

## V. ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchungen hatten das Ziel, in einer ersten Phase verschiedene Kohlenhydrate (Mannanoligosaccharide, Transgalaktooligosaccharide, Laktose und Laktulose) als Zusatz zu einem Mischfutter bei Hunden hinsichtlich ihrer Verträglichkeit, Verdaulichkeit und möglicher Effekte auf mikrobielle Stoffwechselprodukte zu überprüfen. In einem Fütterungsversuch mit vier Hunden wurden die oben genannten Kohlenhydrate in einer Dosierung von 1 g/ kg KM/ d mit einem Mischfutter verabreicht. Der Versuch war während der Kohlenhydratzufütterung als 4x4 Lateinisches Quadrat angelegt, zu Beginn und als Abschluß wurde das Grundfutter ohne Zusatz verabreicht. Untersucht wurden die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Mengenelemente, die Ausscheidung der Mengenelemente mit dem Harn sowie die Beschaffenheit der Faeces (Kotkonsistenz, -menge, TS-Gehalt, freies Wasser, pH-Wert). Als Parameter des mikrobiellen Stoffwechsels im Darmkanal wurden der  $\text{NH}_3$ -Gehalt und die flüchtigen Fettsäuren in den Faeces sowie Stickstoff, Indikan und Harnstoff im Harn erfaßt. In einer ergänzenden in vitro-Untersuchung wurden Faeces mit steriler Kochsalzlösung verdünnt und für 24 Stunden bei 37°C anaerob inkubiert. Erfasst wurden die Bildung von Ammoniak, flüchtigen Fettsäuren, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff und Methylmercaptan sowie der pH-Wert.

In einem zweiten Versuchsabschnitt wurden mögliche diätetische Effekte eines mit 3% Fruktooligosacchariden versehenen Mischfutters auf die intestinale Mikroflora beim Hund unter Berücksichtigung von *Clostridium perfringens*, der Bifidobakterien sowie der Bildung von *Clostridium perfringens*-Enterotoxin untersucht. Dazu wurde ein Fütterungsversuch mit 9 Hunden durchgeführt, in dem konsekutiv ein proteinreiches Feuchtfutter, ein Trockenfutter mit 3 % Fruktooligosacchariden bzw. ein Trockenfutter mit 3 % Glukose gefüttert wurden.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Die Verträglichkeit von Laktulose ist sowohl von der Dosierung als auch von der Grundration abhängig. Die Menge von 1 g/ kg KM/ d wurde ohne Anzeichen einer Unverträglichkeit toleriert, bei 2 g/ kg KM/ d war teilweise Durchfall zu beobachten.
2. Die faecale Trockensubstanz war während der Zufütterung der Mannanoligosaccharide mit 31,6 % gegenüber den Grundfutterphasen erniedrigt, ebenso der Anteil an freiem Wasser, der mit 5,5 % auch im Vergleich zu der Laktuloseperiode deutlich verringert war. Der faecale pH-Wert erreichte während der Mannanoligosaccharid-Periode mit 6,6 seinen niedrigsten Wert.

