



Doctoral Thesis

Die Brauchbarkeit von Indikatormethoden bei Verdauungsversuchen mit Geflügel

Author(s):

Müller, Werner

Publication Date:

1953

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000091304> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Prom. Nr. 2285

Die Brauchbarkeit von Indikatormethoden bei Verdauungsversuchen mit Geflügel

von der
Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
zur Erlangung der Würde eines Doktors der
technischen Wissenschaften genehmigte
PROMOTION SARBEIT

vorgelegt von
WERNER MÜLLER, dipl. Ing.-Agr.
von Uznach (SG) und Zürich

Referent: Herr Prof. Dr. E. Crasemann

Korreferent: Herr Prof. Dr. J. Rieder

1953

Juris-Verlag, Zürich

dass die mit Hilfe dieser Methode gewonnenen Verdauungskoeffizienten in der Regel etwas niedriger ausfallen als die mit der Standardmethode ermittelten und dass diese Unterschiede umso grösser sind, je geringer die Verdaulichkeit des untersuchten Nährstoffes ist.

Gewisse Einschränkungen gegenüber dem bei andern Nutztierarten bewährten Vorgehen ergeben sich in bezug auf die Technik des Exkrement-sammelns. Unsere Untersuchungen zeigen, dass der Chromoxydgehalt der während eines bestimmten Tages- beziehungsweise Nachtabschnittes anfallenden Exkremente in der Regel mit dem mittleren Chromoxydgehalt der gesamten innerhalb 24 Stunden anfallenden Ausscheidungen nicht übereinstimmt und dass deshalb die Beschränkung des Exkrementesammelns auf einen gewissen Tages- oder Nachtabschnitt Fehler zur Folge hat (vgl. Seite 62 ff.).

VIII. Zusammenfassung

Da bisher nur wenige kritische Untersuchungen über die Brauchbarkeit von Indikatormethoden bei Verdauungsversuchen mit Geflügel durchgeführt wurden, stellten wir uns die Aufgabe im Rahmen der vorliegenden Arbeit die folgende Frage zu prüfen:

Kann die Durchführung von Verdauungsversuchen beim Geflügel durch die Anwendung von Indikatormethoden im Vergleich zur bisher üblichen Standardmethode vereinfacht und erleichtert werden, ohne dass die Genauigkeit der Verdaulichkeitsbestimmung beeinträchtigt wird?

Zur Lösung dieser Aufgabe wurden die folgenden drei Teilprobleme bearbeitet:

1. Beurteilung von Stoffen, die auf Grund ihrer Eigenschaften als Indikatorsubstanzen für Verdauungsversuche mit Geflügel in Frage kommen.
2. Prüfung einiger typischer Indikatorsubstanzen in Stoffwechselversuchen mit Geflügel.
3. Vergleich der Indikatormethode mit der Standardmethode.

1. Die Ueberprüfung der in der Literatur erwähnten Indikatoren ergab, dass als solche für quantitative Verdauungsversuche mit Geflügel nur un-

verdauliche, beziehungsweise nicht resorbierbare Substanzen geeignet sind (Seite 12 bis 18).

2. Von den in Frage kommenden nicht resorbierbaren Indikatorsubstanzen wurden drei typische Vertreter, nämlich als anorganische, beigemischte Indikatoren das Bariumsulfat (a) und das Chromoxyd (b) sowie als organischer, futtereigener Indikator das Lignin (c) geprüft. Als Kriterium für die Brauchbarkeit dieser Substanzen drängte sich im wesentlichen die Beantwortung der folgenden zwei Fragen auf:

Entspricht die während eines bestimmten Zeitabschnittes in den Exkrementen ausgeschiedene der während der gleichen Zeit im Futter aufgenommenen Indikatormenge?

Wird die Indikatorsubstanz gleichmässig in den Exkrementen ausgeschieden?

a) *Bariumsulfat*. Infolge analytischer Schwierigkeiten wurde die Prüfung von Bariumsulfat als Indikator vorzeitig abgebrochen. Tastversuche mit zwei ausgewachsenen Rhode-Island-Hähnen ergaben, dass während einer 8-tägigen Hauptperiode in den Exkrementen im Durchschnitt 98 % der während der gleichen Zeit im Futter aufgenommenen Bariumsulfatmenge ausgeschieden wurden (Seite 24 und 25).

b) *Chromoxyd*. Der Prüfung der Chromoxyd-Indikatormethode dienten insgesamt 16 mit wachsenden und ausgewachsenen Hähnen durchgeführte Verdauungsversuche. Jeder Versuch bestand aus einer mindestens 5-tägigen Vorperiode und einer 8-tägigen Hauptperiode, während welcher der Futtermittelverbrauch und die Menge der anfallenden Exkremente quantitativ bestimmt wurden. Die 8-tägige Hauptperiode erfuhr eine Unterteilung in zwei 4-tägige Teilperioden. Zudem wurden die am Tag (8 bis 17 Uhr) und die in der Nacht (17—18 Uhr) ausgeschiedenen Exkremente getrennt gesammelt, getrocknet und analysiert.

