

Untersuchungen über die Zusammensetzung und den Nährwert der stickstoffhaltigen Nahrungsfraction in Grünfutter und in vergleichbaren Silagen

Doctoral Thesis

Author(s):

Landis, Jakob

Publication date:

1960

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000101373>

Rights / license:

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

Prom. Nr. 2941

**Untersuchungen über die Zusammensetzung
und den Nährwert der stickstoffhaltigen
Nahrungsfraktion in Grünfütter
und in vergleichbaren Silagen**

**V o n d e r
E i d g e n ö s s i s c h e n T e c h n i s c h e n
H o c h s c h u l e i n Z ü r i c h**

**zur Erlangung
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte**

PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von

J A K O B L A N D I S

dipl. Ing.-Agr. E. T. H.

von Schönenberg (Kt. Zürich)

Referent: Herr Prof. Dr. E. Crasemann

Korreferent: Herr Prof. Dr. H. L. Le Roy

Juris-Verlag Zürich

1960

VI. Zusammenfassung

Es wurden zwei Versuche angelegt, um die Veränderungen der Zusammensetzung und des Nährwertes der stickstoffhaltigen Grünfuttersubstanz durch den Silierprozess zu studieren. Im ersten Versuch (Tagelswangen) wurde vermutet, junges Weidegras mit Zucker als Sicherungszusatz siliert. Im zweiten Versuch (Aegeri) bestand das Ausgangsmaterial aus einer Mischung von Rotklee und Weidegras und wurde nach leichtem Anwelken unter Zusatz von AIV-Säure einerseits und unter Zugabe von Zucker andererseits konserviert. In beiden Versuchen erfolgte die Haltbarmachung des zum Vergleich dienenden Ausgangsmaterials durch schonende Trocknung. Die Beschreibung der Versuchsanlage findet sich auf den Seiten 8 bis 11.

Die Zusammensetzung der stickstoffhaltigen Substanz der schonend getrockneten Proben des Ausgangsmaterials und der Silagen wurde charakterisiert durch:

1. Bestimmung des Anteils des Proteinstickstoffs am gesamten Stickstoff. Der Proteinstickstoff wurde charakterisiert einerseits durch den in 70 prozentigem Alkohol unlöslichen und andererseits durch den nach Barnstein 1900 mit Kupferhydroxyd fällbaren Stickstoff (= Reinproteinstickstoff).
2. Bestimmung einer Anzahl Aminosäuren nach saurer Hydrolyse der getrockneten und entfetteten Futterproben mit Hilfe papierchromatographischer Trennung und anschließender Kolorimetrie der aus dem Chromatographiepapier extrahierten Aminosäuren mit Ninhydrin.
3. Bestimmung einer Anzahl der durch 70 prozentigen Alkohol extrahierten freien Aminosäuren.

Im Zusammenhang mit dem Versuch Aegeri wurde sodann in Stickstoffbilanzversuchen an 9 wachsenden Kaninchen (Gewichtsabschnitt 1 auf 2 kg) die Verwertung der stickstoffhaltigen Substanz sowohl im Ausgangsmaterial (Trockengras) als auch in den zwei, mit AIV-Lösung bzw. Zuckerzusatz konservierten Silagen bestimmt (S. 25 bis 41). In sonst ausbalancierten Rationen, deren Zusammensetzung aus Tabelle 14, Seite 28, hervorgeht, bildeten diese Futterproben die einzigen ausnützbaren Eiweissträger. Die pro Tier täglich verabfolgte Stickstoffgabe betrug 1100 bis 1350 mg.

Zur Charakterisierung der Verwertung der geprüften stickstoffhaltigen Substanz dienten die folgenden Grössen (vgl. S. 31):

- die scheinbare Verdaulichkeit
- die wahre Verdaulichkeit (Ermittlung unter Mitbenützung der von Columbus 1954 mitgeteilten Gleichung für die Berechnung des Darmverluststickstoffs)
- der Bilanzwert des "wahr" verdauten Futterstickstoffs
- der Bilanzwert des gesamten Futterstickstoffs