3. Die faecale  $\text{NH}_3$ -Konzentration sowie die faecale  $\text{NH}_3$ -Ausscheidung waren in der ersten Grundfutterperiode deutlich höher als in der abschließenden Grundfutterphase. Die  $\text{NH}_3$ -Ausscheidung während der Verabreichung der Mannanoligosaccharide war gegenüber der ersten Grundfutterphase verringert, was auf eine geringere proteolytische Stoffwechselaktivität der Intestinalflora hinweist. Die renale  $\text{NH}_3$ - und N-Ausscheidung wurden durch die Fütterung nicht beeinflusst.
4. Die Gesamtgehalte an flüchtigen Fettsäuren in den Faeces wiesen eine Variationsbreite von 139 bis 209 mmol/l auf, ohne daß eindeutige fütterungsbedingte Effekte erkennbar waren.
5. Während der Gabe der Mannanoligosaccharide waren die scheinbaren Verdaulichkeiten der organischen Substanz, der Trockensubstanz, des Rohproteins und der N-freien Extraktstoffe im Vergleich zu den übrigen Fütterungsperioden vermindert. Die scheinbare Verdaulichkeit der Rohfaser war während der Zufütterung der Kohlenhydrate gegenüber der abschließenden und tendenziell auch gegenüber der ersten Grundfutterperiode erhöht.
6. In der *in vitro*-Untersuchung wurde während der 24-stündigen Inkubation in allen Inkubaten eine Erhöhung des  $\text{NH}_3$ -Gehaltes beobachtet. In den Ansätzen aus der ersten Grundfutterphase war die Gasproduktion deutlich geringer als in den anderen Phasen, in denen vermehrt Methylmerkaptan nachzuweisen war. Der Gehalt an Wasserstoff war während der TGOS- und Laktulose-Phase mit 210 bzw. 78,6 ppm gegenüber 1092 bzw. 1021 ppm in den Grundfutterphasen deutlich verringert. Der Gesamtgehalt an flüchtigen Fettsäuren und der prozentuale Anteil der Essigsäure am Gesamtspektrum nahmen nach 24-stündiger Inkubation zu, Propionsäure und n-Buttersäure waren nach der Inkubation in allen Ansätzen anteilmäßig reduziert, i-Valeriansäure verhielt sich unregelmäßig.
7. Im zweiten Versuchsabschnitt war nach Fütterung von Trockenfutter eine höhere faecale Trockensubstanz zu beobachten als nach Gabe des proteinreichen Feuchtfutters. Die pH-Werte lagen in den Feuchtfutterphasen mit 6,9 bis 7,4 höher als in den Trockenfutterperioden (5,9-6,5). Die Kotkonsistenz war bei Verabreichung der Trockenfutter deutlich fester als in den Feuchtfutterperioden, wobei jedoch keine Beeinflussung durch die Fruktooligosaccharide zu beobachten war.

*Clostridium perfringens* war während der Feuchtfutterphasen in allen Proben in Keimzahlen zwischen  $\lg 8,2$  und  $\lg 8,8$ /g Faeces vorhanden und war während der Fütterung von Trockenfutter deutlich reduziert. Bifidobakterien wurden in der ersten Feuchtfutterphase bei vier Hunden nachgewiesen, in den folgenden Feuchtfutterperioden lagen die Keimzahlen unter der Nachweisgrenze. Bei Fütterung des Fruktooligosaccharide enthal-

tenden Trockenfutters waren Bifidobakterien in Keimzahlen zwischen  $\lg 9,6$  und  $\lg 9,7$ /g Faeces nachzuweisen, während die Keimzahlen bei Fütterung des Trockenfutters mit Glukosezusatz bei  $\lg 9,3$  bis  $\lg 9,4$ /g Faeces lagen.

Die Untersuchungen zeigen, daß bei der Gabe von 1 g/kg KM/d Laktulose, Laktose und Transgalaktulooligosaccharide keine deutlichen Effekte auf die untersuchten Parameter auftraten. Mannanoligosaccharide bewirkten allerdings eine pH-Senkung, eine Veränderung der faecalen Konsistenz, eine reduzierte faecale  $\text{NH}_3$ -Ausscheidung sowie eine Verringerung der scheinbaren Verdaulichkeiten (organische Substanz, TS, Rp, NfE). Bereits bei 2 g Laktulose/kg KM/d zeigte sich Durchfall sowie eine Reduktion des pH-Wertes und der faecalen  $\text{NH}_3$ -Konzentration. Fruktooligosaccharide bewirkten eine tendenziell erhöhte Keimzahl an Bifidobakterien in den Faeces. Trockenfutter können im Vergleich zu einer proteinreichen Futtermischung den faecalen Gehalt an *Clostridium perfringens* reduzieren und die Anzahl an Bifidobakterien deutlich erhöhen.

## VI. SUMMARY

Marquart, Bettina: Investigations on non digestible carbohydrates as feed additives for dogs.

The subject of this investigation was to examine several carbohydrate additives (mannan-oligosaccharides, transgalactosylated oligosaccharides, lactose and lactulose) in a mixed diet for dogs in regard to compatibility, digestibility and effects on some products of microbial metabolism. Four dogs were fed a mixed diet with the carbohydrate added at a dose of 1 g carbohydrate/ kg BW/ d. The experiment was designed as a 4x4 latin square during the carbohydrate additive phase and the dogs received a basic diet without any additives before and after. The apparent digestibility of organic nutrients and minerals, the renal excretion of minerals and the consistency of the faeces (consistency, weight, content of dry matter, unbound water, pH) were assessed. Dietary effects on the metabolism of the intestinal microflora were characterized by several parameters (NH<sub>3</sub>-concentration, volatile fatty acids in the faeces and N-concentration, indican- and urea- contents in the urine). In additional in vitro investigations the faecal suspensions were incubated anaerobically for 24 hours at 37°C. The pH-values and the production of ammonia, volatile fatty acids, hydrogen, hydrogen sulfide and methyl mercaptane were determined.