Eine Voruntersuchung zeigte, dass der Gehalt der Exkremente an Chromoxyd nach Beginn der Beimischung zum Futter sehr rasch anstieg und am dritten Tag eine annähernd konstante Höhe erreichte. Eine weitere Untersuchung ergab, dass erste Reste einer mit einer Markiersubstanz vermischten Mahlzeit bei rund acht Wochen alten Rhode-Island-Hähnen 1—2 Stunden nach der Verfütterung in den Exkrementen erschienen und dass 9 Stunden nach erfolgter Futteraufnahme rund 70 % der Markiersubstanz wieder ausgeschieden waren.

Aus den Ergebnissen der beiden Voruntersuchungen folgt, dass 5 Tage Vorperiode genügen sollten, um den Chromoxyd Gehalt der Exkreme auf eine ziemlich konstante Höhe zu bringen und um die letzten Reste der vorausgegangenen Fütterung aus dem Verdauungskanal zu verdrängen (Seite 28 bis 32).

Auf Grund der in den Hauptperioden erhaltenen Ergebnisse stellten wir fest, dass bei den Jungtieren die Nachtexkreme gesichert chromoxydreicher waren als die Tagesexkreme, während bei den ausgewachsenen Tieren gerade umgekehrt die Tagesexkreme mehr Chromoxyd enthielten. Der Unterschied zwischen dem Chromoxyd Gehalt der am Tag und in der Nacht anfallenden Exkreme konnte durch feinere Mahlung des Versuchsfutters, physikalisches Binden des Chromoxydes an einen Mischfutterbestandteil oder durch Reduktion der Chromoxydbeimengung nicht oder nur unwesentlich vermindert werden (Seite 32 bis 39).

Weitere Versuche ergaben, dass der unterschiedliche Chromoxyd Gehalt der Tages- und Nachtexkreme wahrscheinlich auf physiologische Ursachen zurückgeführt werden muss. Es zeigte sich nämlich, dass bei Jungtieren die Unterschiede zwischen dem Chromoxyd Gehalt der am Tag und in der Nacht anfallenden Exkreme wahrscheinlich zum grössten Teil durch einen niedrigen Chromoxyd Gehalt des in der Nacht ausgeschiedenen Blinddarmkotes verursacht wurden (Seite 39 bis 44).

Die im Futter verabreichten Chromoxydmengen konnten nicht restlos in den Exkrementen wiedergefunden werden. Die mittleren Chromoxydverluste variierten in den einzelnen Versuchsreihen von —1,2 bis 9,4 % und waren in den Versuchen mit grob gemahlenem Futter am grössten, während in den Versuchsreihen mit fein gemahlenem Futter nur geringe Verluste auftraten. Es ist möglich, dass für diese geringeren Verluste nicht nur die Feinmahlung des Futters, sondern auch eine von uns vorgenommene Beschränkung des Wasserkonsums verantwortlich gemacht werden muss (Seite 44 bis 47).

c) *Lignin*. Um die Lignin-Indikatormethode zu prüfen, wurde in 12 von den mit einer chromoxydhaltigen Mischung durchgeführten Versuchen der Ligningehalt der Futter- und Exkrementproben nach der Methode von G. H. Ellis et al. (19) bestimmt. Es zeigte sich, dass bei den Jungtieren zwischen dem Ligningehalt der Tages- und Nachtexkreme nur geringe und ungesicherte Unterschiede bestanden, während bei den ausgewachsenen Tieren die in der Nacht ausgeschiedenen Exkreme ge-

sichert ligninreicher waren als die am Tag ausgeschiedenen (Seite 50 bis 54).

