

Bewertung von Silomais mit der in-situ-Technik und dem Cornell Net Carbohydrate and Protein System

K.C. TAFERNER und L. GRUBER

Der Einfluss von Vegetationsstadium, Sorte, Standort und Konservierung auf den Gehalt an Kohlenhydraten und Protein nach dem Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) sowie auf den in-situ-Abbau der Trockenmasse von Silomais wurde anhand von 54 Silomaisproben untersucht. Ziel der Arbeit war, eine über die Weender Futtermittelanalyse hinausgehende Charakterisierung von Silomais zu erreichen, die den tatsächlichen Verdauungsabläufen im Pansen Rechnung trägt.

Das Probenmaterial stammte aus dem Erntejahr 2003. Es unterschied sich durch das Vegetationsstadium (Ende Milchreife [$< 25\%$ TM], Mitte Teigreife [$25\text{--}30\%$ TM], Ende Teigreife [$30\text{--}35\%$ TM]), die Sorte (Fuxxol FAO 240, Romario FAO 270, Atalante FAO 290), den Standort (Lambach – Oberösterreich, Kobenz – Steiermark, Gumpenstein – Steiermark) und die Konservierungsform (Grünmais, Maissilage). Um ein möglichst breites Futterwertspektrum zu erhalten, wurden je eine früh- (FAO 240), eine mittel- (FAO 270) und eine spätreife Sorte (FAO 290) ausgewählt, die zudem an Standorten mit unterschiedlichen klimatischen Voraussetzungen (Gunstlage Lambach, Extremstandort Gumpenstein) angebaut wurden. Die Untersuchung der Futtermittel erfolgte nach verschiedenen Methoden: Weender Analyse (ALVA 1983), Detergentienanalyse (Van SOEST et al. 1991), Protein- und Kohlenhydratfraktionen nach dem Cornell Net Carbohydrate and Protein System (FOX et al. 2004, RUSSELL et al. 1992, SNIFFEN et al. 1992) sowie in-situ-Methode (ØRSKOV & McDONALD 1979, HUNTINGTON & GIVENS 1995). Die in-situ-Versuche zur Bestimmung des ruminalen Abbaus der Trockenmasse wurden mit vier pansenfistulierten Ochsen bis zu einer Inkubationsdauer von 168 Stunden durchgeführt. Zur Beschreibung des ruminalen Abbaus der Trockenmasse (deg) wurde die Formel von ØRSKOV & McDONALD (1979) herangezogen. Diese Exponentialgleichung basiert auf drei Faktoren: der sofort löslichen Fraktion (a); der unlöslichen, aber potentiell fermentierbaren Fraktion (b); der Abbaurrate pro Stunde (c).

$$\text{deg} = a + b(1 - \exp(-ct))$$

Das Cornell Net Carbohydrate and Protein System ist ein Rationsberechnungsmodell aus den USA. Ein wesentliches Element des CNCPS ist das sog. „Rumen Submodel“ (RUSSELL et al. 1992) zur Beschreibung der mikrobiellen Proteinsynthese. Diese basiert auf der Fermentation von Strukturkohlenhydraten mit zellulolytischen Bakterien und von Nicht-Strukturkohlenhydraten mit amylolytischen Mikroben. Daher werden die Kohlenhydrate entsprechend ihrer Abbaurrate in Nicht-Strukturkohlenhydrate (Zucker [A], Stärke [B₁]) und in Strukturkohlenhydrate (verfügbar [B₂], unverfügbar [C]) unterteilt. Die Proteinfractionen werden in fünf Gruppen mit abnehmender Abbaugeschwindigkeit aufgeteilt (Nicht-Protein-Stickstoff [A], echtes Protein [B₁, B₂, B₃], unverfügbares Protein [C]).