In a second feeding trial dietetic effects of a dry diet with 3 % fructooligosaccharides on the occurrence of *Cl. perfringens*, *Bifidobacteria* and *Cl. perfringens*-enterotoxin were investigated. Nine adult dogs were fed consecutively with a high protein diet and two dry diets containing either 3 % of fructooligosaccharides or 3 % of glucose.

The following results were obtained:

1. The compatibility of lactulose depends on the dose as well as on the basic diet. The dose of 1 g/ kg BW/ d was tolerated, 2 g lactulose/ kg BW / d induced diarrhoea.
2. The faecal dry matter was decreased (31.6 %) during the feeding of mannanoligosaccharides when compared with the basic diet. Similarly the faecal unbound water (5.5 %) was decreased as it was when compared to the lactulose phase. The faecal pH was the lowest during the mannanoligosaccharide feeding period (6.6).
3. Both the faecal NH<sub>3</sub>-concentration and -excretion were higher during the initial basic diet phase than during the final basic diet phase. The faecal NH<sub>3</sub>-excretion during the mannanoligosaccharide phase was decreased compared with the first period of feeding the basic diet. This indicates a reduced intestinal microbial protein degradation. Dietary alterations did not influence the renal NH<sub>3</sub>-excretion.
4. The faecal volatile fatty acid content ranged from 139-209 mmol/ l without any recognizable dietary effects.

5. The apparent digestibility of organic matter, dry matter, crude protein and N-free extracts were lowest after feeding mannanoligosaccharides. The apparent digestibility of crude fiber was higher during the carbohydrate diets than during the initial and final basic diet phases.
6. The *in vitro* experiment revealed higher NH<sub>3</sub>-concentrations after the anaerobic incubation for 24 hours. The gas production was lowest in the incubates from the first basic diet period compared with the other periods, when increased methyl mercaptane was measured. The content of hydrogen in fermentation gas was reduced during the transgalactosylated oligosaccharides and lactulose addition (210/ 78.6 ppm; 1092 and 1021 ppm during the basic phases). The concentration of volatile fatty acids and the proportion of acetic acid increased during the incubation, while the proportion of propionic acid and n-butyric acid decreased. I-valeric acid values were erratic.
7. In the second feeding trial the dry diets increased faecal dry matter and reduced pH (6.9-7.4 with the high protein diet, 5.9-6.5 with the dry diets). With both dry foods a firmer faecal consistency was observed compared with the high protein diet, whereas there was no difference between the dry diet containing fructooligosaccharides or glucose.

*Cl. perfringens* was found in all faecal specimens after feeding the high protein diet with bacterial counts of lg 8.2 - lg 8.8/ g faeces. The dry diets reduced the counts of *Cl. perfringens* significantly while numbers of bifidobacteria increased. Bifidobacteria were detected in four faecal samples in the initial period of the high protein diet. In the following high protein periods the counts fell below the detection limit. The faecal concentrations of bifidobacteria increased with both dry diets. Counts of lg 9.6 - lg 9.7/ g faeces (dry diet containing fructooligosaccharides) and lg 9.3 - lg 9.4/ g faeces (dry diet containing glucose) were obtained.

In conclusion these investigations showed, that feeding of 1 g/ kg BW/ d lactose, transgalactosylated oligosaccharides and lactulose has no clear effects on the investigated parameters. Mannanoligosaccharides (1 g/ kg BW/ d) resulted in a decreased pH, a change in faecal consistency, a reduced faecal NH<sub>3</sub>-concentration and decreased apparent digestibilities (organic matter, crude protein, NfE and dry matter). 2 g lactulose/ kg BW/ d resulted in diarrhoea, a reduced pH and a reduced faecal NH<sub>3</sub>-concentration. Dry diets reduce *Cl. perfringens* and increase bifidobacteria in the canine gut. Fructooligosaccharides in the dry diet result in a trend toward higher counts of bifidobacteria which could indicate positive effects on the gut flora.