

---

## 6. Zusammenfassung

Der Bedarf der Wiederkäuer an L-Carnitin wird normalerweise vorwiegend durch Eigensynthese der Leber und nur zu einem geringen Teil durch Aufnahme mit dem Futter gedeckt. In mehreren Untersuchungen wurde jedoch von einer Steigerung der Milchleistung und von einer antiketogenen Wirkung durch Supplementierung mit Carnitin berichtet.

Ziel dieser Arbeit war es, an pansenfistulierten Schafen zu untersuchen, mit welcher Rate dem Pansen zugeführtes geschütztes Carnitin aus dem Pansen eliminiert und ob L-Carnitin auch aus dem Pansen resorbiert wird. Ferner interessierte die Frage, wieviel mehr Carnitin dem Wiederkäuer im hinteren Magen-Darm-Trakt zur Verfügung steht, wenn das Carnitin in „pansengeschützter“ Form verabreicht wird. Für diese Untersuchungen standen neun verschiedene in unterschiedliche Fettmatrices eingehüllte Carnitinzubereitungen mit unterschiedlicher Pansenbeständigkeit zur Verfügung. Im einzelnen wurden die folgenden Experimente durchgeführt:

1. Drei Schafen wurde jeweils über einen Zeitraum von 14 Tagen einmal täglich 1 g L-Carnitin, entsprechend 2 g Carniking<sup>®</sup>, in den Pansen bzw. in den Blättermagen verabreicht. In beiden Versuchen wurde der Gehalt an L-Carnitin im Plasma und, bei Verabreichung von L-Carnitin in den Pansen, auch der Gehalt im Pansen bestimmt.
2. Bei sechs Schafen wurde mit der Methode des vorübergehend isolierten und gewaschenen Pansens die Permeabilität der Pansenwand für L-Carnitin untersucht. Der gewaschene Pansen wurde jeweils für drei Stunden mit 6 l einer künstlichen Pansenflüssigkeit gefüllt, die 0 und 0,5 mmol/l Carnitin enthielt.
3. Die Permeabilität der Pansenschleimhaut wurde ferner bei vier Schafen an isolierten Schleimhäuten in Ussingkammern untersucht. Die

---

Carnitinkonzentration der Inkubationslösungen betrug serosal bzw. mucosal 0, 3,1 und 31 mmol/l. Der Carnitingehalt der Pansenschleimhaut wurde vor und nach in vitro Inkubation untersucht.

4. Mit Hilfe der Nylonbag-Technik wurde die Freisetzung von L-Carnitin aus „pansengeschützten“ Carnitinzubereitungen untersucht

Die folgenden Ergebnisse wurden erzielt.

1. Die basale Carnitinkonzentration im Pansensaft von Schafen ist mit  $3,2 \pm 1,6$   $\mu\text{mol/l}$  als niedrig einzustufen und ist unabhängig von der Zeit nach der Fütterung. Dem Pansen zugeführtes Carnitin wird von den Pansenmikroorganismen rasch abgebaut und die Abbaurate steigt mit der Dauer der Carnitinzufuhr. Am ersten Tag der 14-tägigen Supplementationsperiode waren nach vier Stunden noch  $61 \pm 5\%$  des verabreichten Carnitins im Pansen nachweisbar. An den Tagen 6, 7 und 14 waren die Carnitinkonzentrationen im Pansen vier Stunden nach der Gabe bereits wieder den Basalwert abgesunken. Verabreichung von Carnitin in den Blattermagen statt in den Pansen resultierte durchweg in signifikant höheren Plasmacarnitinspiegeln.
2. Aus dem vorübergehend isolierten und gewaschenen Pansen wurde in drei Stunden aus der Inkubationslösung mit 0,5 mmol/l Carnitin, kein L-Carnitin resorbiert. Dagegen kam es bei Inkubation des Pansens mit carnitinfreier Pufferlösung zu einer Nettosekretion von Carnitin in den Pansen. Die Carnitinkonzentration der Inkubationslösung stieg in dieser Zeit von 0 auf 21,7  $\mu\text{mol/l}$  an.
3. Bei Messung der Carnitindurchlässigkeit von isolierten Pansenepithelien mit Konzentrationen von 0, 3,1, und 31 mmol/l erwies sich die gestrippte

---

Pansenmucosa als carnitindurchlässig. Ferner wurde von mucosal angebotenes Carnitin in der Schleimhaut gespeichert. Bei Inkubation der Schleimhäute ohne Carnitin nahm die Carnitinkonzentration in der Pufferlösung zu beiden Seiten der Schleimhaut zu. Die Carnitinabgabe war auf der mucosalen Seite jedoch mit  $0,29 \pm 0,04 \text{ nmol}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$  signifikant größer als auf der serosalen Seite ( $0,15 + 0,05 \text{ nmol}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ ). Gleichzeitig nahm der Carnitingehalt der Schleimhaut ab

