

V. Zusammenfassung

Bei 4 jejunumfistulierten Pferden wurde nach Aufnahme verschiedener, stärkereicher Kraftfuttermittel in Kombination mit Grünmehl (Mais gepoppt oder geschrotet bzw. geschrotet mit Amylasezusatz, gequetschte Gerste) oder Heu (geschroteter Mais), die scheinbare praeileale Verdaulichkeit der Stärke (Stärkeaufnahme 1,4-2,1 g/kg KM/Mahlzeit, 2 Mahlzeiten täglich) ermittelt (Probenahme stündlich über 11 Stunden postprandial, jeweils für 15 Minuten, Marker Chromoxid 0,25 % TS im Futter, Versuchsdauer 3-5 Tage). Außerdem wurden im Jejunumchymus die α -Amylaseaktivität sowie Parameter mikrobieller Fermentation (Lactat, flüchtige Fettsäuren, pH-Wert, Gasbildungsvermögen des Chymus in vitro) überprüft. In einem weiteren Versuchsansatz erfolgte die Bestimmung des postprandialen Blutglucosespiegels (Probenahme alle 30 Minuten über 7 Stunden).

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Im Mittel betrug der jejunoileale Stärkefluß (in g/100 kg KM/h) nach Aufnahme von gepopptem Mais $1,3 \pm 1,3$, bei geschrotetem Material $9,8 \pm 9,3$. Er ging nach Amylasezusatz auf $7,5 \pm 5,7$ zurück und stieg beim Austausch von Grünmehl gegen Heu auf $13,7 \pm 20,6$ an. Nach Fütterung von Quetschgerste wurden ähnliche Werte erreicht ($13,1 \pm 11,5$).
2. Nach thermischem Aufschluß (Poppen) von Mais wurde eine signifikant höhere praeileale Verdaulichkeit der Stärke erreicht ($90 \pm 5,0$ %), als nach mechanischer Behandlung durch Schroten (47 ± 15 %). Die Zugabe von mikrobieller Amylase zum geschroteten Mais verbesserte die praeileale Stärkeverdaulichkeit auf 58 ± 8 %, die Heufütterung beeinträchtigte sie dagegen (20 ± 16 %). Stärke aus gequetschter Gerste wurde zu 22 ± 12 % praeileal verdaut.
3. Während Aufnahme der Getreiderationen mit Grünmehl (ohne Amylasezulage) betrug die Amylaseaktivität im Jejunumchymus etwa 30 U/g Chymus. Der Zusatz von Amylase führte zu einem deutlichen Anstieg (132 U/g Chymus), allerdings erreichten nur etwa 4 % der oral aufgenommenen Amylase das Jejunumende. Nach Austausch von Grünmehl gegen Heu ging die Amylaseaktivität auf 24 U/g Chymus zurück.
4. Maximale Konzentrationen an Lactat im Jejunumchymus wurden i.a. in der 5. bis 7. Stunde postprandial beobachtet. Die höchsten Lactatgehalte traten bei gequetschter Gerste oder geschrotetem Mais auf (31 ± 8 bzw. 27 ± 7 mmol/l Chymus), bei gepopptem Mais lagen sie signifikant niedriger (16 ± 8 mmol/l Chymus). Die geringsten Konzentrationen wurden nach Enzymzulage bzw. bei der Ration mit Heu gemessen (11 ± 6 bzw. 9 ± 8 mmol/l Chymus).

5. Die Konzentration der flüchtigen Fettsäuren zeigte kein postprandiales Maximum. Sie lag nach Fütterung von geschrotetem Mais bzw. gequetschter Gerste in ähnlicher Größenordnung ($10,3 \pm 4$ bzw. $10,9 \pm 3$ mmol/l). Signifikant niedrigere Werte traten bei der Heuration auf ($6,8 \pm 1$ mmol/l), während Amylasezusatz zu einer Zunahme führte ($13,9 \pm 5$ mmol/l).
6. Der pH-Wert im Jejunumchymus ging postprandial allgemein zurück, mit Minimalwerten zwischen der 5. bis 7. Stunde. Nach Verfütterung von geschrotetem Mais und Quetschgerste lagen die pH-Werte in der 6. Stunde postprandial deutlich tiefer (6,58 bzw. 6,54), als in Rationen mit gepopptem (7,31) sowie geschrotetem Mais mit Amylasezusatz (7,12) und in der Ration mit Heu im Austausch gegen Grünmehl (7,84). Es bestand eine signifikant negative Beziehung zur Lactatkonzentration ($r = -0,76^{**}$; $n = 440$).
7. In der Ration mit gepopptem Mais wurde während der in-vitro-Inkubation nach 6 Stunden signifikant weniger Gas gebildet (1,0 ml Gas/ml Chymus), als bei geschrotetem (mit und ohne Amylasezusatz) Mais, gequetschter Gerste und nach Fütterung der Heuration (1,5-1,7 ml Gas/ml Chymus).
8. Die Konzentration der Glucose im Plasma stieg postprandial in allen Versuchsperioden hochsignifikant an, ohne daß rationsbedingte Unterschiede (Nüchtern-, Maximalwert, Steilheit des Anstiegs) nachzuweisen waren.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen kann für die Fütterungspraxis festgestellt werden:

- 1) Ein erhöhtes Risiko ist gegeben, wenn Stärkemengen von 2 g/kg KM/Mahlzeit bei thermisch und mechanisch zubereitetem Getreide (Mais und Gerste) überschritten werden.
- 2) Fütterungstechnisch ist die Kraftfuttergabe nach der Rauhfutterverabreichung zu empfehlen, da die praecaecale Verdaulichkeit des Kraftfutters bei umgekehrter Fütterung herabgesetzt wird.

Kleffken, Doris: Preileal digestibility of grainstarch
(maize/barley) depending on processing,
added roughage und supply of amylase powder

VI. Summary

4 ponies fitted with permanent fistulas at the terminal jejunum were fed maize and barley in combination with green meal and in various degrees of processing: popped maize, ground maize, ground maize with added amylase powder and rolled barley to investigate preileal starch digestibility (1,4-2,1 g starch/kg BW/meal; two meals/day in 12h intervalls, period of investigation 3-5 days). In another investigation with ground maize and green meal the latter was replaced by hay. Data were based on samples, collected hourly postprandially over a period of 15 min. (semiquantitative sampling) and on calculation using a marker (Chromoxid). The α -amylase activity, concentration of microbial metabolites (lactate, volatile fatty acids, pH, gas volume after 6 h incubation) were measured. Furthermore blood glucose (samples taken over 7 h ppr, in 30 min intervalls) was estimated.

The following results were obtained:

1. From the mean of samples, an average jejunoileal starch flow (g/kg BW/h) of $1,3 \pm 1,3$ and $9,8 \pm 9,3$, respectively after feeding popped maize and ground maize was calculated. Adding amylase powder jejunoileal starch flow decreased ($7,5 \pm 5,7$) while it increased after replacing green meal by hay ($13,7 \pm 20,6$). Feeding rolled barley similar results were obtained ($13,1 \pm 11,5$).
2. Popping improved starch digestibility dramatically (90 ± 5 %), in contrast to grounding (47 ± 15 %), while adding amylase powder to the ground maize led to a considerable improvement (58 ± 8 %). Replacing hay by green meal decreased preileal starch digestibility (20 ± 16 %). Rolled barley showed a low digestibility (22 ± 12 %).
3. The amylase activity was moderate after feeding grain. Preparation and source of grain made no difference (popped maize 35 U/g uS, ground maize 32 U/g uS, rolled barley 31 U/g uS), while adding amylase powder increased activity (132 U/g uS) although only 4 % (added amylase) reached the jejunum. Feeding ground maize with hay led to a decrease (24 U/g uS).
4. The concentration of lactate in the chyme increased significantly after the intake. Rolling barley and grounding maize, respectively led to high (31 ± 8 mmol/l, 27 ± 7 mmol/l), popping to moderate (16 ± 8 mmol/l) and adding amylase or hay to ground maize to low concentrations (11 ± 6 mmol/l, 9 ± 8 mmol/l) in the chyme .

5. No postprandial maxima of concentrations of volatile fatty acids in the chyme and no differences between the two preparations ground maize respectively rolled barley (10,3±4 resp. 10,9±3 mmol/l) were measured. Increased concentrations were investigated adding amylase (13,9±5 mmol/l), the lowest values were obtained after feeding ground maize with hay (6,8±1 mmol/l).
6. The pH decreased (minimal values between 5 and 7 h ppr.) after feeding. 6 h postprandially values of ground maize respectively rolled barley were significant lower (6,58 resp. 6,54) than after feeding popped maize (7,31), ground maize with added amylase powder (7,12) and ground maize with hay instead of green meal (7,84).
7. The amount of gas estimated after 6 h incubation (in-vitro) was significant lower in the ration with popped maize (1,0 ml gas/ml chyme) than feeding ground maize (with or without amylase powder) or rolled barley and the ground maize/hay diet (1,5-1,7 ml gas/ml chyme).
8. The postprandial increase of blood glucose was highly significant but not different (basal-, maximal values and gradient of increase) between diets.

As a conclusion of this investigation the following recommendations for feeding practice can be given:

- 1) Intake of processed grainstarch (maize resp. barley; popped, ground or rolled) should not exceed 2 g starch/kg BW/meal.
- 2) Concentrates should be fed after roughage.