Von den vier geprüften Versuchsfaktoren übten vor allem die Konservierung und der Standort signifikante Einflüsse auf den Nährstoffgehalt aus, während sich der Erntezeitpunkt und die Sorte in geringerem Maße auswirkten (siehe **Tabelle 1**). Die Silierung erhöhte den Gehalt an Rohfaser und verminderte dementsprechend den Gehalt an N-freien Extraktstoffen. Diese Entwicklung zeigte sich auch in den Van SOEST-Gerüstsubstanzen sowie in den Kohlenhydrat- und Proteinfractionen des Cornell-Systems. Als biologische Ursache ist die Fermentation der Nicht-Faserkohlenhydrate durch die Gärmikroben zu sehen. Mit Ausnahme des Rohfettgehaltes übte der Faktor Erntezeitpunkt nur auf die Proteinfractionen signifikante Einflüsse aus (Verringerung der rasch abbaubaren Fraktion [A] und

Erhöhung der langsamer abbaubaren Fraktion [B₂] mit fortschreitender Reife). Erwartungsgemäß wirkte sich der Faktor Standort – durch seinen Einfluss auf die Vegetationsdauer – signifikant auf die meisten Nährstoffparameter aus. Besonders die Gerüstsubstanzen sowie der Anteil an Faser- und Nicht-Faserkohlenhydraten zeigten sich stark abhängig von den klimatischen Voraussetzungen, die sowohl die Kolbenbildung als auch den Alterungsprozess der Restpflanze entscheidend beeinflussen.

Während der Einfluss der Sorte auf den Nährstoffgehalt sehr gering war, zeigten sich hochsignifikante Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich der in-situ-Abbauparameter der Trockenmasse. Spätreife Sorten wiesen eine höhere sofort lösliche Fraktion (a) und eine niedrigere potentiell fermentierbare Fraktion (b) auf, ihre potentielle Abbaubarkeit (a+b) war gleich. Einen signifikanten Einfluss auf die Abbauparameter a und b übten auch die Faktoren Vegetationsstadium und Standort aus. Die sofort lösliche Fraktion (a) war bei frühem Erntezeitpunkt und Standorten mit kürzerer Vegetationsdauer höher. Die genannten Bedingungen führen zu niedrigeren Kolben- jedoch höheren Restpflanzenanteilen und folglich zu einem höheren Gehalt an Nicht-Strukturkohlenhydraten. Diese morphologische Zusammensetzung führt zu geringeren Abbauraten (c) jüngerer Maispflanzen (Zellulose wird wesentlich langsamer abgebaut als Stärke). Der Einfluss der Silierung zeigt sich sowohl in den Cornell-Fractionen als auch in den in-situ-Abbauparametern, wobei sich durch den Gärprozess (Bildung von Gärsäuren, teilweise Auflösung der Proteinmatrix) die sofort löslichen Anteile des Futtermittels (a) erhöhten. Als Folge der Fermentation leicht löslicher Substanzen und relativer Zunahme der Gerüstsubstanzen verringerte sich die Abbaurate (c). Während die potentielle Abbaubarkeit von keinem der Versuchsfaktoren mit Ausnahme des Vegetationsstadiums beeinflusst wurde, traten hinsichtlich der effektiven Abbaubarkeit (ED5) durchwegs signifikante Unterschiede auf. Bei der Berechnung der effektiven Abbaubarkeit geht nämlich die sofort lösliche Fraktion (a) vollständig, die potentiell fermentierbare Fraktion (b) hingegen nur nach Passageraten gewichtet ein. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die in der Untersuchung angewandten Methoden (Cornell-System, in-situ-Abbaubarkeit) zu einer aussagekräftigeren Charakterisierung des Futterwertes von Silomais führen als die klassische Weender Analyse.

Tabelle 1: Cornell-Fractionen und in-situ-Abbauparameter von Silomais
(nach TAFERNER 2006)