Die Lignin-Verdauungskoeffizienten fielen allgemein niedrig aus und variierten in den einzelnen Versuchsreihen von $-3,8$ bis $4,2$ %. Zwischen den einzelnen Versuchsreihen bestanden ziemlich grosse, statistisch hoch gesicherte Unterschiede (Seite 55 bis 56). Die nähere Prüfung ergab, dass diese Unterschiede vermutlich zum grössten Teil auf gewisse, durch geringe Schwankungen der 72 % Schwefelsäure bedingte Fehler der Ligninbestimmung zurückgeführt werden müssen. In Uebereinstimmung mit Erfahrungen, die sich aus Versuchen anderer Autoren an Säugetieren ergaben, gelangten wir zum Schluss, dass das nach der Methode von G. H. Ellis (19) im Futter isolierte Lignin mit dem nach der gleichen Methode bestimmten Lignin der Geflügelexkrementen nicht völlig identisch sei. Diese sowie andere Gründe (vgl. Seite 56 ff.) lassen die Lignin-Indikatormethode beim Geflügel nur als bedingt verwendbar erscheinen (Seite 56 bis 58).

3. Für die Beziehung zwischen dem nach der Standardmethode bestimmten Verdauungskoeffizienten (VK_{St}), dem nach der Indikatormethode bestimmten Verdauungskoeffizienten (VK_I) und dem in Prozent der aufgenommenen Indikatormenge angegebenen Indikatorverlust (v_I) konnte folgende Gleichung aufgestellt werden:

$$VK_{St} - VK_I = \frac{v_I (100 - VK_{St})}{100 - v_I}$$

Indem diese Formel auf die von uns mit Chromoxyd durchgeführten Versuche angewendet wurde, liess sich nachweisen, dass die ermittelten Chromoxydverluste bei gut verdaulichen Nährstoffen nur geringe Unterschiede zwischen den nach der Standard- und den nach der Indikatormethode ermittelten Verdauungskoeffizienten verursachen. Dagegen kann die Abweichung bei schlecht verdaulichen Nährstoffen recht beträchtlich sein (Seite 59 bis 62).

Die Beziehung zwischen der Differenz des Indikatorgehaltes von zwei Kotproben a und b ($I_{Ka} - I_{Kb}$) und der Differenz der beiden diesen Kotproben entsprechenden Verdauungskoeffizienten ($VK_a - VK_b$) lässt sich unter der Voraussetzung, dass der Nährstoff- und Indikatorgehalt des Futters und der Indikatorgehalt des Kotes konstant sind, durch folgende Gleichung darstellen:

$$VK_a - VK_b = (100 - VK_a) \frac{I_{Ka} - I_{Kb}}{I_{Kb}}$$

Die Anwendung dieser Formel auf unsere Chromoxyd-Versuche ergab, dass die mittlere Differenz zwischen den auf Grund der Tages- und den auf Grund der Nachtexkremente berechneten Verdauungskoeffizienten bei zu 70 % verdaulichen Nährstoffen 2,4 % und bei zu 20 % verdaulichen Nährstoffen 6,4 % betragen hätte (Seite 62 bis 65).

4. Abschliessend gelangten wir zu folgender Beurteilung: Von den geprüften Indikatorsubstanzen ist das Chromoxyd für Verdauungsversuche an Geflügel am besten geeignet. Durch seine Verwendung wird die Durchführung von Verdauungsversuchen mit dieser Tierart vereinfacht und erleichtert. Einschränkend ist immerhin festzustellen, dass die mit Hilfe der Chromoxyd-Indikatormethode ermittelten Verdauungskoeffizienten in der Regel etwas niedriger ausfallen werden als die mit Hilfe der Standardmethode gefundenen und dass die Beschränkung des Exkrementensammelns auf einen bestimmten Tages- beziehungsweise Nachtabschnitt gewisse systematische Fehler mit sich bringt.

IX. Anhang

1. Beschreibung des in den Verdauungsversuchen mit Jungtieren verwendeten Stoffwechselkäfigs

Der von uns für Jungtiere konstruierte Stoffwechselkäfig (vgl. Abbildung 1) besteht aus 4 Abteilen, die voneinander durch zwei im Abstand von 2 cm angebrachte Drahtgeflechte getrennt sind. Jedes Abteil bietet bei einer Länge von 70 cm, einer Breite von 26 cm und einer Höhe von 45 cm genügend Raum für Junghähne oder Junghennen bis zum Alter von etwa 12 Wochen. An der Vorderfront des Käfigs befinden sich zwei Sperrholztüren, durch die je zwei Abteile geschlossen werden. In diese Türen sind die Futter- und Wassergefässe eingebaut. Den Boden des Käfigs bildet ein Gitter aus verzinktem Stahl mit quadratischen Oeffnungen von 3 cm Durchmesser. Dieses Gitter ruht auf einem Behälter, in welchem die