the absorption experiments. Biochem. J. **41**, 269 (1947).
[22]) *N. Olsson, G. Kihlen* und *W. Cagell:* Smältbarhetsförsök med hästar. Lantbrukshögskolan Husdjursförsöksanst. Medd. Nr. 36, 1949.
[23]) *E. A. Kane, W. C. Jacobson* and *L. A. Moore:* A comparison of techniques used in conducting digestibility studies on dairy cattle. 41st Ann. Meeting, Am. Soc. An. Prod. 1949.
[24]) *L. Paloheimo* und *I. Paloheimo:* Eine photometrische Methode zur Bestimmung des Cr_2O_3 bei Verdaulichkeitsuntersuchungen nach sog. quantitativen Indikatorverfahren. Tierernährung **7**, 317 (1935).
[25]) *A. F. Schürch, L. E. Lloyd* and *E. W. Crampton:* The use of chromic oxide as an index for determining the digestibility of a diet. J. Nutrition **41**, 629 (1950).
[26]) *M. Isabel Irwin* and *E. W. Crampton:* The use of chromic oxide as an index material in digestion trials with human subjects. J. Nutrition **43**, 77 (1951).
[27]) *E. W. Crampton* and *L. E. Lloyd:* Studies with sheep on the use of chromic oxide as an index of digestibility of ruminant rations. J. Nutrition **45**, 319 (1951).
[28]) *A. F. Schürch, E. W. Crampton, S. R. Haskell* and *L. E. Lloyd:* The use of chromic oxide in digestibility studies with pigs fed ad libitum in the barn. J. Animal Sci. **11**, 261 (1952).