- der Stickstoffnettowert
- die biologische Wertigkeit

Ergebnisse

1. Die Qualität der Silagen, festgestellt auf Grund der Sinnenprüfung und der üblichen chemischen Analyse, war befriedigend bis gut (S. 8 bis 11). Der Proteinabbau (Abnahme des Anteils des Proteinstickstoffs am Gesamtstickstoff) war in der Silage Tagelswangen am grössten (rund 35%) und in der AIV-Silage Aegeri am niedrigsten (rund 14%); in der Zuckersilage Aegeri betrug er rund 22% (Tabelle 7, S. 17).
2. Der Vergleich des Gehaltes an Aminosäuren im sauren Hydrolysat der Silagen mit demjenigen des zugehörigen Ausgangsmaterials (Tabelle 8, S. 19) deutet auf gewisse, durch den Silierprozess bedingte Aminosäureverluste hin. Insbesondere Arginin, Asparagin- und Glutaminsäure, z. T. aber auch Lysin, Serin und Threonin wurden in den Silagen in geringerer Menge gefunden als im entsprechenden Ausgangsmaterial.
3. Die Bestimmung der freien Aminosäuren in der alkohollöslichen Fraktion (Tabelle 10 und 11, S. 21 und 22) ergab als Folge des Silierprozesses einen starken Anstieg des Gehaltes an γ -Aminobuttersäure. Alanin, dessen Anteil schon in der alkohollöslichen Fraktion des Ausgangsmaterials dominierte, zeigte in der gleichen Fraktion der Silagen einen Gehaltsanstieg der grösser war, als auf Grund des gesamten Proteinabbaues zu erwarten gewesen wäre. Dagegen konnten Arginin, Cystin, Methionin und Tryptophan in freier Form nicht, und Lysin nur in kleinen Mengen nachgewiesen werden.
Wie beim Alanin erwiesen sich in der alkohollöslichen Fraktion der Silagen auch die Anteile an Glykokoll, Leuzin, Isoleuzin, Serin und Valin als erhöht. Diese Erhöhung entsprach annähernd der Grösse des festgestellten Proteinabbaues.
4. Die Durchschnittswerte der Grössen, die zur Charakterisierung der am wachsenden Kaninchen bestimmten Eiweisswirkung herangezogen wurden, finden sich in Tabelle 16, Seite 33. Diese Werte lassen keine signifikanten Unterschiede zwischen den geprüften Futterproben (Trockengras, AIV- und Zuckersilage des Versuches Aegeri) erkennen. Der Silierprozess scheint somit die Verwertbarkeit der stickstoffhaltigen Fraktion des Grünfutters nicht verändert zu haben.
5. Die Variabilität der Ergebnisse, welche die am Kaninchen bestimmten Verdauungs-

werte ergaben, wird derjenigen aus Versuchen anderer Autoren an Ratten gegenübergestellt (S. 34 bis 36).

6. Es wird festgehalten, dass die Bilanzwerte des gesamten bzw. "wahr" verdauten Futterstickstoffs einerseits und der Stickstoffnettowert bzw. die biologische Wertigkeit andererseits die Verwertbarkeit der stickstoffhaltigen Futtersubstanz mit ähnlicher Genauigkeit wiedergeben, dass aber die Daten für den Stickstoffnettowert und die biologische Wertigkeit bei unterschiedlichem Körpergewicht der Versuchstiere besser vergleichbar sind als diejenigen für die Bilanzwerte (S. 36 bis 40).
7. Die Varianzanalysen für den Bilanzwert des "wahr" verdauten Futterstickstoff und die biologische Wertigkeit ergab signifikante Wechselwirkungen zwischen Diät und Versuchsperiode. Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Eiweissbewertung im Tierversuch, falls mit solchen Wechselwirkungen zwischen den interessierenden Diäteinflüssen und den Versuchsbedingungen allgemein zu rechnen ist, die für allgemeine Schlüsse benötigte, breite experimentelle Grundlage durch kontrollierte Variation der Versuchsbedingungen geschaffen werden sollte (S. 40).
8. In einem letzten Abschnitt wird gezeigt, dass die Bewertung der stickstoffhaltigen Fraktion der geprüften Futterproben auf Grund ihres Gehaltes an verdaulichem Reinprotein oder, in geringerer Masse, auch auf Grund ihres Gehaltes an Proteinäquivalenten der physiologischen Wirksamkeit der stickstoffhaltigen Substanz der Silagen nicht entsprochen hätte (S. 43 bis 48).