| Parameter | Proteinfractionen | | | | | Kohlenhydratfractionen | | | | in-situ-Abbauparameter | | | |
|---------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|---|------------------------|----------------|----------------|---|------------------------|----|-------|-----|
| | A | B ₁ | B ₂ | B ₃ | C | A | B ₁ | B ₂ | C | a | b | c | ED5 |
| | % XP | | | | | % CHO | | | | % | % | % / h | % |
| Vegetationsstadium | | | | | | | | | | | | | |
| Ende Milchreife | 50 | 2 | 34 | 12 | 4 | 12 | 31 | 48 | 9 | 37 | 46 | 3,7 | 56 |
| Mitte Teigreife | 42 | 2 | 43 | 10 | 4 | 10 | 35 | 46 | 8 | 31 | 50 | 4,6 | 55 |
| Ende Teigreife | 41 | 2 | 44 | 10 | 4 | 10 | 34 | 46 | 9 | 31 | 50 | 4,5 | 55 |
| Sorte | | | | | | | | | | | | | |
| Fuxxol | 45 | 2 | 40 | 10 | 4 | 12 | 31 | 48 | 9 | 31 | 50 | 4,0 | 53 |
| Romario | 43 | 2 | 42 | 10 | 4 | 10 | 35 | 46 | 9 | 32 | 49 | 4,4 | 55 |
| Atalante | 44 | 2 | 39 | 11 | 4 | 11 | 34 | 47 | 8 | 36 | 45 | 4,4 | 57 |
| Standort | | | | | | | | | | | | | |
| Lambach | 44 | 2 | 42 | 9 | 4 | 8 | 40 | 44 | 9 | 29 | 52 | 4,6 | 54 |
| Kobenz | 44 | 2 | 40 | 10 | 3 | 13 | 30 | 49 | 8 | 34 | 47 | 4,2 | 56 |
| Gumpenstein | 44 | 2 | 38 | 12 | 4 | 13 | 31 | 47 | 9 | 35 | 46 | 4,1 | 56 |
| Konservierung | | | | | | | | | | | | | |
| Grünmais | 31 | 2 | 50 | 13 | 3 | 20 | 27 | 46 | 8 | 30 | 51 | 4,7 | 55 |
| Maissilage | 57 | 1 | 30 | 8 | 4 | 3 | 40 | 48 | 9 | 36 | 46 | 3,9 | 56 |

Zusammenfassung

An 54 Silomaisproben wurde der Einfluss von Vegetationsstadium, Sorte, Standort und Konservierung auf den Gehalt an Kohlenhydraten und Protein nach dem Cornell System sowie den in-situ-Abbau der Trockenmasse untersucht. Vor allem Konservierung und Standort übten signifikante Einflüsse auf den Nährstoffgehalt aus, Erntezeitpunkt und Sorte dagegen weniger. Die Silierung erhöhte den Gehalt an Gerüstsubstanzen. Der Nährstoffgehalt ist eine Folge der Klimabedingungen, die sowohl die Kolbenbildung als auch den Alterungsprozess der Restpflanze stark beeinflussen. Im Gegensatz zum Nährstoffgehalt zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich der in-situ-Abbauparameter. Die angewandten Methoden (Cornell-System, in-situ-Abbaubarkeit) charakterisieren den Futterwert aussagekräftiger als die klassische Weender Analyse.

Literatur

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenhandbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA, Wien
- FOX, D.G., L.O. TEDESCHI, T.P. TYLUTKI, J.B. RUSSELL, M.E. Van AMBURGH, L.E. CHASE, A.N. PELL und T.R. OVERTON, 2004: The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 112, 29-78
- HUNTINGTON, J.A. und D.I. GIVENS, 1995: The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. *Nutrition Abstract and Reviews (Series B)* 65, 63-93
- ØRSKOV, E.R. und I. McDONALD, 1979: The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 92, 499-503
- RUSSELL, J.B., J.D. O'CONNOR, D.G. FOX, P.J. Van SOEST und C.J. SNIFFEN, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.* 70, 3551-3561
- SNIFFEN, C.J., J.D. O'CONNOR, P.J. Van SOEST, D.G. FOX und J.B. RUSSELL, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577
- TAFERNER, K.C., 2006: Einfluss von Vegetationsstadium, Sorte, Konservierung und Standort von Silomais auf den Gehalt an Protein und Kohlenhydraten nach dem Cornell-System und den in-situ-Abbau der Trockenmasse. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien in Zusammenarbeit mit der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 85 S.
- Van SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597

Autoren

Dipl.-Ing. Karin Christina TAFERNER, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Gumpenstein, A-8952 Irnding; karin.taferner@gumpenstein.at; 03682 22451 264

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Leonhard GRUBER, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Gumpenstein, A-8952 Irnding; leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at; 03682 22451 260