4. Die Rate der Carnitinfreisetzung aus „pansengeschützten“ Zubereitungen lag zwischen 15 und 55%/h. Ungeschütztes Carnitin (freies Carnitin) wurde mit einer Rate von 60%/h aus dem Pansen eliminiert. Die mit Cr-EDTA als Flüssigmarker ermittelte Dilutionsrate des Pansensaftes betrug 5,7%/h.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Pansenmikroorganismen Carnitin rasch abbauen, und daß diese carnitinabbauende Aktivität bei längerdauernder Carnitinzufuhr zunimmt. Carnitin wird in vivo aus dem Pansen nicht resorbiert. Eine geringgradige Sekretion von Carnitin in den Pansen ist dagegen wahrscheinlich. Bei Zufuhr von Carnitin an Schafe in den Blättermagen unter Umgehung des Pansens steht den Schafen deutlich mehr Carnitin zur Verfügung. Die Verabreichung von Carnitin in pansengeschützter Form erscheint daher sinnvoll. Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Carnitin-Präparate bieten noch keinen ausreichenden Schutz vor mikrobiellem Abbau.

---

## 7. Summary

Gesine Meier

### **Influence of the forestomach on carnitine metabolism in sheep**

In ruminants the requirement of L-carnitine is met primarily by hepatic synthesis and to a lesser extent by uptake with feed. In some studies it has been reported that a supplementation of ruminant feed with L-carnitine exerted an antiketogenic effect and increased milk yield. But it is still unknown to what extent supplemented carnitine is subjected to rumen microbial degradation.

It was the aim of this study to examine to what extent „rumen-protected“ carnitine preparations are degraded in the rumen compared to free carnitine and to what extent protected carnitine may escape rumen degradation. It was further examined whether carnitine can be absorbed from the rumen epithelium. Nine preparations of „rumen-protected“ carnitine, in which the carnitine was incorporated into different fat-matrices, were tested in rumen-fistulated sheep.

The following experiments were carried out.

1. A daily dose of 1 g L-carnitine was administered in the form of Camiking® either into the rumen or directly into the omasum of three fistulated sheep for 14 days. The daily concentrations of L-carnitine in blood plasma and in the rumen (when carnitine was administered into the rumen) were measured.
2. The absorption of L-carnitine by the rumen-epithelium was investigated in six sheep using the isolated washed rumen. The isolated washed rumen was filled for three hours with six litres of an artificial rumen fluid which contained either 0. or 0,5 mmol/l of L-carnitine.

- 3 The permeability of the stripped isolated rumen epithelium for carnitine from four sheep was investigated in Ussing chambers. The isolated ruminal mucosae were incubated for three hours with bathing solutions containing either 0, 3,1 or 31 mmol/l of carnitine on the serosal or mucosal side. The carnitine content of the isolated mucosae before and after incubation was also measured in this study
- 4 The release of carnitine from „rumen-protected“ carnitine preparations were studied with the nylon bag-technique.

The following results were obtained:

- 1 The basal concentrations of L-carnitine in rumen liquor was low ( $3.2 \pm 1.6$   $\mu\text{mol/l}$ ) and was independent from the time after feeding. L-carnitine, which was supplemented into the rumen was rapidly degraded and the rate of rumen-degradation increased with time of carnitine feeding. On the first day of intraruminal administration of carnitine  $61 \pm 5\%$  of the administered carnitine was still detectable in the rumen liquor, whereas on the sixth, seventh and fourteenth day carnitine in the rumen had reached already its basal concentration four hours after its administration. Administration of L-carnitine into the omasum, instead of into the rumen, resulted in a throughout higher concentration of carnitine in blood plasma
- 2 No carnitine was absorbed from the isolated washed rumen when it was incubated with 0,5 mmol/l carnitine for three hours. Instead, a three hours incubation of the washed rumen with a carnitine-free solution resulted in a slight but significant increase in the carnitine concentration from zero to 21,7  $\mu\text{mol/l}$ .
- 3 The isolated stripped ruminal mucosa was permeable for carnitine in both directions, when incubated with either 3,1 or 31 mmol/l of carnitine. This was

---

associated with an accumulation of carnitine in the mucosal tissue. When no carnitine was present in the bathing solutions the isolated mucosa released carnitine into the bathing solutions at both sides of the mucosa. The release of carnitine was significantly higher at the mucosal surface ( $0.29 \pm 0.04$  nmol/(cm<sup>2</sup>·min)) than at the serosal surface ( $0.15 \pm 0.05$  nmol/(cm<sup>2</sup>·min)). The carnitine content of the mucosa concomitantly decreased

4. The rate of release of carnitine from „rumen-protected“ carnitine preparations in nylon-bags was between 15 and 55%/h. Free carnitine disappeared from the rumen at a rate of 60%/h. The rumen dilution rate which was simultaneously measured in some of these experiments was 5, 7% /h.

The results of this study show that L-carnitine is rapidly degraded in the rumen and that the rate of microbial degradation increases with time of carnitine supplementation. The rumen epithelium does not absorb carnitine when present in the rumen at concentrations of up to 0.5 mmol/l. Instead, it appears that a small amount of carnitine is usually secreted into the rumen. Bypassing the rumen and administration of carnitine into the omasum results in greater absorption of carnitine by the host animal. This was documented by a significantly greater increase in the plasma concentration of carnitine. Thus, protection of carnitine against rumen degradation before it is administered to ruminants appears advisable. The batches of rumen protected carnitine which were tested in this study do not provide sufficient protection against rumen microbial degradation.