Summary

A study has been made of the changes in nitrogen distribution in green fodder due to the ensiling process. In a first experiment (Tagelswangen) young pasture grass has been homogenised and ensiled with sugar added, whereas in a second experiment (Aegeri) mixed red clover and pasture grass have been preserved with either AIV acid or sugar. Representative samples have been dried at low temperature (not higher than 60°C). A description of these experiments is found on pages 8 to 11.

The composition of the nitrogenous fractions of dried samples of the original forage and of the silages has been characterised by:

1. The ratio $\frac{\text{protein N}}{\text{total N}}$, where protein N is represented by the fraction insoluble in 70 % ethanol as well as by the fraction precipitated by cupric hydroxyde (Barnstein 1900).
2. The amino acid composition of the acid hydrolysates of the dried defatted samples, as determined by quantitative paper chromatography.
3. The contents of several free amino acids, also determined by paper chromatography.

In the case of the experiment Aegeri the analytical studies mentioned, have been followed by nitrogen balance experiments with growing rabbits in order to determine the nitrogen utilisation. Either the dried grass or one of the silages was the only source of available nitrogen, supplying 1100 to 1350 mg N per animal per day, in the otherwise well balanced rations.

The nitrogen utilisation has been expressed by the following characteristics:

- apparent digestibility of the nitrogen.
- true digestibility of the nitrogen (metabolic fecal nitrogen being calculated by use of the equation given by Columbus 1954).
- nitrogen balance expressed as a percentage of "true" digested nitrogen.
- nitrogen balance expressed as a percentage of total nitrogen.
- net protein value (metabolic fecal nitrogen and endogenous urinary nitrogen being calculated by use of the equations given by Columbus 1954).
- biological value.

Results

1. The silages were of fair or good quality (pages 8 to 11). Protein breakdown (decrease in protein nitrogen as a percentage of total nitrogen) was greatest in the silage Tagelswangen (approximately 35 % of original protein) and least in the AIV silage

(approximately 14 %); in the sugar silage (Aegeri) the protein breakdown accounted to 22 % (table 7, page 17).

2. A comparison of the acid hydrolysates of the silages and of the original forage indicated losses of certain amino acids due to silage fermentation (table 8, page 19). Especially arginine, aspartic acid and glutamic acid, partially also lysine, serine and threonine have been found in lower concentrations in the silages than in the corresponding dried grass.
3. The determination of the free amino acids in the ethanol soluble fractions (tables 10 and 11, pages 21 and 22) showed a large increase in γ -amino butyric acid. Alanine not only was the dominating free amino acid in the original materials, but its accumulation in the silages was even higher than could be explained by simple protein hydrolysis, taking the total protein breakdown and the alanine content of the protein for calculation. Arginine, cystine, methionine and tryptophan have not been found in free form, while lysine was present only in very small amounts.

The glycine-, leucine-, isoleucine-, serine- and valine contents were higher in the silages than in the dried original forages. This increase was about as high as would be expected from the total protein breakdown.

4. Averages of the various characteristics for nitrogen utilisation in the nitrogen balance experiments are given in table 16, page 33. These values show no significant differences between the three feeds tested (dried grass, AIV silage and sugar silage). The ensiling process, therefore, does not seem to have influenced the protein value of the crop.
5. The variability of the results for nitrogen digestibility is compared with the variability, which resulted in experiments with rats, found by various authors.
6. The nitrogen balance, expressed as a percentage of total or "true" digested nitrogen, measured the nitrogen utilisation with about the same accuracy as net protein utilisation or biological value, but, while the nitrogen balance showed a decrease with increasing body weight of the animals, net protein utilisation and biological value were of a similar magnitude throughout the experiment (body weight increase from 1 to 2 kg).
7. The statistical analysis revealed significant interactions between the diets and the experimental periods in the case of the nitrogen balance (% of "true" digested nitrogen), and of the biological value. Such an interaction between treatments and experimental conditions shows, that, in order to obtain all the information needed, it may be necessary to carry out such investigations under a variety of conditions (page 40).
8. Finally it is shown, that the silages would be grossly underestimated as compared to the dried grass, if the evaluation of the protein of the three feeds were based on their content of digestible true protein or on their protein equivalent.